

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

**Abduraxmanova U.K., Yettiboeva L.A., Xudoyorov X.M.,  
Kasimov Sh.I.**

# **UMUMIY KIMYO**

**Akademik litsey o‘quvchilari uchun**

**ГУЛИСТОН - 2022**

## UMUMIY KIMYO

**Abduraxmanova U.K., Yettiboeva L.A., Xudoyorov X.M., Kasimov Sh.I.**

Dastlik zamonaviy o‘quv adabiyotlariga qo‘yiladigan talablarga mos ravishda tayyorlangan bo‘lib, unda umumiy kimyo fani predmeti va vazifalari, atom tuzilishiga doir kimyo fanidagi dastlabki ma‘lumotlar, elementlar davriy jadvali va davriy qonun, moddalarning agregat holatlari, kimyoviy bog‘lanishlar turlari, kimyoviy jarayonlarning sodir bo‘lish qonuniyatlari, eritmalar haqidagi nazariyalar, kimyoviy termodinamika elementlari hamda, elektrokimyo asoslariga doir nazariy muammolarning matematik echimlari keltirilgan.

Ushbu darslik umumiy kimyo fani bo‘yicha chuqurlashtirilgan nazariy ma‘lumotlarni egallash bilan birga olingan bilimlarni hayotiy jarayonlarga qo‘llash ko‘nikmasini shakillantirishga asos bo‘ladi.

Darslik tabiiy fanlar yo‘nalishi bo‘yicha tahsil olayotgan akademik litsey o‘quv chilari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, undan talabalar, magistrantlar, ilmiy xodimlar va kimyo fani o‘qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

**Ma‘sul muharrir:** k.f.d., professor T.M.Boboev (O‘zMU)

**Taqrizchilar:** k.f.d., professor Z.A.Smanova (O‘zMU)  
k.f.d., professor X.A.Abduraximov (GulDU),

Учебник составлена в соответствии с требованиями современной учебной литературы, которая включает в себя предмет и задачи общей химии, основные сведения о строении атома в химии, таблицу Менделеева и периодический закон элементов, агрегатные состояния веществ, типы химические связи, законы химических процессов, теории растворов, элементы химической термодинамики, а также математические решения теоретических задач на основе электрохимии.

Этот учебник дает глубокие теоретические знания по общей химии, а также умение применять полученные знания в жизненных процессах.

Учебник предназначен для учащихся академических лицеев, обучающихся в области естественных наук, и может быть использован студентами, аспирантами, научными сотрудниками и учителями химии.

**Отв.редактор:** Т.М.Бабаев д.х.н., профессор (НУУз)

**Рецензенты:** З.А.Сманова д.х.н., профессор (НУУз)

Х.А.Абдурахимов д.х.н., профессор (ГулГУ)

## SO‘Z BOSHI

Ushbu darslik O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi huzuridagi Oliy, o‘rta maxsus va professional ta’lim yo‘nalishlari bo‘yicha o‘quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi kengashning 2021-yil 26-fevraldagi 1-son majlis bayoni bilan ma’qullangan hamda Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021-yil 10-martdagi 110-son buyrug‘i bilan tasdiqlangan chuqurlashtirilgan Kimyo fani darsturi asosida tayyorlangan.

Umumiy kimyo fani akademik litseyning Tabiiy fanlar yo‘nalishida ta’lim olayotgan o‘quvchilar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, kimyo fanini chuqurlashtirib o‘rganishda fanning nazariy asoslarini tashkil etadi.

Darslikni tayyorlashda akademik litseylarning tabiiy fanlar bo‘yicha ixtisoslashgan guruhlarida umumiy kimyo o‘quv predmeti umumiy o‘rta ta’lim maktablaridagi kimyo fanidan beriladigan boshlang‘ich va tayanch ma’lumotlarni etarli darajada kengaytirib hamda chuqurlashtirib berilishi e’tiborga olindi. Shu sababli ushbu darslikda kimyo fanini to‘laqonli o‘rganish uchun umumiy va anorganik kimyo bilimlariga tayangan holda fanlar va mavzular orasida uzviylikni ta’minlash ko‘zda tutildi..

Darslikda atom tuzilishi, kimyoning asosiy tushunchalari va qonunlari, moddalarning hosil bo‘lishi, kimyoviy bog‘lanishlar turlari, kimyoviy jarayonlarning sodir bo‘lish qonuniyatlari, eritmalar haqidagi nazariyalar, kimyoviy termodinamika, elementlari, elektrokimyo asoslari haqidagi nazariy va amaliy ma’lumotlar alohida yoritilgan. Har bir bob oxirida, ushbu bob bo‘yicha masalalar echish usullari ko‘rsatilib, mustaqil ishlash uchun masala va topshiriqlar berilgan, shuningdek, har bir bob bo‘yicha laboratoriya ishlarini bajarish tartibi bayon qilinib, nazorat savollari va mavzyga doir testlar berilgan.

Darslikda keltirilgan fizikaviy o‘lchovlar qiymati, atamalar va belgilar nazariy va amaliy kimyo xalqaro ittifoqi (IYUPAK) tavsiyalariga mos kelishi e’tiborga olindi.

Bular akademik litsey o'quvchilarining kimyo fani bo'yicha dunyoqarashini kengaytirish bilan amaliy faoliyatlarini bog'lagan holda kimyoviy bilimlarni hayotga tatbiq eta olish salohiyatini shakllantirish va rivojlantirishga har tomonlama asos bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni talablari va mazmuni asosida, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrda "Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4910 qaroriga muvofiq yangi O'zbekistonning kelajak avlodiga jahon standartlari talablari asosida ta'lim-tarbiya berishda akademik litsey oldiga qo'yilgan eng muhim vazifalarni amalga oshirishda ushbu darslik muayyan darajada xizmat qiladi.

Darslik umumiy kimyo fani bo'yicha chuqurlashtirilgan nazariy ma'lumotlar bilan birga olingan bilimlarni amaliyotga qo'llash ko'nikmasini shakllantirishga asos bo'ladigan, davlat tilida yaratilgan dastlabki darsliklardan biri bo'lganligi sababli kamchiliklardan xoli emas, shuning uchun mualliflar jamoasi o'zining mulohaza va foydali maslahatlarini bergan barcha olimlarga minnatdorchilik bildiradi.

*Mualliflar jamoasi*

## I BOB. KIRISH. KIMYO FANI

### 1.1-§. Kimyo – aniq fan sifatida

Bizni o‘rab turgan moddiy olam - tabiat, bizning ongimizga bog‘liq bo‘lmagan ob‘ektiv borliq, real mavjudlik - *materiya* deyiladi. Olam materiyadan iborat, materiyaning xar bir turi doimo harakatda bo‘ladi. Materiyaning, tabiatni qo‘zgarmas deb tinch holatda turadi deb o‘ylamaslik zarur, u doimo *harakatda*, o‘zgarish va rivojlanishdadir.

Materiya ikki turda- *modda* va *maydon* ko‘rinishda mavjud bo‘ladi. Modda materiyaning ikki xil yashash va mavjud bo‘lish shaklidan bittasidir.

*Modda* tinchlikdagi massaga ega bo‘lgan materiya turi bo‘lib, oxir-oqibatda tinchlikdagi massasi nolga teng bo‘lmagan elementar zarralar (elektron, proton va neytronlar) yig‘indisiga keltiriladi.

Materiyaning muayyan sharoitda o‘zgarmas fizik xossalarga ega bo‘lgan har bir turi kimyo fanida *modda* deyiladi. Masalan: suv, osh tuzi, oltingugurt, ohak, soda, shakar, kislorod va boshqa moddalardir.

Har bir modda o‘ziga xos xossalarga ega, *moddaning fizik xossalarini* ya'ni *zichligi, suyuqlanish xarorati, eruvchanligi* va boshqa xossalarini tavsiflovchi kattaliklar, ya'ni muayyan sharoitda o‘zgarmas qiymatga ega bo‘ladigan kattaliklar *fizik konstantalar* deyiladi (lotincha konstanta-o‘zgarmas demakdir)

Moddalarda xilma-xil o‘zgarishlar bo‘lib turishini ko‘p kuzatganmiz: nam havoda turgan temir buyum zanglab qoladi, yongan o‘tindan ozgina kul qoladi.

Moddalarni tubdan o‘zgartirib, ularni boshqa moddalarga aylanishiga olib keladigan xodisalar *kimyoviy xodisalar* deyiladi.

Kimyo fani moddalar, ularning tarkibi va tuzilishi, xossalarini, moddalarning bir-biriga aylanishini o‘rganadigan fandır.

Materiyaning struktura darajalariga: elementar zarrachalar (proton, neytron, elektron, ...) va maydonlar (elektr, magnit hamda gravitatsion), atomlar, molekulalar, turli kattalikdagi makroskopik jismlar, geologik sistemalar, planetalar, yulduzlar, Gallaktikaning ichki sistemalari, Gallaktika, galaktikalar; moddiy sistemalarning alohida turlari-tirik mavjudotlar (o‘z-o‘zidan yangilanish

(tiklanish)ga qodir organizmlar mavjud) va ijtimoiy uyushgan materiya (jamiyat) lar va h.k.lar kiradi. Demak materiya - moddalar va maydon ko'rinishida mavjuddir. Moddalar juda ko'p va xilma-xildir. Hozirgi vaqtda 600 ming anorganik va o'n milliondan ortiq organik moddalar ma'lum.

Ilgarilari kimyoviy jihatdan inert hisoblangan ksenonning hozirgi paytda 400 dan ortiq kimyoviy birikmalari olingan. Tabiatdagi hamma jismlar moddalardan tashkil topgan. Kimyoda modda tushunchasi birlamchi tushuncha, shuning uchun moddaga aniq va mantiqiy jihatdan bekam-ko'st ta'rif berish mumkin emas. Ammo shunga qaramasdan Materiyaning muayyan sharoitida o'zgarmas fizik kattaliklar (zichlik- $\rho$ , suyuqlanish xarorati  $-t_c$ , qaynash xarorati  $-t_q$ ) bilan ifodalanadigan, bir yoki bir necha kimyoviy elementlarning zarrachalaridan tarkib topgan, qattiq, suyuq yoki gaz holatida bo'ladigan, massa va hajmga ega alohida turiga kimyoda modda deyiladi degan ta'rifni berish mumkin.

Kimyo–tabiat xaqidagi fan bo'lib, u moddalar, ularning tuzilishi o'zgarishi va bu o'zgarishga sabab bo'ladigan xodisalar t o'grisidagi fandır.

Kimyoviy toza modda ayni sharoitda o'zgarmas fizik xossalar bilan xarakterlanadi. Bizga ma'lum bo'lgan barcha moddalar asosan ikkiga bo'linadi: oddiy va murakkab moddalar.

Oddiy moddalar deganda bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar tushiniladi.

Har xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar esa murakkab moddalar deyiladi. Oddiy moddalar 400 dan ortiq.

Murakkab moddalarning soni juda ko'p, fakat anorganik moddalarning o'zi 200 mingdan ortiq, organik moddalarning soni esa ikki millionga yaqin.

Tabiatda toza moddalari bilan bir qatorda aralashmalar ham uchraydi. Aralashma o'z xossalari bilan kimyoviy birikmalardan keskin fark qiladi. M: Bir xil sharoitda bir xil xajmda olingan vodorod xlorid gazi va vodorod bilan xlor aralashmasi olingan bo'lsin. Agar vodorod xlorid gaziga alanga tutilsa, bu gaz yonmaydi, lekin aralashmaga alanga tutilganda ular kuchli portlash bilan yonadi.

Jism moddaning fazodagi chegaralangan qismidir. Jism tushunchasi aniq, konkret tushuncha bo‘lib, modda tushunchasi unga nisbatan ancha keng ma‘noni bildiradi. M: Temir moddasidan bolg‘a, temir yul releslari va boshqa buyumlarni tayyorlash mumkin. Bular jismlardir.

Kimyo fani juda qiziqarli fan hisoblanib jamiyat xayotida muxim o‘rin tutadi. Bu fanda yuzaga keladigan kashfiyotlar jamiyatda juda katta o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi.

Kimyo fani to‘g‘risidagi ta‘limot hozirgi zamon tabiiy fanlaridan eng murakkabidir. Chunki bu ta‘limot fizika, matematika, kristallografiya, fanlarining barcha yutuqlaridan foydalanadi, shuningdek kimyo fanining kristallokimyo noorganik, organik, analitik va tabiiy birikmalar kimyosi sohalari bilan uzviy bog‘liqdir. Bu fanni o‘rganuvchilar fizika va matematika fanlarining ko‘pgina maxsus sohalari, ya‘ni xususiy hosilalar, operatorlar nazariyasi, vektorlar ustida amallar bajarishni bilishlari kerak. Har bir yangi fizikaviy yoki fizik-kimyoviy hodisa va har bir yaratilgan usul moddalarning tuzilishini va xossalarini o‘rganishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

### **1.2-§.Umumiy kimyo – kimyoning barcha sohalari uchun poydevordir**

Mavjud barcha moddalar 118 ta elementlardan hosil bo‘ladi, bu moddalar o‘z tarkibiy qismi bilan bir-biridan farq qiladi.

Barcha organik birikmalar tarkibida C-uglerod elementi bo‘ladi, shuning uchun uglerod birikmalarini o‘rganadigan kimyoning bu sohasini *organik kimyo* deyiladi. Qolgan barcha elementlarning birikmalarini va bu moddalarning o‘zaro munosabatlarini *noorganik kimyo* fani o‘rganadi.

Moddalarning tarkibi va kimyoviy birikmalarning tuzilishi hamda kimyoviy jarayonlarning qonuniyatlarini *umumiy kimyo* fani o‘rganadi.

Kimyo faning vazifalari quyidagilardan iborat:

a) kishilik jamiyatini oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash uchun zarur bo‘ladigan moddalar ishlab chiqarish.

b) oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish uchun zarur bo‘ladigan mineral o‘g‘itlar

yetkazib berish, yangi-yangi o'g'itlarni ishlab chiqarish;

v) o'simliklarning kasalliklariga qarshi kurashadigan zaharli kimyoviy moddalar ishlab chiqarish va bu borada yangi izlanishlar olib borish; c) o'simliklarning rivojlanishida mikroelementlarning rolini o'rganish va ekinlarni oziqlantirish.

Kishilik jamiyatini kiyim-kechak bilan ta'minlash maqsadida esa:

a) kimyoviy tolalar ishlab chiqarish;

b) sun'iy cherm ishlab chiqarish;

v) kauchuk va rezina mahsulotlari ishlab chiqarish;

g) bo'yoqlar ishlab chiqarish;

d) har xil polimerlar (plastmassalar) ishlab chiqarishdan iborat.

Shuningdek, insoniyat yashayotgan muhitning ekologik muammolarini hal qilish;

- odamlar salomatligini saqlash maqsadida turli xil dori-darmonlar ishlab chiqish; -  
qurilish materiallarini ishlab chiqarish va bu borada yangi izlanishlar bilan  
shug'ullanish;

- turli xil yuvuvchi moddalar ishlab chiqarish;

- metallar va ularning qotishmalarini ishlab chiqarish, yangi xildagi qotishmalar  
hosil qilish muammolari bilan shug'ullanish;

- neft mahsulotlari ishlab chiqarish kabi muammolar echimini topshida kimyo  
fanining ahamiyati nihoyatda katta ekanligi yuqoridagilardan ko'rinib turibdi,  
bunday muammolar umumiy kimyo qonuniyatlari asosida o'z echimini topadi.

### **1.3-§. O'zbekistonda kimyo fani va sanoatining rivojlanishi. Kimyo tarixi va uning rivojlanishida olimlarning roli. Mashhur o'zbek kimyogar olimlarining ilmiy faoliyati**

Kimyo fani ham boshqa fanlar qatori, odamlarning amaliy faoliyati natijasida vujudga kelgan. Kimyoga doir bilimlar Misrda, Xitoyda, Hindistonda, Gretsiyada to'plangan. Misrliklar rudalardan temirni suyuqlantirib olish, rangdor shisha hosil qilish, teri oshlash, o'simliklardan dori-darmonlar, bo'yoqlar va hushbuy moddalar ajratib olishni, sopol buyumlar yasashni bilishgan.

Xitoy va Hindistonda kimyo korxonalari bundan ilgarirok vujudga kelgan.



Eramizdan oldingi VII asrda F.Miletskiy barcha moddalar suvdan, VII asrda yashagan Anaksimenes havodan, V asrda yashagan Geroklit olovdan hosil boʻlgan deydi. V asrda yashagan Demokrit moddalar atomlardan hosil boʻlgan deb yozishgan.

Eramizdan 3 asr ilgari yashagan filosof Aflotunning shogirdi Arastu (384-422) moddalar materiyadan tuzilgan deb tushuntirdi. Bu taʼlimot XVIII asrgacha hukm surdi.

Arablar: Jabr Ibn Xatyon, Abu bakr Muxammad al-Rozi, oʻzbeklar: Farobiy, Abu Rayxon Beruniy, Abu Jafar ibn Muso Xorazmiy, Abu Ali Ibn Sino, Ulugbek Muxammad Taragʻay materiya abadiy, har xil shaklda boʻladi degan fikrni olgʻa surdilar.



**1.1-rasm. Robert Boyle. 1.2-rasm-XVII asrdagi kimyoviy jixozlar va laboratoriya.**

**Robert Boyle (1627-1691)** Robert Boyle ilm-fan tarixida shunchaki kashshof olim sifatida emas, balki, ilm-fanni tizimlashtirib, tartibga solgan tashkilotchi olim sifatida ham yorqin iz qoldirgan. Uning modda tuzilishining korpuskulyar nazariyasi boʻyicha ilmiy ishlari atom-molekulyar taʼlimot yoʻlidagi eng muhim qadamlardan biri boʻlgan edi. Robert Boylning ilmiy tadqiqotlari kimyo fanining yangitdan tugʻilishiga sabab boʻlgan edi. Hozirgi zamon ilm-fanida eng fundamental, eng muhim fanlardan biri boʻlmish - kimyo fanini mustaqil fan sifatida shakllantirgan olim sifatida ham aynan Robert Boyle tan olinadi. Aynan Boyle, kimyoda oʻziga xos yondoshuv va uslublar mavjud boʻlishi kerakligini va bu fanni eskicha uslubda, yaʼni, tibbiyot tarkibida oʻrganishda n foyda kam ekanini isbotlab bergan edi. Juda koʻp sonli rangdor reaksiyalar va choʻktirish reaksiyalarini oʻtkazish orqali, Boyle shuningdek analitik kimyo faniga ham asos solib berdi.

Kimyoni tekshirishni yangi uslubini jahonda birinchi boʻlib R.Boyle qoʻlladi. “Kimyoning vazifasi”–degan edi Boyle,- “Tajribalar qilish, kuzatishlar olib borish va biror nazariyani maydonga tashlashdan oldin shu nazariyaga oid hodisalarni sinchiklab tekshirishdan iborat”.

Boyle kimyoviy elementlar toʻgʻrisidagi nazariy qarashlarini oʻzining “Skeptik-ximik” degan kitobida bayon etdi. Boyle bu kitobida alximiklar fikrlarini

va metallarning o'zgarishi haqidagi ta'limotni tanqid qildi, uning ilmiy ishlari va tekshirish uslublari kimyoning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. XVII asrda, metallurgiyaning rivojlanishi munosabati bilan kimyogarlarning yonish, metallarning oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga alohida e'tibor bera boshladilar; ana shu jarayonlarni izohlash oqibatida Flogiston nazariyasi vujudga keldi (nemis kimyogari Shtol nazariyasi).

Flogiston nazariyasini uzoq vaqtgacha hamma e'tirof qilib keldi. XVII asrning ikkinchi yarmida kimyoga tekshirishning aniq uslublari joriy qilinishi natijasida Flogiston nazariyasi rad etildi. Ilmiy kimyoning rivojlanishiga asos solgan olimlardan biri-M.V. Lomonosov bo'ldi.



### **1.3-rasm. M.V.Lomonosov va uning zamondoshlari.**

**M.V.Lomonosov (1711-1765)** rus tabiatshunos olim, rus adabiy tilining asoschisi, shoir, rassom, tarixchi. Moskvada, Kiyevda (1734), so'ngra Peterburg akademiya univ. o'qigan (1735). 1736 yildan Germaniyaning Merburg va Frayburg universitetlarida kimyo va metallurgiya fanlaridan ta'lim olgan. Peterburg FA ning birinchi akad. (1745). 1748 yilda Rossiya FA qoshida 1-kimyoviy lab.ga asos solgan. 1755 yilda L. ningtashbusi bilan Moskva univ. tashkil etilgan (keyinchalik unga L. nomi berilgan). Moddalarning atom-molekulyar tuzilishi haqidagi tushunchalarni rivojlantirgan, kimyoviy reaksiyalarda massaning saqlanish qonunini topgan (1756), korpuskulyar (atom-molekulyar) ta'limoti asoslarini taklif etgan (1741 — 50). Venera sayyorasida atmosfera mavjudligini aniklagan (1761). Falsafiy va grajdanlik ruhidagi rus odasining ijodkori. Dostonlar, she'riy nomalar, tragediyalar va hajviy asarlar, fundamental filologik tadqiqotlar hamda rus tilining ilmiy grammatikasi muallifi. Ranglar haqidagi nazariyani olg'a surgan. Bir qancha optik asboblarni yasagan. Mozaika san'atini rivojlantirgan, smaltalar ishlab chiqarishga katta hissa qo'shgan, shogirdlari bilan birga koshinkor naqshlarning yangi turlarini taklif etgan. Shvetsiya FA (1760), Bolonya FA (1764) faxriy a'zosi

Rus olimi M.V.Lomonosov o'zining 1751 yilda nashr etilgan "Kimyoning foydasi haqida ikki ogiz suz" asarida "Kimyo o'z qo'llarini inson ehtiyoji bilan bog'liq bo'lgan hamma ishlarga chozmo'qda. Qayerga qaramaylik, qayerga nazar solmaylik, hamma yerda bizning ko'z oldimizda kimyoning tadbiiq etilishidan

qo‘lga kiritilgan yutuqlar gavdalanadi" degan edi. Kimyo xalq xo‘jaligining barcha sohalarida keng qo‘llanilmoqda.

### **O‘zbekistonning xom-ashyo resurslari**

O‘zbekiston o‘z yer osti boyliklari bilan mashxur bo‘lib , uning bag‘rida Mendeleev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan. Hozirga qadar 2,7 mingdan ziyod turli foydali qazilma konlari va madan namoyon bo‘lgan istiqbolli joylar aniqlangan. Bu qonlarda 100 ga yaqin mineral xom-ashyo turlari mavjud, shundan 60 dan ortig‘i ishlab chiqarishga jalb etilgan, 900 dan ortiq kon qidirib topilgan, ulardan zahira 970 AQSh dollariga teng.

O‘zbekistondagi umumiy mineral xom-ashyo potentsiali 3,3 trillion AQSh dollari bilan baxolanmoqda. Neft va gaz kondensati, tabiiy gaz bo‘yicha 155 ta istiqbolli kon, qimmatbaxo metallar bo‘yicha 40 dan ortiq, rangli, nodir va radioaktiv metallar bo‘yicha 40, konchilik kimyo xom-ashyosi buyicha 15 ta kon qidirib topilgan.

Har yili respublika konlaridan taxminan 5,5 milliard dollarlik miqdorda foydali qazilmalar olinmoqda va ular yoniga 6,0-7,0 milliard dollarlik yangi zahiralar qo‘shilmoqda. Bir qator foydali qazilmalar, chunonchi Au, U, Cu, tabiiy gaz, W, kaliy tuzlari, fosforitlar, kaolinlar bo‘yicha O‘zbekiston tasdiqlagan zahiralar jihatidan butun dunyoda yetakchi o‘rinni egalaydi.



#### **1.4.-rasm. a) Olti quymasi va oltin parchasi; b) Muruntov oltin koni**

Au zahiralari bo‘yicha respublikamiz dunyoda 4-o‘rinda, qazib olish bo‘yicha 7-o‘rinda, Cu zahiralari bo‘yicha 10-11 o‘rinda, uran zahirasi bo‘yicha 7-8 o‘rinda turadi.

Qidirib topilgan zahiralar asosida 400ga yaqin kon, shaxta, kar-er, neft-gaz konlari ishlab turibdi. Bugungi kunda, Muruntov, Myutenboy, Triada, Ajibugut,

Omontoytov, Ko'kpatas, Daugyztov, Charmiton, Gujumsoy, Sarmich, Biron, Marjonbuloq, Ko'chbuloq, Qayrog'och, Qizilolmasoy, Kovuldi, Pirmirob, Guzaksoy va boshqa konlar ma'lum. Yer ostidan oltin qazib olish, shaxtalar orqali va er yuzasida karer hosil qilish yo'li bilan olinadi

O'zbekiston noyob yoqilg'i-energetika resurslariga ega. Gaz zaxiralari -2 trillion m<sup>3</sup> ga, ko'mir 2 milliard tonna, 160 ta neft koni mavjud. Neft va gaz mavjud bo'lgan beshta asosiy mintakani ajratib ko'rsatish mumkin: Ustyurt, Buxoro-Xiva, Janubiy-Garbiy Xisor, Surxandaryo, Fargona. Neft va gaz zahiralari 1 trillion AQSh dollaridan ortiqroqdir.

Qidirib topilgan zahiralalar respublika extiyojini tabiiy gaz buyicha-35 yildan ko'prok, neft buyicha 30 yildan ko'prok qoplaydi. Eng yirik gaz konlari Janubiy-Garbiy Xisor va Buxoro-Xiva neft va gazli mintaqalarida joylashgan bo'lib, bular Shurton va Muborak guruxlariga kiruvchi konlardir.

Ko'mir Angren va Boysun konlaridan qazib olinmoqda. Dunyoda eng yirik oltin rudali viloyat bo'lgan Qizilqumda Muruntovdan tashqari Ajibugut va boshqa yangi konlar aniqlanmoqda.

Respublikadagi Ag konlari Navoiy viloyatidagi Visokovoltnoe va Namangan viloyatidagi Oqtepa konidir.

Aniqlangan uran zahiralari 50-60 yil mobaynida qazib olishga yetadi. Uran bilan yo'l-yo'lakay reniy, skandiy, lantanoidlar va boshqalar ham qazib olinmoqda. O'zbekiston rangli metallar-Cu, Pb, Zn, W va shu guruhga kiruvchi boshqa metallarning zahiralari ega. Cu rudalari bilan birga rangli metallarning 15 dan ortiq turi: Au, Ag, Mg, Cd, In, Te, Se, Re, Co, Ni, Os va boshqa metallar ham qazib olinmoqda.

Ishlab turgan konlar Cu va unga yo'ldosh metallarni 40-50 yil, Zn va Pb ni 100 yildan ko'proq vaqt qazib olishni taminlaydi. Rangli metallar rudalarining zahiralari asosan Olmaliq ruda maydonida jamlangan. Kalmakir koni noyob konlardan bo'lib, u yerda Cu-Mo qazib chiqariladi. Pb-Zn asosan Jizzax viloyatining Uchquloq va Surxondaryo viloyatining Xondiza konlarida jamlangan. Xondizadagi konda Pb va Zn bilan birga Cu, Ag, Cd, Se, Au va Zn bor.

Selen va tellurdan asosan yarim o'tkazgichlar, quyosh batareyalari, termogeneratorlar, po'lat, shishaning maxsus navlarini ishlab chiqarishda foydalaniladi. O'zbekiston Respublikasining noyob zahiralari ega. U Olmaliq konlaridagi Cu rudalari bilan bog'liq. Sanoatda Respublikadan aviatsiya va kosmik texnika uchun o'tga chidamli qotishmalar, elektron uskunalari, neftni parchalash uchun katalizatorlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Respublikada 20 ta marmar, 15 ta granit va gabbro koni borligi aniqlangan.

Gazgon, Nurota va Zarband konlarida marmar mavjud. Respublika fosforitlarga boy. Jeroy-Sardara fosforitlar konidagi Manokash turiga mansub zarra-donador fosforitlarning aniqlangan zahirasi 100 mln tonnagacha yetadi. Hozirgi vaktida Kizilkum fosforit kombinati qurilmoqda. Unda 2,7 mln tonna fosforit konsentratini olinadi. Hozirda 300 mln tonnaga yaqin bo'lgan fosforit konlaridan amalda foydalanilmayotir.

O'zbekistonda juda katta kaliy tuz konlari bo'lib, ular Qashqadaryo viloyatida Tubakat va Surxandaryo viloyatida Xurapkon konlaridir. Kaliy tuzlari 100 yildan ko'proqqa yetadi.

Tuzlarni qayta ishlash bromli temir, magnezit, gips va boshqa metallarni yo'l-yo'lakay olish imkonini beradi. Respublikamizda 5 ta osh tuzi koni-Xujakon, Tubakon, Borsakelmas, Boybichakon va Oqqal'a konlarida 90 milliard tonna xom ashyo bor.

1995 yilda oltin qazib olish bo'yicha Zarafshon-Nyumont qo'shma korxonasi oltinning birinchi turkumini ishlab chiqardi.

Hozirda g'oyat qimmatli tayyor maxsulot kaprolaktomdir, hozir respublikada ishlab chiqarilayotgan kaprolaktomning ko'pi bilan 10% qayta ishlash maqsadida foydalanilmoqda, kelajakda 70-80% ga yetkazish ko'zlanmoqda.

Respublikada yetishtirilayotgan mevalar va uzum ekologik jihatidan sof bo'lib, ularda ko'p miqdorda qimmatli oziq moddalari va darmondorilar (vitaminlar) bor. Respublika mevalaridan 30 dan ortiq nomda vino, shampan vinolari va konyaklar turli navlari ishlab chiqarilmoqda, xalqaro tanlovlarda 92 ta medal bilan taqdirlangan (O'zbekiston vinolari).

O'zbekistonning ko'pgina noyob mineral xom-ashyo va qishloq xo'jalik resurslariga jahon bozorlarida talab yuqori. O'zbekiston yaqin yillar ichida iqtisodiyot borasida barqaror va olg'a rivojlanadi, xalqimizning farovonligini yuksak darajaga yetishini taminlaydi.

O'rta Osiyoda kimyo fanining rivojlanishida o'zbek olimlaridan akademiklar S.Yu.Yunusov, O.S.Sodiqov, M.N.Nabiev, X.U.Usmanov, K.S.Axmedov, M.A.Asqarov, A.S.Sultonov, N.A.Parpiiev, B.M.Beglov, S.T.To'xtaev, A.A.Akbarov, T.Azizov, M.F.Obidova, S.Sh.Rashidova, Sh.I.Salixov, Z.S.Salimov, S.I.Iskandarov. Yu.S.Toshpo'latov, A.S.To'raev, A.A.Abduvaxobov, professorlar D.N.Dolimov, T.M.Boboiev va boshqalarning xizmati katta bo'ldi.

O'zbekiston fanlar Akademiyasi umumiy va anorganik kimyosi instituti kimyo fani bo'yicha yirik tadqiqotlar olib borilayotgan fan o'choqlaridan biridir. Bu dargoxda elektrokimyo, kataliz, silikatlar, siyrak-er elementlari, mineral sorbentlar va qator yo'nalishlar bo'yicha anorganik kimyo soxasida ilmiy izlanishlar olib boriladi. Toshkent farmatsevtika institutida xam uzoq yillar koordinatsion birikmalar kimyosi bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan (prof. M.A.Azizov, prof. X.X.Xakimov). Tibbiyotga feramid, kupfur, ferrozink kabi dori moddalari joriy etilgan.

#### **Nazorat savollari:**

1. Kimyo fani rivojlanish bosqichlari haqida ma'lumot bering.
2. Kimyo fanining vazifalari va ahamiyati haqida ma'lumot bering.
3. Materiya va modda haqida ma'lumot bering.
4. Modda va maydon orasidagi bog'liqlikni izohlang.



***Taqdimot № 1***

## **II BOB. ATOM, UNING ELEKTRON TUZILISHI. ATOM YADROSINING TUZILISHI VA YADRO REAKSIYALARI**

### **2.1-§. Atomning murakkabligi. Katod nurlarining kashf qilinishi va tabiati. Subatom zarrachalar: elektronlar, protonlar, neytronlar. Izotoplar, izobarlar, izotonlar**

XX asr boshlarida tabiatshunoslarning nazariy izlanishlari natijasida atom murakkab tuzilishga ega ekanligi, uning tarkibida musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar mavjudligi isbotlandi.

Gazlar razryadi natijasida paydo bo'lgan manfiy zaryadli zarrachalar oqimini tashkil etgan elektronlar massasi  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, zaryadi esa  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Kl (Kulon) ekanligi o'tgan asr oxirida aniqlandi.

E. Rezerford radioaktiv yemirilish natijasida ajralib chiqadigan  $\alpha$ -nurlar oqimining turli metall plastinkalari orqali o'tishida kuzatiladigan hodisalar natijasini umumlashtirib atomning planetar modelini taklif etdi.

Bu modelga binoan atomning massasi uning geometrik markazida, ya'ni yadrosida to'plangan, chunki elektronning massasi yadroni tashkil etuvchi elementar zarrachalar — proton yoki neytronnikidan taxminan 1840 marta yengil ekanligi aniq edi. Ayni atomning yadro zaryadi undagi elektronlar soniga teng.

Keyingi tekshirishlar (G. Mozli, 1914-yil) natijasida esa, atom yadrosining zaryadi shu elementning D. I. Mendeleyev davriy sistemasidagi tartib raqamiga teng bo'lishi aniqlandi.

Atomning murakkab tuzilishga ega ekanligini tushunish uchun optik spektrlarning tadqiqoti, bu hodisani vodorod atomi uchun N. Bor ishlab chiqqan postulatlarning fan uchun ahamiyati juda katta bo'ldi.

Hozirgi zamon tushunchalariga binoan musbat zaryadli yadro neytronlar (n) va musbat zaryadli protonlar (p) dan tashkil topgan. Neytronning massasi uglerod birligida (massa soni 12 bo'lgan uglerod izotopi massasining 1/12 qismi) deyarli 1 ga (aniqrog'i 1,00867 m.a.b, proton massasi 1,00728 m.a.b.ga) teng.

Yadro zarrachalari umumiy nom bilan nuklonlar deb ataladi. Yadro zarrachalari o‘zaro maxsus yadro kuchlari vositasida bog‘langan. Bu kuchlar juda qisqa masofa ( $\approx 10^{-13}$  sm) dagina namoyon bo‘ladi, yadro kuchlari bir-biriga yaqin joylashgan ikkita neytron, ikkita proton yoki proton va neytron orasida sodir bo‘ladi. Yadro kuchlarining manbai nuklonlarning  $\pi$ -mezon deb atalgan zarracha bilan almashinishi natijasidir. Bunday ho-latda proton neytronga aylanadi:  $p \leftrightarrow n + \pi^+$  yoki neytron protonga aylanadi  $n = p + \pi^-$  ( $\pi^+$  va  $\pi^-$  — musbat va manfiy zaryadli  $\pi$ -mezonlar). Bitta nuklon  $\pi$ -mezon chiqarsa, ikkinchisi uni qabul qiladi, ya’ni  $\pi$ -mezon yadro nuklonlari oralig‘ida ularni birlashtirib turuvchi zarracha xususiyatiga ega.

Elementlar yadrosi tarkibini turli miqdordagi proton va neytronlar tashkil etadi (faqat massasi 1 m.a.b. ga teng bo‘lgan vodorod atomining yadrosidagina neytron yo‘q).

Masalan, xrom atomining yadrosida 24 ta proton va 28 ta neytron bor, ular har birining massasi 1 ga teng bo‘lgani sababli, xrom yadrosida 52 ta nuklon bor. Atomning umumiy massasi uning yadrosida to‘plangani sababli, xrom atomining massasi ham 52 u.b. ga teng bo‘ladi.

Proton va neytron massalari yig‘indisiga teng bo‘lgan butun son yadroning massa soni deb ataladi. Ya’ni, aluminiy elementining nisbiy atom massasi 26,98154 ga, uning massa soni 27 ga teng, bu qiymat aluminiy yadrosidagi nuklonlar yig‘indisiga tengdir.

Bu qiymatlar asosida aluminiy elementining yadrosida 13 ta proton (tartib raqamiga teng qiymat), 14 ta neytron va yadrodan ma’lum masofada 13 ta elektron bor ekanligini hisoblash oson.

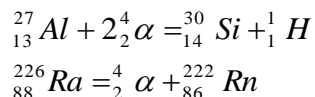
Elementlarning atom yadrolarini ifodalashda *struktur simvoli* qo‘llanadi, unga binoan element belgisi chap tomonining yuqori qismida massa soni, pastki qismida tartib raqami (protonlar soni) ko‘rsatiladi. Masalan,  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ ,  ${}_{9}^{19}\text{F}$ ,  ${}_{24}^{52}\text{Cr}$  va hokazo.

Yadrolar ishtirokida bo‘ladigan jarayonlar yadro reaksiyasi tenglamalari ko‘rinishida yoziladi. Yadro reaksiyalari tenglamalarida boshlang‘ich yadrolarning

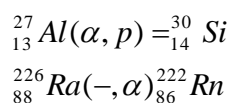


massa sonlari reaksiya mahsulotlarining massa sonlari yig'indisiga teng va boshlang'ich yadrolar zaryadlarining yig'indisi ham mahsulotlardagi zaryadlarning yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

Masalan,



Bu yadro reaksiyalarining tenglamalarini qisqa holda quyidagicha yozish ham mumkin:



(oxirgi tenglamadagi qavs ichidagi chiziqcha "–" boshlang'ich yadro o'z-o'zidan parchalanishini anglatadi).

## **2.2-§. Atom tarkibiy qismi-yadro, protonlar, neytronlar va ularning zaryadlari, massasi**

Tabiatda mavjud moddalar bir-biridan elementar zarrachalar - protonlar, neytronlar soniga qarab farqlanadi. So'nggi yillarda katta quvvatga ega bo'lgan tezlatgichlarning kashf etilishi va kosmik nurlar tarkibining analiz qilinishi natijasida 200 dan ortiq, elementar zarrachalarning borligi aniqlandi. Shu sababli, ko'pincha "elementar zarrachalar" tushunchasi o'rniga "fundamental zarrachalar" termini ishlatilmoqda.

**Atom** - *protonlar* va *neytronlardan* tarkib topgan musbat zaryadlangan yadrodan va uning atrofida xarakterlanadigan manfiy zaryadli elektronlardan iborat. Ko'pgina atomlar barqaror bo'lib, juda uzoq, muddatgacha o'z holatini saqlay oladi. Lekin ba'zi atomlar ma'lum vaqtdan keyin yadroda bo'ladigan o'zgarishlar tufayli boshqa atomlarga aylanib ketadi. Bunday atomlar *radioaktiv atomlar* deb ataladi.

Atom elektroneytral bo'lib, yadro atrofidagi elektronlarning umumiy soni yadroning musbat zaryadiga teng. Agar atomdan bir yoki bir necha elektron chiqarib yuborilsa, musbat zaryadli ion - kation, atom elektron biriktirib olsa, manfiy zaryadli ion - anion hosil bo'ladi. Atomdagi elektronlar soni va musbat zaryadlangan yadro zaryadi ayni atomning kimyoviy reaksiyadagi ahamiyatini tavsiflaydi.

**Kimyoviy element** - bir xil zaryadli yadroga ega bo'lgan atomlar to'plamidir. Yadro zaryadi elementning kimyoviy elementlar davriy sistemasida joylashgan o'rnini belgilaydi; elementning davriy sistemadagi tartib raqami uning atom yadrosi zaryadiga teng.

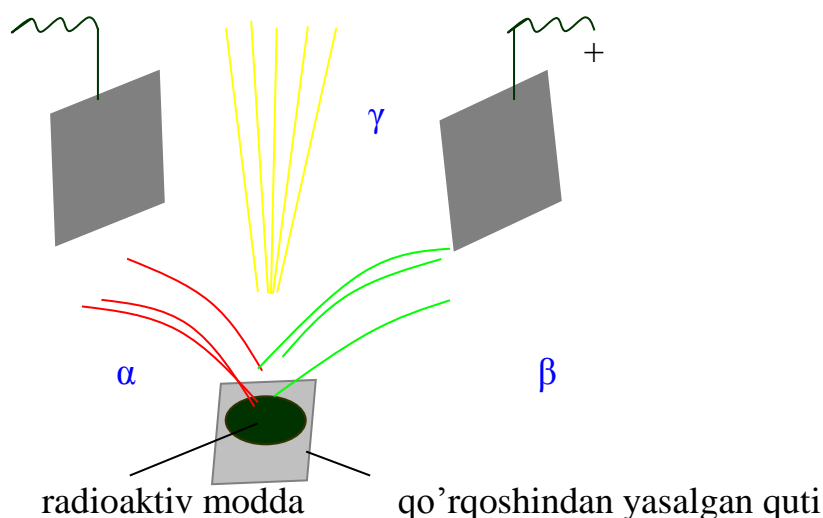
**Kanal nurlari.** Katod trubkada, katod nurlari bilan bir qatorda, kanal nurlari ham vujudga keladi. Kanal nurlarining hosil bo'lishi shunday tushuntiriladi: elektronlar o'z yo'lida katod trubkasidagi katod trubkasi to'ldirilgan gazni ionlashtiriladi, natijada elektronni yo'qotgan + zaryadli zarrachalar hosil bo'ladi. kanal nurlari qarama-qarshi tomonga harakat qiladi. Elektr maydoniga og'adi. (- tomon). Shisha devorida lyuminesentsiyalanadi.

**Rentgen nurlari.** Qattiq satxga (masalan, biror metallni) katod nurlari tushirsak, qattiq satx ko'zga ko'rinmaydigan nurlar chiqaradi. Bu nurlar fotografiya plastinkasiga ta'sir qiladi, lekin elektr maydonida hech tomonga og'maydi. Demak, ular zaryarsiz zarrachalardir. Bu nurlarni 1895 yilda nems fizigi Rentgen kashf qildi va olim nomiga rentgen nurlari deb ataldi. Rentgen nurlari elektromagnit to'lqinlar (nurlar) bo'lib, ularning to'lqin uzunligi 0,06-20 Å o'rta sida. Rentgen nurlari rentgen trubkalarida olinadi.

Katod juda yuqori t<sup>o</sup>gacha qizdirilgan volfram ipdir. Anod ham volframdan tayyorlanadi. Rentgen nurlari qog'oz, yog'ochdan, materialdan, hayvon va odam organizmidan bemalol o'ta oladi. Rentgen nurlari organizmning zich joylarida ko'proq yuriladi, zichmas joylarida kamroq. Organism orqali o'tgan nurni fotoplastinkaga tushirib, kerakli joining (a'zoning) rasmi olinishi mumkin.

**Tabiiy radioaktivlik.** Frantsuz olimi Bekkerel uran tuzlarining fotografiya qog'ozini qaytarishini topdi. Bu hodisani radioaktivlik deb ataldi. Moddalarni esa

radioaktiv moddalar deyildi. Tadqiqotlarning ko‘rsatishicha radioaktiv moddalar 3 xil nur chiqarar ekan:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Keyin aniqlanishicha,  $\alpha$  nurlar-geliy yadrolari,  $\beta$  nurlar-elektronlar,  $\gamma$  nurlar-elektromagnit to‘lqinlar (nurlar) ekan.



2.1.-rasm. Radioaktiv moddaning o‘zidan 3xil nur ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) ni ajratib chiqarishi.

Katod va rentgen nurlarining kashf qilinishi, radioaktivlikning kashf qilinishi olimlarni atomlar + va - zarrachalardan tashkil topgan murakkab sistemadir degan fikrga olib keldi.

### 2.3-§. Izotoplar. Izobarlar. Izotonlar

XX asrning boshlarida kimyo va fizika fanlarining rivojlanishi natijasida ayni bir elementning yadro zaryadlari bir xil, lekin atomlarining massalari har xil ekanligi aniqlandi. Atomlar yadro zaryadlarining bir xil bo‘lishi ular yagona element atomlari ekanligini ko‘rsatadi. Masalan, tabiatda argon elementining quyidagi uchta shakli —  ${}_{18}^{36}Ar, {}_{18}^{38}Ar, {}_{18}^{40}Ar$  uchraydi, qo‘rg‘oshin elementi  ${}_{82}^{204}Pb, {}_{82}^{206}Pb$  va  ${}_{82}^{207}Pb$  atomlar ko‘rinishida bo‘ladi.

➤ *izotoplar:*

---

*Yadro zaryadlari bir xil, lekin atom massalari turlicha bo‘lgan kimyoviy elementlar turkumi izotoplar deb ataladi*

---

Elementlarning izotoplari turli miqdorda bo'lishi mumkin, masalan, simob va qalay yettitadan, ksenon — to'qqizta, vodorod va kislorod — uchtadan izotopga ega. Yagona izotopdan iborat bo'lgan elementlar juda kam, masalan, fluor shunday elementlar jumlasidandir. Juft tartib raqamli elementlarning izotoplari toq tartib raqamli elementlarnikidan ko'proq bo'lishi aniqlangan. Izotoplarning atom massalari yetarli darajada aniqlik bilan o'lchanganda ularning massalari deyarli butun son bo'ladi. D. I. Mendeleev jadvalida keltirilgan elementlarning atom massalari ularning tabiiy izotoplarining bir xil miqdorda bo'lmasligi natijasidir, bunday butun bo'lmagan atom massalar aralash izotoplar massalarining o'rta cha qiymatidir.

Masalan, tabiiy xlor tarkibida massa sonlari 35 va 37 bo'lgan izotoplardan tegishlicha 75 va 25 % dan aralashgan bo'ladi. Elementning o'rta cha atom massasi 35,46 ga teng bo'lishini hisoblash oson. Ayni element izotoplarining kimyoviy xossalari bir xil bo'lganligi sababli, ularni bir-biridan farq qilish qiyin.

➤ *izobarlar:*

---

*Tabiiy elementlar orasida massa sonlari o'zaro teng, lekin yadro zaryadlari har xil bo'lgan elementlar — izobarlar deb ataladi.*

---

Bunday zarrachalarga misol tariqasida nisbiy atom massalari 40 ga teng bo'lgan kaliy va argonni, nisbiy atom massalari 54 ga teng bo'lgan xrom va temirni, nisbiy atom massalari 123 ga teng bo'lgan surma va tellurlarni keltirish mumkin. Izotoplar bilan izobarlardagi yadro zarrachalar tarkibi har xil bo'lgan yana bir guruh zarrachalar — izotonlar ham ma'lum.

➤ *izotonlar:*

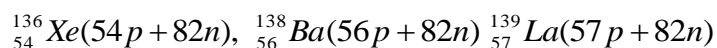
---

*Atomlar yadrosida neytronlar soni bir xil bo'lgan zarrachalarni izotonlar deb ataladi.*

---

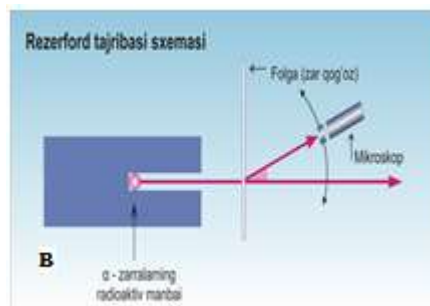
Yuqorida aytilgan ayni element izotoplari kimyoviy jihatdan bir-biridan farq qilmaydi degan tushuncha vodorod izotoplari uchun amal qilmaydi, chunki vodorod elementining izotopi protiy (massa soni 1 ga teng) bilan og‘ir izotop — deyeriy (massa soni 2 ga teng) bir-biridan farq qiladi. Reaksiya tezligi unda qatnashuvchi zarrachalar harakat tezligi bilan bog‘liq bo‘lishi sababli «og‘ir suv» ( $D_2O$ ) oddiy suvga nisbatan kimyoviy reaksiyalarda sustroq qatnashadi. Biologik jarayonlar bunday suv ishtirok etganda sustlashadi, fermentlar faoliyati keskin pasayadi. Massa soni 3 ga teng bo‘lgan vodorod elementining izotopi — tritiy ( $T_2O$  — o‘ta og‘ir suv) kislorodli birikmasining bunday xossalari yanada katta farq qiladi.

Izotonlarga misollar:



#### 2.4-§. Atomning planetar modeli (E. Rezerford). N. Borning statsionar orbitallar haqida gipotezasi

**Rezerford usuli.** Bu usulni Rezerford 1911 yili kashf etgan. Radioaktiv elementlar parchalanishi natijasida o‘zidan  $\alpha$ -zarrachalar chiqaradi. Bu zarrachalar biror moddaga to‘qnashib qarshilikka uchraydi. Natijada o‘ziga ikkita elektron biriktirib, geliy atomiga aylanadi. Hosil bo‘lgan geliy miqdorini miqrousul yordamida aniqlash mumkin. Bir gramm radiyning bir yilda parchalanishi natijasida  $159 \text{ mm}^3$  yoki sekundiga 5,03 nm geliy hosil bo‘lishi tajribada aniqlangan.



2.2.-rasm. E.Rezerford: a) E.Rezerford tajriba jarayonida; b) E.Rezerford tajribasi sxemasi.

**Ernest Rezerford, Nelsonlik 1-baron Rezerford** (1871-1937) - kelib chiqishi Yangi Zelandiya bo‘lgan ingliz fizigi. Yadro fizikasining "otasi" sifatida tanilgan. Atomning sayyoraviy modelini yaratuvchisi. 1908 yil Kimyo bo‘yicha Nobel mukofoti laureate. radioaktivlik va

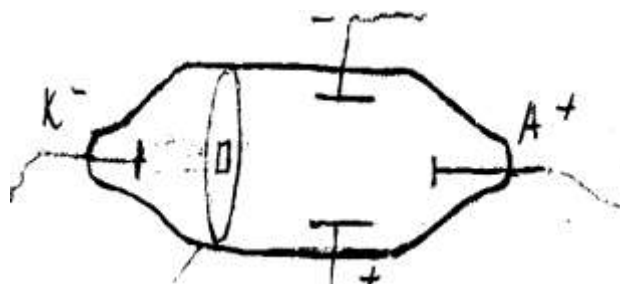
atomning tuzilishi to'g'risidagi ta'limot asoschilaridan biri. London Qirollik jamiyati a'zosi (1903-y. dan). Rezerford 1907 — 19 y. lar Manchester, 1919-y. dan Kembrij universiteti prof. va bir vaqtning o'zida Kavendish laboratoriyasi direktori. Rezerford 1903-yilda F. Soddi bilan birgalikda radioaktiv yemirilish nazariyasini yaratdi va bir element atomining boshka element atomiga aylanishini isbotlab berdi. 1911-y. da atomning Quyosh sistemasiga o'xshash planetar modelini yaratdi. Shu modelga asoslanib 1913-y. da N Bor atom tuzilishining kvant nazariyasini va spektrlar nazariyasini yaratdi. 1919-y. da azotni kislorodga aylantirgan birinchi sun'iy yadro reaksiyasini amalga oshirdi; bu bilan hozirgi zamon yadro fizikasiga asos soldi. Shu vaqtdan boshlab Rezerford atom yadrolarini tezkor zarralar ta'sirida sun'iy yo'l bilan o'zgartirish masalalari bilan shug'ullana boshladi. 1921-y. da u neytral zarralar — neytronlarning mavjudligi to'g'risidagi fikrni o'rtaga tashladi. 1932-y. da Rezerfordning shogirdi J. Chedvik neytronni kashf qildi.

Geliy atomi hosil qiladigan  $\alpha$  - zarrachalar ko'z bilan kuzatish mumkin bo'lgan energiyaga ega. Shuning uchun ma'lum miqdordagi radioaktiv modda chiqargan  $\alpha$  - zarrachalarni hisoblash mumkin. Masalan: 1 g radiy bir sequnda  $13,6 \cdot 10^{10}$  ta  $\alpha$  -zarracha chiqaradi. Bizga ma'lumki, 1 mol geliy oddiy sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi.

XIX asrga kelib, atom murakkab tuzilishga aga degan fikrga kelindi. Bunday fikrga kelishga quyidagi kashfiyotlar sabab bo'ldi:

- 1) Katod va rentgen nurlarining kashf qilinishi;
- 2) Radioaktivlik hodisasining kashf qilinishi.

1879 yilda ingliz olimi Kruks katod nurlarini kashf qildi. U shunday tajriba o'tkazdi:



Trubkadan havo so'rib chiqariladi. Trubka orqali kuchlanish yuqori bo'lgan tok o'tkazilganda, Kruks katoddan ko'zga ko'rinmaydigan nurlarni uchib chiqishini kuzatdi. Bu nurlar qanday payqaldi? Bu nurlar shisha idish devorlariga urilib, unda yaltillash, chaqnash (lyuminesentsiya) hosil qiladi. Bu nurlarni katod nurlari deb ataladi. Katod nurlari yengil narsalarni harakatga keltiradi, elektr maydonida + qutb tomon og'adi. Bundan Kruks demak, katod nurlari tez

harakatlanadigan-zaryadlangan zarrachalar oqimi degan xulosaga keldi. Katod nurlarini keyinchalik elektronlar deb ataldi.

Elektron zaryadi:  $4,803 \cdot 10^{-10}$  elektrostatik birlik yoki  $1,601 \cdot 10^{-19}$  kulonga teng.

Elektron massasi:  $9,1 \cdot 10^{-28}$  g ga teng bo'lib, vodorod atomi massasidan 1840 marta yengil. Katod nurlarining tezligi  $\approx$  yorug'lik tezligi yarmiga teng.

**Atomning planetar modeli.** Atomning birinchi modelini ingliz olimi Tomson (1903) tavsiya qildi. Uning tavsiyasiga ko'ra, atom + zaryadlangan sferadan va unga yopishib turgan elektronlardan iborat.

Tomson tavsiya qilgan bu model, ingliz olimi E.Rezerford qilgan tajribalardan keyin talablarga javob bermay qoldi. Rezerford o'z shogirdlari bilan quyidagi tajribani qildi:

U  $\alpha$  zarrachalarning havo va turli metallardan tayyorlangan folga (qog'oz) orqali o'tishini tekshirdi va quyidagi hodisani kuzatdi: tushirilgan  $\alpha$  zarrachalarning deyarli ko'pchilik qismi folgadan to'g'ri o'tadi. Taxminan 0,01 % esa  $90^\circ\text{C}$  ga yoki orqaga qaytadi.

Bundan u shunday xulosaga keldi: atomda musbat zaryadlangan yadro bor. Bu yadroning o'lchami juda kichik. Masalan, agar atomning diametric  $10^{-8}$  sm bo'lsa, yadroning diametric  $10^{-13}$  ga teng. Yadro atom hajmining  $10^{-15}$  qismini tashkil qiladi. Masalan, atom hajmini 1 desak, yadro hajmi shuning 0, (5 ta nol) qismini tashkil qiladi. Demak, atomdagi musbat zaryadlar Tomson tavsiya qilganidek, katta sferada emas juda kichik hajmda joylashgan.

Rezerford tajribasida yadroga to'g'ri kelgan  $\alpha$ -zarrachalar orqasiga qaytadi. Rezerford o'z tajribalari natijalaridan foydalanib atomning planetar modelini taklif qildi.

Elektronlar soni yadro zaryadiga teng,—dedi Rezerford. Atom esa elektroneytraldir, shuning uchun yadro va elektronlar o'rta sida kuloncha tortishish kuchi mavjud:

$$F = \frac{ez_e}{r^2} \quad z_e - \text{zaryad yadro; } e - \text{elektron zaryadi}$$

$r$  – yadro va elektronlar o‘rta sidagi masofa.

Elektron yadro atrofida harakatlanib turadi. Demak, electron qandaydir markazdan qochma kuchga ega:

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad m - \text{massa}; \quad v - \text{tezlik}; \quad r - \text{yadro va elektron o'rtasi masofasi}$$

masofa.

Yadro va elektron o‘rta sidagi elektrostatik tortishish kuchi va markazdan qochma kuch bir-biriga teng bo‘lgani uchun elektron, ya'ni  $\frac{mv^2}{r} = \frac{eZ_e}{r^2}$  bo‘lgani uchun elektron yadrodan uzoqlashib ham ketmaydi, yadroga yopishib ham qolmaydi, ya'ni doim harakatlanib turadi.

Rezerford yadro atrofida yer quyosh atrofida aylangandek aylanadi, ya'ni elektron harakati mexanikaning harakat qonunlariga bo‘ysunadi deb o‘yladi. Agar elektronlar harakati mexanika qonunlariga bo‘ysunsa, u holda elektron yadro atrofida harakatlanayotganda energiya sarf qilishi kerak. Bu energiya nur ko‘rinishida chiqib ketishi zarur. Bunda elektronning energiyasi kamaya borib uning harakati ham sekinlashib, u yadroga yopishib qolishi kerak edi, hamda elektron chiqaradigan nur (elektromagnit to‘lqinlar) ham to‘xtashi kerak. Elektronning yadroga yopishishi sekundning ulushlari ichida yuz berishi kerak.

Ikkinchidan, elektronning harakat tezligi asta–sekin uzluksiz kamayib borishi kerak, hamda elektron nur ko‘rinishida chiqarayotgan elektromagnit to‘lqinlarning uzunligi asta–sekin o‘zgarishi lozim edi, ya'ni elektron chiqarayotgan nurni prizmadan o‘tkazsak, **biz ||| kabi chiziqlar emas, balki ===== kabi chiziq** olishimiz kerak edi. Haqiqatda esa shunday emas. Rezerford nazariyasining bu o‘jiz tomonini atom tuzilishining kvant nazariyasi tushuntirib berdi.

### **Bor nazariyasi**

Atom tuzilishining E.Rezerford taklif etgan yadro nazariyasi keng tarqaldi. Rezerford nazariyasiga muvofik elektron yadro atrofida planetalar quyosh atrofida aylangan singari aylanadi.



Ammo klassik elektrodinamika qonunlariga ko'ra elektronlar harakatlanish paytida nurlanib doimo energiya yo'qotib turishi kerak. Natijada elektronlar harakati sekinlashib, ular asta sekin yadroga yaqinlashishlari va nihoyat unga tushib qolishlari kerak edi. Bundan tashqari elektronlar aylanma harakatida yorug'likning nurlanish chastotasi elektrokimyoviy orbita aylanish chastotasiga teng bo'lish kerak. Shu sababli, elektron yadroga yaqinlashgan sari nurlanayotgan yorug'likning chastotasi doim o'zgarish va nurlanishning yoppa spektriga aylanish kerak. Ammo, dalillar bu xulosani rad etadi. XIX asrning 60-yillaridayok, qattiq qizdirilgan gaz yoki bug'dan chiqqan yorug'likning parchalanishi natijasida, shu modda uchun xos bo'lgan va bir necha xil rangli chiziqlardan tuzilgan spektr hosil bo'ladi. 1913 yilda Daniya olimi N. Bor M. Plankning nurlanishni kvant nazariyasi asosida atom tuzilishi nazariyasini rivojlantirdi.

Kvant nazariyasining mohiyati quyidagicha: nur energiyasi uzluksiz oqim bo'lib emas, balki alohida portsiyalar-energiya kvantlar xolida chiqadi va yutiladi.

*Kvant energiyasining kattaligi  $\varepsilon$  nur chiqarish chastotasi- $\gamma$  ga to'g'ri proporsional:  $\varepsilon = h \gamma$*

$h$ -Plank doimiysi,  $6.6 \cdot 10^{-27}$  erg.sek<sup>1</sup> ga teng. Bu kattalik ta'sir kvanti deyiladi. Elektron bir orbitadan boshqasiga o'tganda chiqadigan energiya miqdori proporsional, ya'ni kvantlar bilan o'zgaradi:

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_0 = h\gamma_1; \quad \varepsilon_2 - \varepsilon_0 = h\gamma_2; \quad \varepsilon_3 - \varepsilon_0 = h\gamma_3 \text{ va hakoza.}$$

Elektronning har bir statsionar orbitadagi holatiga atom energiyasining ma'lum miqdor zapasi to'g'ri keladi. Elektron birinchi orbitada harakatlanayotganda yadroga eng kuchli tortiladi, energiya zapasi esa eng kam bo'ladi. Atomning bunday holati *normal holat* deyiladi. Agar atomga energiya berilsa, masalan, jism yoritilsa, elektron yadrodan uzoqroqdagi orbitalardan biriga kuchadi, bunda uning yadroga tortilish kuchi kamayadi, atomning

energiya zapasi esa ko‘payadi Atomning bunday holati *qo‘zg‘algan holati* deyiladi.

Atom qo‘zg‘algan holatida sekundiga 1/1000.000 ulushiga qadar vaqt tura oladi, keyin elektron yana avvalgi holatga qaytadi. Elektronning yadrodan uzoqroqdagi orbitadan yaqinrok orbitaga qaytadi. Elektronning yadrodan uzoqroqdagi orbitadan yaqinrok orbitaga o‘tishida nur energiya kvantlari chiqadi:

$$\varepsilon_k - \varepsilon_N = \varepsilon = h\gamma$$

$$\gamma = \frac{\varepsilon_k - \varepsilon_N}{h} = \frac{\varepsilon_k}{h} - \frac{\varepsilon_N}{h}$$

bunda  $\varepsilon_N$  va  $\varepsilon_k$  - atomning elektron boshqa orbitaga o‘tmasdan oldingi dastlabki energiyasi, hamda oxirgi elektron o‘tgandan keyingi energiya:

Bor formulasi

$$\gamma = 3,3 \cdot 10^{15} [(1/n_{\text{yakin}}^2) - (1/n_{\text{uzok}}^2)] \cdot \text{sek}^{-1}$$

1885 yilda Shveysariyalik fizik I. Ya. Balmer tegishli spektrlarning to‘lqin uzunligini o‘lchash asosida spektrda chiziqlarning bunday izchilligi joylanishi ma`lum konuniyatga bo‘ysunishi empirik yo‘l bilan aniqlanadi.

$$\gamma = R[(1/2^2) - (1/n^2)] \cdot \text{sek}^{-1}$$

**R**-konstanta ( $3,3 \cdot 10^{15}$ ), **n**-butun son,  $\gamma$  3, 4, 5 va ... bo‘lishi mumkin.

$\gamma$  ultrabinafsha nurlar  $\gamma$  kurinadigan nurlar  $\gamma$  infraqizil nurlar.

## 2.5-§. Atom tuzilishini hozirgi zamonda tushuntirish. Energetik pog‘onalar va atom orbitallar. Kvant sonlari va ularning fizik ma’nosi

**1. Postulat:** Elektron atomda yadro atrofida istalgan orbitallar bo‘ylab emas, balki muayyan radiusli kvantlangan orbitallar bo‘ylab harakatlanadi. Bu orbitallarni barqaror yoki statsionar orbitallar deyiladi. Bu orbitallar quyidagi tenglikni qanoatlantirishi kerak.

$$mvr = \frac{h}{2\pi} n \text{ bu yerda: } m\text{-elektron massasi; } v\text{-elektron tezligi; } r\text{-orbital radiusi;}$$

$h$ -Plank doimiysi;

Elektronning harakat  $n$ -kvant soni, butun sonlardan iborat bo'lishi mumkin (1,2,3...) miqdori momenti

2. Elektron statsionar orbitallardan birida harakatlanganda energiya yutmaydi ham, chiqarmaydi ham (Bu postulat klassik elektrodinamika tushunchalariga qarshidir. Lekin Bor bu muhim postulatni o'ziga qabul qildi).

3. Elektron bir orbitaldan ikkinchi orbitalga ko'chib o'tganda (sakrab o'tganda) energiya yutadi yo chiqaradi. Bu energiya nur ko'rinishida bo'ladi. Elektronning dastlabki holatdagi energiyasini  $E_d$  desak, ko'chib o'tgandan keyingi energiyasini  $E_o$  desak, energiyalar farqi

$$E_d - E_o = h\nu \text{ ga teng.}$$

Yadroga eng yaqin orbital atomning barqarorroq (normal) holatiga muvofiq keladi, boshqacha aytganda elektron yadroga eng yaqin orbitalda bo'lsa, atom normal holatda deyiladi. Yadroga eng yaqin orbitalda elektronning energiyasi eng kam bo'ladi. Elektroniga tashqaridan energiya berilsa, u yadrodan uzoqroq joylashgan boshqa orbitalga sakrab o'tadi. Orbital yadrodan qancha uzoq bo'lsa, shu orbitalda elektronning energiyasi shuncha yuqari bo'ladi. Ba'zan buni "elektron yuqoriroq energetik pog'ona(sath)da" deb ham ataydilar. Elektron yuqori energetik pog'ona(sath)da bo'lgan atomni ("uyg'ongan", "hayajonlangan") atom deyiladi. Biz bilamizki, agar elektron yadroga eng yaqin orbitalda bo'lsa, atom normal holatda bo'ladi. "Hayajonlangan" atomning yashash davri  $10^{-8}$  sek. Boshqacha atyganda, atomga energiya bersak, u "hayajonlangan" holatga o'tadi. Atom "hayajonlangan" holatda  $10^{-8}$  sek mavjud bo'la oladi. Keyin yana nur ko'rinishida energiya chiqarib normal holatga qaytadi.

Orbital radiusini na elektronning muayyan orbitaldagi harakat tezligini hisoblash. Biz o'tgan gal ko'rgan edikki, elektronning doimiy ushlab turuvchi kuch:

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{e^2}{r^2} \quad (1)$$

Borning ikkinchi postulatiga asosan:

$$m_e v \cdot r = n \left( \frac{h}{2\pi} \right) \quad (2)$$

(2) dan V ni topsak 
$$v = n \left( \frac{h}{2\pi} \right) \frac{1}{m_e r} \quad (3)$$

(3) ni (1) ga qo‘ysak,

$$\frac{1}{4\pi^2 m_e^2 r^2} = \frac{4\pi^2 m_e^2 r}{r e^2} \quad m_e n^2 h^2 = 4\pi^2 m_e^2 r e^2$$

$$\boxed{r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e e^2}} \quad (4)$$

(4) formuladan foydalanib elektronning harakatlanish orbitallari H<sub>2</sub> uchun hisoblab chiqilgan.

n = 1 bo‘lganda (birinchi orbital) r = 0,53 Å bo‘lib chiqdi. Mumkin bo‘lgan orbitallar radiuslari nisbatan

r<sub>1</sub> : r<sub>2</sub> : r<sub>3</sub> = 1<sup>2</sup> : 2<sup>2</sup> : 3<sup>2</sup> : 4<sup>2</sup>... : n<sup>2</sup> kabi ekan. (3) formuladan foydalanib, shu orbitaldagi elektronning tezligini hisoblab topish mumkin. Bu V=2200 km/sek ekan. Taqqoslash uchun Vostok-1, Vostok-2 kosmik kemalari tezligi 7,5 km/sek ekanini aytib o‘tamiz. Yerning quyosh atrofida aylanish tezligi esa 30 km/sek. Ikkinchi orbitaldagi elektronning harakat tezligi birinchi orbitaldagiga nisbatan 3 marta kam. Birinchi orbitaldan elektronni chiqarish uchun 3 orbitaldan chiqarib yuborishga qaraganda 9 marta ko‘p energiya sarflash zarur.

## 2.6-§. Elektronlarning energiyalarining kvant sonlari bilan tafsiflash

**Bosh kvant soni.** Yana bir marta N. Bor postulatlarini takrorlab o‘taman. Demak, electron atomda muayyan energetik sath(pog‘ona)ga muvofiq keladigan orbitallar bo‘ylab harakatlanadi. Atomga tashqaridan energiya berilsa, elektron yadrodan uzoqroq orbitalga (muayyan kvant pog‘onaga muvofiq keladigan) o‘tadi. Muayyan kvant energetik pog‘onaga muvofiq keladigan orbitalga stasionar orbitallar deyiladi. Stasionar orbitalarni xarakterlaydigan butun sonlar (1,2,3,4..)ga bosh kvant sonlari deyiladi. Bu sonlar (1,2,3..) K, L, M, N..bilan belgilanadigan muayyan kvant sath(pog‘onaga) [qo‘pol qilib aytganda qavatga] muvofiq keladi.

Ya'ni energetik pog'ona (elektron qavatlar-bizning tushunchamizcha!!!)lar sonlardan tashqari (1,2,3..) harflar bilan ham ( $K, L, M, N..$ ) belgilanadi.

Bosh kvant son qiymati  $n = 1, 2, 3, 4, 5...$

Muvofiq keladigan energetik pog'onaning harfiy ifodasi  $K, L, M, N, O...$

**Bosh kvant soni.**  $n$  ma'lum bir orbitalga muvofiq keladigan energiya darajasini va bu orbitalning yadrodan qancha uzoqda ekanligini ko'rsatadi. Ma'lum bir energetik sath(pog'ona)ni qisman yoki butunlay to'ldirgan elektronlar elektron qavatni hosil qiladi. Demak,  $K, L, M..$ elektron qavatlar va shu qavatlarni hosil qiladigan  $K, L, M..$  elektronlar haqida gapirish mumkin. Shu narsani esdan chiqarmaslik kerakki, atomda energetik sath(pog'ona)lar, shu og'onalarda elektron bor-yo'qligidan qat'iy nazar doim mavjud.

$n=1$  qiymat nisbatan kam energiyali pog'ona  $K$  ga muvofiq keladi.  $n=2$  esa nisbatan yuqori energetik pog'ona  $L$  ga muvofiq keladi. Boshqacha aytganda,  $K$  energetik pog'onada joylashgan elektronlarning energiyasi  $L$  pog'onada joylashgan elektronlar energiyasidan kam.

**Orbital kvant soni** yoki yonaki kvant soni ( $\ell$ ). Orbital kvant soni orbitalning formasini harakterlaydi (orbital formasi doiraviy (**Doira shakli**) yoki elliptik (**elliptik shakli**) bo'lishi ham mumkin). Orbital kvant soni 0 dan boshlab ( $n-1$ ) qiymatni qabul qilishi mumkin. Masalan,  $n=2$  bo'lsa,  $\ell=0,1$ .

Demak, orbital kvant soni muayyan energetik pog'onadagi ( $n$ ) orbitalarning mumkin bo'lgan shakllari sonini belgilaydi. Ko'rinib turibdiki,  $n$  qancha bo'lsa,  $\ell$  ham shuncha qiymatga ega. Masalan,  $n=3$  ( $M$  pog'ona) bo'lganda  $\ell=0,1,2$  qiymatlarni oladi. Boshqacha aytganda, 3-energetik pog'onada 3 xil orbital mavjud. Shulardan biri ( $\ell=0$ )-doiraviy orbital qolgan ikkitasi esa  $\ell=1$  va  $\ell=2$  elliptik orbitalar.

Ko'rinib turibdiki,  $\ell$  ning qiymati qancha katta bo'lsa, elliptik orbitalning cho'zilganligi shuncha katta bo'ladi.

Atomda tashqaridan energiya bersak, bitta energetik pog'onadagi elektronlar o'zini har xil tutadi. Elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanadigan elektronlar, doiraviy orbital bo'ylab harakatlanadigan elektronlarga nisbatan energiya ta'siriga

tez beriladi. Bu hol shuni ko'rsatadiki, demak, bitta energetik pog'onaning o'zidagi elektronlarning yadro bilan bog'lanish energiyasi turli xildir. Boshqacha qilib aytganda, energetik pog'onalar o'z navbatida pog'onalardan tashkil topgan.

Orbital kvant son $\ell$	$0$	$1$	$2$	$3$	$\dots$
muvofiq keladigan					
pog'onaning harfiy ifodasi	$s$	$p$	$d$	$f$	

$n$  nechta bo'lsa, pog'onachalar soni ham shunchadir. Masalan,  $N$  pog'onaga ( $n=4$ ) to'rtta orbital muvofiq keladi: 1 ta doiraviy ( $\ell=0$ ) va 3 ta elliptik ( $\ell=0,1,2,3$ ). Demak, pog'onachalar soni ham 4 ta bo'lishi kerak ( $s,p,d,f$ ). Elektronlar bilan band bo'lgan yoki bo'lmagan pog'onacha elektron qavatcha hosil qiladi. Bitta elektron qavatning o'zida  $s$ -pog'onachada elektronning energiyasi kam,  $p$ -pog'onachada esa ko'proq bo'ladi.

**Magnit kvant soni ( $m_\ell$ ).** Biz ko'rdikki, orbital kvant soni  $\ell$  berilgan qavatdagi orbitalar shaklining turli-tumanligini ko'rsatadi. Biroq har bir elektron qavatda bir xil formadagi bir necha orbital bo'lishi mumkin. Lekin, bu orbitalarning shakli (formasi) bir xil bo'lgani, ular fazoda turli xil joylashishi mumkin. Berilgan elektron qavatdagi orbitalarning bu oriyentasiyalarning soni magnit kvant soni bilan aniqlanadi ( $m_\ell$ ). Magnit kvant soni  $-\ell, 0, +\ell$  qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Masalan, agar  $\ell=0$  (doiraviy orbital) bo'lsa,  $m_\ell=0$  dir.

Bu demak, doiraviy orbital bo'lgan paytda uning atomning magnit o'qiga nisbatan oriyentasiyasi (joylashishi) atigi 1tadir degan so'zdir. Bu  $s$  qavatcha uchun xarakterlidir, orbitalsi 1ta doiraviy orbitaldan tashkil topgan.  $\ell$  ning qiymati qancha katta bo'lsa, (ya'ni orbital qancha cho'zilgan bo'lsa)  $m_\ell$  shuncha ko'p qiymatlarni qabul qiladi.  $\ell=1$  bo'lsa,  $m_\ell = -1, 0, +1$  ya'ni  $p$  qavatcha 3ta elliptik orbitalni o'z ichiga oladi. Bu orbitalar fazoda turlicha joylashgandir.  $\ell=2$  bo'lsa,  $m_\ell = -2, -1, 0, +1, +2$  ya'ni  $d$  qavatchada 5ta elliptik orbital bo'lib, bu orbitalar fazoda turlicha joylashgan.  $\ell=3$  bo'lsa,  $m_\ell = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ . Demak, ( $\ell=3$   $f$  qavatchaga to'g'ri keladi)  $f$  qavatchada 7 ta elliptik orbital bor bo'lib, bu orbitalar fazoda turli xil joylashgan.

Ko‘rinib turibdiki,  $\ell$  ning qiymati oshishi bilan  $m_\ell$  (ya'ni orbitalar soni) arifmetik progressiya bilan oshayapti 1,3,5,7..  $\ell$  ning biror qiymatiga muvofiq keladigan bir xil shakldagi orbitalar sonini quyidagicha formuladan aniqlash mumkin:

$$m_\ell = 2\ell + 1$$

Yuqorida biz ko‘rib chiqqan 3 ta kvant sonlar ( $n, \ell, m_\ell$ )dan foydalanib elektron qavatlardagi orbitalar sonini hisoblab chiqish (ularning formasini ham e'tiborga olgan holda) mumkin.

Shunday hisoblash tablisada keltiriladi.

### 2.6. 1–jadval

Elektro <i>n</i> qavat	Shu qavatga muvofiq kel- <i>n</i> bosh kvant soni	Elektron qavatchalar			Elektronlarning maksimal soni	
		Orbital tipi (qavatcha)	Orbital kvant son	Orbitalar soni	Berilgan qavatchad <i>a</i>	Elektron qavatcha
	<i>n</i>		<i>E</i>	$2\ell + 1$	$(2\ell + 1) \cdot 2$	$2n^2$
<i>K</i>	1	<i>s</i>	0	1 } $1^2$	2	$2 = 2 \cdot 1^2$
<i>L</i>	2	<i>s</i>	0	1 } $2^2$	2	$8 = 2 \cdot 2^2$
		<i>p</i>	1	3	6	
<i>M</i>	3	<i>s</i>	0	1	2	$18 = 2 \cdot 3^2$
		<i>p</i>	1	3 } $3^2$	6	
		<i>d</i>	2	5	10	
<i>N</i>	4	<i>s</i>	0	1	2	$32 = 2 \cdot 4^2$
		<i>p</i>	1	3 } $4^2$	6	
		<i>d</i>	2	5	10	
		<i>f</i>	3	7	14	

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, *K* elektron qavat ( $n=1$ ) 5ta qavatchadan (pog‘onachadan) iborat bo‘lib, bu qavatchadan elektronlar 1ta doiraviy orbitalda

harakat qiladi (*s*-orbital). Keyingi *L* qavat ( $n=2$ ) 2ta qavatchadan va 4ta orbitaldan ( $\ell=0, \ell=2$ ).

1s 3p orbital ( $2^2$ )  $m_\ell = 0, m_\ell = -1, 0, +1$

*M* qavat ( $n=3$ ) 3ta qavatchadan tashkil topgan, orbitalar soni 9ta ( $3^2$ ) 1s 3p 5d orbital. *N* qavat 4ta qavatchadan tashkil topgan. Shu 4ta qavatchadagi orbitalar soni 16ta ( $4^2$ )

<i>1s</i>	}	orbital
<i>3p</i>		
<i>5d</i>		
<i>7f</i>		
	_____	jami:16

Demak, bosh kvant soniga (*n*) muvofiq keladigan stasionar orbitalarning umumiy soni  $n^2$  ga teng.

**Spin kvant soni  $m_s$ .** Biz 3ta kvant sonni ko‘rib chiqdik. Atomdagi elektronni xarakterlovchi yana bir kvant soni bor. Bu spin kvant sonidir. *Spin kvant son* — s-elektronning o‘z o‘qi atrofida aylanishini ifodalaydi.

Elektronning shaxsiy harakat momenti miqdorining tanlangan o‘qqa bo‘lgan proeksiyasi spin kvant son deb ataladi.

Spin kvant sonining qiymati faqat ikki xil  $+1/2$  yoki  $-1/2$  bo‘lishi mumkin, bu holat qarama-qarshi yo‘nalgan strelka  $\uparrow$  yoki  $\downarrow$  yordamida ifodalanadi.

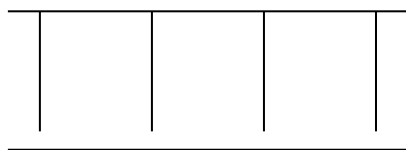
Agar ikkita elektronning spini bir yo‘nalishda bo‘lsa, ular parallel spinli, qarama-qarshi yo‘nalishga ega bo‘lsa, anti parallel spinli elektronlar bo‘ladi. Elektron joylashadigan atom orbitallarni yacheykalar — □ (*s*-orbital), □□□ (*p*-orbitallar), □□□□ (*d*- orbitallar) ko‘rinishida yoki ba‘zan gorizontal chiziqlar —, — — — va — — — — ko‘rinishida ham tasvirlanadi. Ya’ni, agar har bir orbitalda bittadan elektron bo‘lsa, yuqoridagi *s*-, *p*- va *d*-orbital quyidagicha tasvirlanadi (yarim to‘lgan orbitallar holida):  $\uparrow$ ,  $\uparrow\uparrow\uparrow$  va  $\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$  ular uchun to‘la to‘lgan vaziyat uchun  $\uparrow\downarrow$ ,  $\uparrow\downarrow$ ,  $\uparrow\downarrow$ ,  $\uparrow\downarrow$  da bo‘ladi.

## 2.7-§. Atom orbitallar

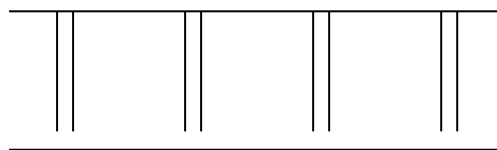
N. Bor va Rezerford elektronlar yadro atrofida aylanalar bo‘ylab harakatlanadi deb hisoblanadi. Haqiqatda esa elektronlar harakati ancha murakkab.



Spektrlarni zamonaviy spektroskoplar bilan o'rganish shuni ko'rsatdiki spektrdagi avval sodda spektroskopda 1 ta bo'lib ko'ringan chiziqlar 2 yoki undan ko'p ekan.



Oldin ko'rilgan spektr



Keyingi spektroskopda ko'rilgan spektr

Spektr chiziqlarining bo'linib ketishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Bitta energetik sath (pog'ona)da turuvchi elektronlar bir-biridan farq qiladi. Buning sababi energetik sathcha(pog'onacha)- larning mavjudligidir. Boshqacha qilib aytganda, muayyan qavatda turgan elektronlar ham aylana orbitalar ham elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanishi mumkin. Ya'ni muayyan qavatdagi (energetik pog'onadagi) elektronlarning energiyalari har xildir. Shuning uchun spektrda chiziqlar ajralib ketadi. Masalan, vodorod atomi spektrining ko'rinadigan qismida 4 ta emas, juda ko'p chiziqlar topilgan. Muayyan energetik pog'onadagi elektronlar yo aylana orbitalar yo elliptik orbitalar bo'ylab ham harakatlanadi, dedi Zommerfeld (1915 yil nemis olimi).

Bor gipotezasiga asosan elektronlarning aylanaviy orbitalar bo'ylab harakatlanadi, ya'ni atom planetar sistemadir. Kepler qonunlariga asosan, planetalar elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanadi. Shuning uchun ham Zommerfeld Bor tavsiya qilgan modelni rivojlantirib elliptik orbitalar g'oyasini ilgari surdi.

Zommerfeld nazariyasi Bor tushuntirib berolmagan ba'zi narsalarni (masalan, vodorod atomi spektridagi ko'rinadigan seriyadagi chiziqlarning 4 tadan ko'pligini) tushuntirib berdi. Lekin har ikkala nazariya ham murakkab atomlar (ko'p elektronli atomlar) tuzilishini tushuntirib berolmadi. Chunki bu nazariyalar elektronning atomdagi to'la energetik harakteristikasini berolmaydi. Elektronlarning atomdagi to'la harakteristikasini olish uchun kvant sonlar degan sonlar kiritildi.

**Energetik pog'ona va pog'onachalarda bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlarning maksimal soni**

Har qaysi kvant qavatida elektronlarning mumkin bo'lgan eng ko'p miqdori  $Z$  quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Z=2n^2 \quad n\text{-kvant qavatini nomeri}$$

Bir atomdagi elektronlar bir necha kvant qavatlariga joylashgan bo'lsa tashqi qavatda 8 tadan ortiq, tashqi qavatdan oldingi qavatda esa 18 tadan ortiq elektron bo'lmaydi.

### 2.8.§ Pauli prinsipi va Hund qoidasi. Elektron konfiguratsiya va diagramma. Minimal energiya prinsipi

**Pauli prinsipi.** Elektron qavatlar (pog'onalar) va qavatchalar (qavatchalar)da bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlar soni. Demak, biz kvant sonlarni ko'rib chiqdik. Shu kvant sonlardan foydalanib orbitalar shakli va sonini bilib olishni ko'rdik. Qavat va qavatchalarni ko'rdik (pog'ona va pog'onachalarni). Endi har qaysi elektron qavatda, qavatchada, har qaysi orbitalda nechta elektron bo'lishi mumkin, shuni ko'rib chiqamiz.

1925 yili shveysar olimi Pauli juda muhim fikrni aytdi. Atomda 4 tala kvant soni bir-biriga teng bo'lgan 2ta elektron bo'la olmaydi. Boshqacha qilib aytganda, atomda ayni bir xil holatda hatto 2ta elektron ham bo'la olmaydi. Bunga Pauli prinsipi deyiladi. Demak, Pauli prinsipiga asosan, kvant sonlari  $(n, l, m_l, m_s)$  larning bir xil qiymatlariga qavatchada faqat 1ta elektron muvofiq keladi, 2ta emas. Shu qavat yoki qavatchadagi boshqa elektron uchun  $n, l, m_l, m_s$  larning boshqa qiymatlari muvofiq keladi, hech bo'lganda shu kvant sonlarining 1tasining qiymati boshqacha bo'ladi. biz bilamizki, kvant sonlar  $n, l, m_l$  orbitalar sonini hisoblab topishga imkon beradi.

#### ➤ **Pauli prinsipi:**

---

Orbitalarning har birida 2ta elektrondan ko'p bo'lishi mumkin emas, u ham shu holdaki, agar hech bo'lmaganda bu elektronlar o'z spinlari bilan farq qilishlari zarur.

---

Boshqacha aytganda, bular antiparallel elektronlar bo'lishi zarur. Pauli prinsipidan quyidagi xulosalar chiqadi:

1) Har bir energetik qavatdagi orbitalar soni  $2\ell+1$ ga teng. Har bir qavatcha (pog'onacha)dagi orbitalar soni toq songa muvofiq keladi, masalan, 1,3,5,7,9... Har bir qavatchada  $(2\ell+1)\cdot 2$  elektron bo'lishi mumkin, ya'ni har orbitalda Pauli prinsipiga asosan 2ta elektron bo'ladi. Har qavatchadagi orbitalar soni biz bilamizki  $2\ell+1$  ga teng. Shuning uchun 1orbitalda-2 elektron

$$2\ell+1 = x$$

$$x = (2\ell+1)\cdot 2$$

Har qavatchadagi elektronlar soni arifmetik progressiya bo'yicha juft sonlarga to'g'ri keladi, ya'ni 2,6,10,14...

2)  $n$  inchi kvant pog'onada (qavatchada) biz bilamizki  $n^2$ ta orbital bo'ladi. Demak, har

1 orbitalda bo'ladi - 2ta elektron

$$n^2 \text{ orbitalda esa } - x \quad x = 2n^2$$

Demak, har bir elektron qavatda (pog'onada)  $2n^2$  elektron bo'ladi.

### **Xund qoidasi. Valentlikning kvant mexanik tabiati.**

Atomning elektron konfiguratsiyasini yozish uning to'lik holatini ifoda etmaydi. Masalan uglerod atomining elektron konfiguratsiyasidagi  $1s^2 2s^2 2p^2$  ikkita p-elektronlar bir xil magnit soniga egami yoki yo'qmi degan savolga javob bera olmaydi. Chunki ikkinchi pog'onachaning p-orbitalarida elektronning joylanishi ikki xil mumkin;

Energetik Pog'onalar	Orbital kvant soni,			
	0	1	2	3
	Magnit kvant soninig qiymati			
	0	-1, 0, +1	-2, -1, 0, +1, +2	-3, -2, -1, 0, +1,+2,+3
	S-orbital	R-orbital	d-orbital	f-orbital

K(n=1)	1s	Yuk	Yuk	Yuk
L(n=2)	2s	2r	Yuk	yuk
M(n=3)	3s	3r	3d	Yuk
N(n=4)	4s	4r	4d	4f

Birinchi (a) holatda p- elektronlar juftlashgan, ikkinchi (b) ko‘rinishdahi bir elektron bittadan p-orbitalarga joylashgan. Bu holatlardan qaysi biri tug‘ri joylashganligini Xund qoidasi tushuntirib beradi. Bu qoidaga binoan biror pog‘onachadagi elektronlar oldin shu pog‘onachadagi energetik yacheykani to‘ldirishga xarakat qiladi, keyin esa qarama-qarshi spinga ega bo‘lganlari elektron jufti hosil qiladi, ya`ni biror pog‘onachadagi elektronlar spin kvant son yig‘indisi maksimal qiymatga ega bo‘lishga intiladi.

Uglerod atomi uchun « a » xolda p-elektronlarning spin kvant son yig‘indisi (+1/2, -1/2) nolga teng, « b » xolda esa (+1/2,+1/2) birga teng .Demak Xund qoidasiga ko‘ra uglerod atomidagi orbitallarning elektronlar bilan to‘lishi «b» hol bo‘yicha sodir bo‘ladi.

Geytler va London yaratgan spin nazariyasiga muvofiq kimyoviy bog‘ xosil bo‘lishida juftlashmagan elektronlar ishtirok etadi va ularni **valent elektronlar** deyiladi.

Juftlashmagan elektron valentli emas, lekin potentsial nisbatda ular ham valentlidir. Masalan, fosfor elementining elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2r^6 3s^2 3r^3$ .

Bu yerda fosfor uch valentli, chunki uchta juftlashmagan (tok) elektroni bor. Aslida fosfor kimyoviy birikmalarning ko‘pchiligida besh valentli. Fosfor besh valentli namoyon qilishi uchun tashqaridan energiya sarf qilib, uni g‘alayonlangan holatga o‘tkazish kerak. Bu vaktida uchinchi pog‘onadagi bitta s-elektron energiya darajasi yuqori bo‘lgan d-orbitalga o‘tadi

Bu hodisa elektron 3s holatda 3d holatga promotorlangan deyiladi. Galayonlangan holatda fosfor atomining elektron formulasi quyidagicha yoziladi;  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$ , yoki tug‘rirog‘i  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1 3d^1$ . Bunda atomning galayonlashishi natijasida tashqi qavatda juftlashmagan elektronlar soni uchtadan

beshtaga ortadi. Atomning galayonlanishi elektronni bitta pog‘ona ichida promotorlanishi natijasidir. Ko‘pincha grafik sxemada tashqaridan oldingi elektron qavatlar ko‘rsatilmaydi.

Pog‘onachalari butunlay to‘lgan va  $s^2$ ,  $p^6$ ,  $d^{10}$ ,  $f^{14}$  elektron konfiguratsiyasiga ega bo‘lgan atomlarda galayonlanmagan holatda juftlashmagan elektron yuk, shuning uchun ham ularning valentligi nolga teng. Bunga ikkinchi gruppaning bosh va yonaki elementlari hamda inert gazlar misol bo‘la oladi. Ularda valent elektronlarning hosil bo‘lishi atomning galayonlashishi natijasidir. Agar biror qavatda elektronlar orbitallarni to‘liq egallamagan bo‘lsa, bunday atomni galayonlantirish mumkin. Bo‘sh orbitallari bo‘lmagan atomni (masalan, kislorod, azot, fluor) galayonlantirib bo‘lmaydi. Masalan, kislorod atomi uchun 2d pog‘onacha bo‘lmagani uchun juftlashmagan elektronning soni (n) doimo ikkita bo‘ladi. Shuning uchun kislorod o‘z birikmalarida ikki valentlidir.

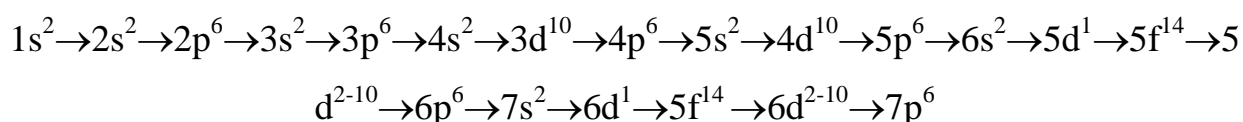
➤ **Klechkovski qoidasi**

**1. Elektronlar bilan to‘lib borish bosh va orbital kvant sonlar yig‘indisi**

**kichigi 1-to‘ladi**

**2.  $n+1$  yig‘indi teng bo‘lsa  $n$  ning kichigi birinchi to‘ladi.**

Energetik pog‘ona va pog‘onachalarning elektronlar bilan to‘lishi quyidagi energiya shkalasida ko‘rsatilgan tartibda boradi:



**2.9. § Atom yadrosining tuzilishi va yadro reaksiyalari**

Yadro tarkibini tashkil etuvchi neytron va protonlar yadro kuchlari hisobiga o‘zaro mustahkam bog‘langan bo‘ladi. Nuklonlar oralig‘idagi bog‘ energiyasi haqida massa defekti kattaligi asosida ma’lumotga ega bo‘lish mumkin.

Yadro massasi uning tarkibini tashkil etuvchi proton va neytronlar massalari yig'indisidan kichik bo'lishi aniqlangan. Bu farq (massa defektining kattaligi)ni quyidagi tenglikdan topish mumkin:

$$\Delta m = Z \cdot M_p + (A-Z)M_n - M$$

Bu formulada  $Z$  — protonlar soni,  $M_p$  va  $M_n$  — jami proton va neytron massasi,  $A$  — massa soni,  $M$  — yadroning tajriba yo'li bilan aniqlangan massasi.

Birga teng bo'lgan massaning atom birligi uchun  $E$  ning qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$E = 1m.a.b. \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27} kg}{1m.a.b.} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 m^2 c^{-2} = 1,5 \cdot 10^{-10} J \cdot \frac{1eV}{1,6 \cdot 10^{-19} j} = 9,3 \cdot 10^8 eV = 931,5 MeV$$

$$(1J = g \cdot m \cdot c^{-2}, 1eV / atom \frac{J}{96500 mol})$$

$\Delta m$  ning qiymati yadro massasining 0,1% ini tashkil etadi. Kimyoviy reaksiyalar davomida massaning energiyaga aylanishida  $\Delta m$  ning qiymati  $1 \cdot 10^{-7} \%$  ga yetmaydi. Yadro nuklonlari orasidagi bog'lanish energiyasining har bir nuklonga to'g'ri keladigan maksimal qiymati taxminan 8,6 MeV ga yetadi (II. 1- rasm).

Yadro nuklonlari orasidagi bog'lanish energiyasi ular tabiatiga bog'liq emas, ya'ni ikkita proton, ikkita neytron yoki bitta proton va bitta neytron orasidagi bog'lanish energiyasi bir xil. Lekin bu energiya qiymati har xil yadrolar uchun turlicha bo'ladi. Masalan, neytron energiyasi  $^{12}\text{C}$  yadrosida 18,7 MeV ga teng,  $^9\text{Be}$  yadrosida esa 1,6 MeV gagina yetadi. Aniqlanishicha, yadroda protonlar va neytronlar soni juft bo'lganda (juft-juft yadrolar) nuklonlar orasidagi bog'lanish energiyasi, ayniqsa, katta bo'lar ekan. Bunday yadroli atomlar tabiatda keng tarqalgan. Toq-toq, toq-juft nuklonli yadrolarda bog'lanish energiyasi ancha zaif, ular tabiatda kamroq tarqalgan. Ular orasida toq-toq nuklonli yadrolar to'rttagina:

$^2_1\text{D}$ ,  $^6_3\text{Li}$ ,  $^{14}_7\text{N}$  va  $^{10}_5\text{B}$ . Yadro tarkibida 2, 8, 14, 20, 28, 50, 82 proton yoki neytron va 126, 152 neytron tutgan yadrolar, ayniqsa, mustahkam ekanligi aniqlangan. Bunday raqamli ( $Z$  va  $N$  qiymatlari) yadrolar «*sehrli yadrolar*», raqamlar esa «*sehrli sonlar*» deb yuritiladi. Agar shunday yadrolarda ham proton, ham neytronlar soni «*sehrli*» bo'lsa {masalan, [ $^4_2\text{He}$  (2p + 2n),  $^{16}_8\text{O}$  (8p + 8n),  $^{28}_{14}\text{Si}$  (14p + 14n),  $^{40}_{20}\text{Ca}$  (20p + 20n),  $^{208}_{82}\text{Pb}$  (82p + 126n)]}, bunday yadrolar «*ikki karra sehrli yadrolar*» deb nomlanadi.

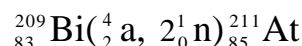
Faqat protonlar soni sehrli bo'lgan yadrolarga  $^{28}_{28}\text{Ni}$ ,  $^{50}_{50}\text{Sn}$ ,  $^{82}_{82}\text{Pb}$  ni, neytronlar soni sehrli bo'lgan yadrolarga  $^{88}_{38}\text{Sr}$  (38p + 50n),  $^{90}_{40}\text{Zr}$  (40p + 50n),  $^{138}_{56}\text{Ba}$  (56p + 82n),  $^{139}_{57}\text{La}$  (57p + 82n),  $^{140}_{58}\text{Ce}$  (58p + 82n) ni misol tariqasida keltirish mumkin.

## YANGI ELEMENTLAR SINTEZI

D. I. Mendeleev, davriy qonunga asoslanib, keyinchalik topilishi kerak bo'lgan bir necha element uchun davriy sistemada bo'sh kataklar qoldirgan, ulardan uchta (skandiy, galliy va germaniy) ning muhim xossalari oldindan tavsiflab bergan edi. Elementlardan yana biri, tartib raqami 43 bo'lgan texnetsiy elementi molibden yadrolarini deuteriy yadrolari bilan (1937-yil) bombardimon qilib olindi:



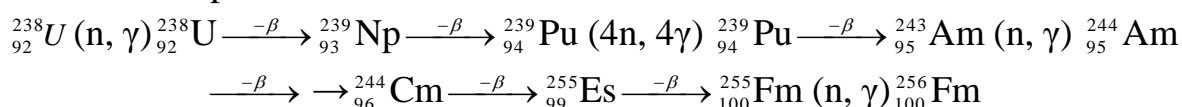
1940-yilda vismut yadrolariga  $\alpha$ -zarrachalar oqimi bilan ta'sir ettirilib, tartib raqami 85 bo'lgan astat yadrolari hosil qilindi:



Uran yadrosining parchalanish mahsulotlaridan tartib raqamlari 61 (prometiy Pm) va 87 (fransiy Fr) bo'lgan elementlarning izotoplari topilgan.

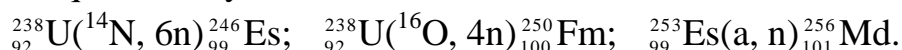
Davriy sistemada urandan ( $Z=92$ ) keyin joylashgan elementlar bombardimon qilish yo'li bilan sintez qilib olingan. Bunda bombardimon qiladigan zarrachalar sifatida neytronlar, deuteriy yadrosi (deytron),  $\alpha$ -zarrachalar, ko'p zaryadli ionlar — B, C, N, O, Ne (ularning energiyalari 130 MeV gacha yetadi) qo'llanadi. Bu sohada AQSh olimlaridan G. Siborg va uning shogirdlari, Rossiyada G. N. Flerov boshchiligida (Dubna shahrida)gi tadqiqotchilar katta yutuqlarga erishdilar. Hozirgi paytda sintez zanjirini quyidagi sxemalar asosida tasavur etish mumkin.

1.  ${}^{238}\text{U}$  asosida ishlaydigan yadro reaktorlarida uran yadrosiga neytronlar uzoq vaqt davomida ta'sir ettirilganda  $Z=100$  (fermiy Fm) gacha bo'lgan elementlar izotoplari hosil bo'lar ekan:

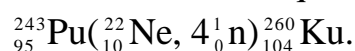


Oxirgi izotop juda noturg'un, u o'z-o'zidan yadro zaryadlari kichikroq bo'lgan izotoplarga parchalanib ketadi.

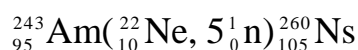
2. Yadro zaryadlari kattaroq bo'lgan elementlar izotoplarini olish uchun neytron oqimi yetarli emas. Bunday izotoplarni  $\alpha$ -zarracha yoki yadro zaryadi kattaroq bo'lgan elementlar ionlarini yuqori energiyali tezlatuvchi qurilmalarda hosil qilingan oqimidan foydalanib olish mumkin:



Oxirgi ikkita: 104 va 105-elementlarni Dubna shahrida G. Flerov boshchiligidagi olimlar guruhi tomonidan sintez qilindi (1964-yil):



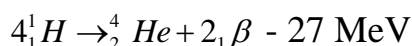
Oradan 3 yil o'tgandan keyin shu olimlar guruhi quyidagi yadro reaksiyasini amalga oshirdilar:



Elementlar sintezi sohasida olib borilgan tadqiqotlarning ko'rsatishi-cha, urandan keyingi elementlarning yadro zaryadi ortib borishi bilan yashash davri keskin qisqarib borar ekan. Masalan,  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  uchun yarim yemirilish davri ( $T_{1/2}$ )  $1,4 \cdot 10^{10}$  yil,  ${}_{92}^{235}\text{U}$  uchun  $7 \cdot 10^8$  yil,  ${}_{97}^{247}\text{Bk}$  uchun  $7 \cdot 10^3$  yil,  ${}_{99}^{254}\text{Es}$  - 2 yil,  ${}_{101}^{258}\text{Md}$  - 80 kun,  ${}_{104}^{261}\text{Ku}$  - 70 c va  ${}_{105}^{262}\text{Ns}$  - 40 c, 107-element uchun 0,002 c gacha qisqarar ekan.

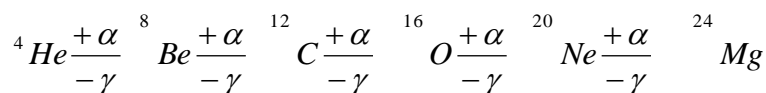
Shu qonuniyat keyingi elementlar uchun ham taalluqli. Davriy sistemada elementlarning eng katta yadro zaryadlisi 108-110-elementlar bilan cheklanadi deb taxmin qilinadi. Lekin, ba'zi nazariy holatlarga ko'ra, o'ta og'ir massali elementlar yadrolarida tugallangan nuklon tutgan energetik pog'onali ( $Z = 114, 126$  va neytronlar soni 184 bo'lganda  ${}_{114}^{298}\text{E}$  va  ${}_{126}^{310}\text{E}$ ) elementlarning yarim yashash davri  $10^6$ - $10^7$  yilga yetishi mumkin.

Yadro fizikasi va astrofizikaning hozirgi zamon taraqqiyoti Quyosh sistemasidagi yulduzlarda sodir bo'ladigan yadro jarayonlarida, elementlarning sintezi va turli o'zgarishlari, ularga taalluqli bo'lgan hodisalar Koinotning umumiy qonuniyatlariga bo'ysungan holda amalga oshishi aniqlandi. Bu jarayonlarda elektron pog'onalaridagi barcha elektronlar ionlanish natijasida yo'qotilgan yuqori energiyali yadrolarning o'zaro to'qnashishi yoki yadrolarning neytronlar bilan reaksiyasi natijasida yangi elementlar bilan boyib borishi yuz beradi. Bu jarayonlarning amalga oshishi Quyoshdagi yoki yulduzlarda mavjud bo'lgan yuqori temperatura (o'nlab million graduslar) va kuchli elektromagnit maydonlari hisobiga amalga oshadi. Quyoshda va yulduzlarda vodorod yadrolaridan geliyning hosil bo'lishini quyidagi reaksiya bilan ifodalash mumkin:



Shu miqdordagi energiya Quyoshdan tarqaladigan (shu jumladan Yerga yetib keladigan) energiya manbai bo'ladi.

Temperaturasi yuzlab million gradus bo'lgan yulduzlarda sodir bo'ladigan termoyadro jarayonlarida turg'un xususiyatga ega bo'lgan izotoplar quyidagi zanjirda hosil bo'ladi:



Bunga o'xshash o'zgarishlarda a-zarrachadan tashqari neytronlar va protonlar ham qatnashadi.

Kelajakda amaliy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin bo'lgan yadro reaksiyasi ( ${}_3^6\text{Li} + {}_0^1\text{n} = {}_1^3\text{T} + {}_2^4\text{He} + 46 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ ) Yerdagi energetik muammolarni hal etishga yordam berishi mumkin. Hosil bo'lgan tritiy bilan deyteriy orasidagi reaksiya ( ${}_1^3\text{T} + {}_1^2\text{D}, {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_2^4\text{He}$ ) ni amalga oshirish uchun ular 100 mln gradusgacha qizdirilishi kerak.



Bunday jarayonlar termoyadro reaksiyalari deb ataladi. Kerakli temperatura yadro bombasi portlashi natijasida hosil bo‘ladi.

Termoyadro reaksiyasini amalga oshirish yo‘lida yuqorida aytib o‘tilgan muammolar hal etilishi kerak. Deyteriy va tritiy yadrolaridan geliy sintez qilinganda 17,6 MeV energiya ajraladi. Yer sharidagi suvlar tarkibidagi  ${}^2_1\text{D}$  ning zaxirasi  $2 \cdot 10^{13}$  tonna bo‘lib, uning energetik imkoniyati  $1,5 \cdot 10^{25}$  MJ ga yaqin.

XIX asrning ikkinchi yarmida tabiiy fanlarning rivojlanishiga katta ta‘sir ko‘rsatgan omillardan biri — Davriy qonun XX asrning boshida atom tuzilishining chuqur tadqiqoti natijasida o‘zining fizik asosi bilan boyidi, undan keyingi davrida esa shu qonun asosida izlanishlarning samarali bo‘lishi uchun yo‘l ko‘rsatuvchi roli tabiiy fanlarning rivojlanishi uchun katta ahamiyatga ega bo‘ldi.

### XULOSALAR

1. XIX asrning oxirida kashf etilgan radioaktivlik hodisasi atomning murakkab tuzilishga ega ekanligini tasdiqlovchi eng muhim omil bo‘ldi. Bu hodisani to‘laroq tushunish uchun yadro fizikasining yutuqlari katta ahamiyatga ega bo‘ldi. Yadrodagi jarayonlar natijasida 30 dan ortiq turli moddiy va energetik xususiyatga ega bo‘lgan zarrachalar yuzaga kelib chiqishi aniqlandi. Yadrodagi nuklonlar (proton va neytronlar) o‘zaro yadro kuchlari vositasida bog‘langan.

2. Radioaktiv yemirilishda kuzatiladigan:

neytron  $\rightarrow$  proton +  $\pi$ -mezon; proton  $\rightarrow$  neytron + pozitron; elektron + pozitron  $\rightarrow$   $\gamma$ -kvant jarayonlari atom murakkab sistema ekanligini asoslovchi omillardir.

3. Yadro nuklonlari orasidagi bog‘lanish energiyasi kimyoviy jarayonlarda kuzatiladigan eng katta energetik o‘zgarishlardan kamida million martalab kuchlidir. Faqat kimyoviy jarayonlardagina massa saqlanish qonuni o‘z kuchini saqlab qoladi.

4. Yadro va elektron pog‘onasi tuzilishida umumiylik mavjud; yadrolardagi nuklonlar va yadrodan tashqaridagi elektronlar soni o‘zgarib borishida davriylik xususiyati mikrosistemalarni birlashtiruvchi omil bo‘ladi.

5. Tartib raqamlari 100—105 bo‘lgan elementlar yadrolariga qaraganda 114—116 ta proton tutgan yadrolar birmuncha turg‘un bo‘lishi kerak degan tezis kelajakda yadro fizikasi sohasida katta yutuqlarni qo‘lga kiritishga zamin bo‘lishi mumkin.

### Atom tarkibi va tuzilishi

1	Atom deb –	markazda musbat zaryadlangan yadro va uning atrofida harakatlanuvchi manfiy zaraydlangan elektrondan tashkil topgan elektroneytral zarracha.
---	------------	--

2	Atom tuzilishining Rezerford modeli.	Ingliz olimi E. Rezerford tomonidan yaratilgan, unga ko'ra yadro atrofida harakatlanayotgan elektronga 2 ta kuch ta'sir ko'rsatadi. Birinchi kuch: markazdan qochma kuch bo'lib, bunda elektron atom orbitasidan chiqib ketishga intiladi. Ikkinchi kuch: yadroning tortish kuchi bo'lib, bunda yadro elektroni o'ziga batamom tortib olishga harakat qiladi. Qachonki bu ikki kuch o'zaro tenglashganda atom barqaror bo'ladi va elektron atomdan chiqib ham ketmaydi, yadroga qulab ham tushmaydi.
3	Atom tuzilishining planetar modeli:	N. Bor tomonidan yaratilgan. Bu nazariya 2 ta postulatdan iborat
4	Borning I-postulati:	atomda elektron yadrodan ma'lum bir o'zgarmas masofada, ya'ni statsionar orbitada harakat qiladi. Bunda atom energiya yutmaydi va chiqarmaydi (atom nurlanmaydi). Bu fikrga ko'ra, elektron yadro atrofidagi elektron qavatlarda joylashgan bo'lib, har bir qavat o'ziga xos energiyaga ega. Elektron qavat atomdan uzoqlashgan sari uning va undagi elektronning energiyasi ortib boradi.
5	Borning II-postulati:	atomda elektron bir orbitadan ikkinchi orbitaga o'tganda energiya yutiladi yoki chiqariladi. Bunda ikki holat ro'y beradi: a) elektron yadroga yaqin orbitadan yadrodan uzoq orbitaga o'tsa, energiya yutadi. b) elektron yadrodan uzoq orbitadan yadroga yaqin orbitaga o'tsa energiya chiqaradi.
<b>Atom elektron qavatlaridagi elektronlarning holatini to'liq tavsiflash uchun kvant sonlar tushunchasi kiritilgan.</b>		
6	Bosh kvant son –	n – harfi bilan belgilanib, har bir qavatdagi elektronning energiyasi belgilaydi va uning yadrodan qancha

		masofada uzoqlikda ekanligini ko'rsatadi.
7	Bosh kvant son –	Davriy sistemada bosh kvant son element joylashgan davr raqamiga mos keladi va atomdagi elektron qavatlar sonini bildiradi. Masalan: III davr elementlari uchun $n=3$ bo'lib, ularning atomlarida 3 ta elektron qavat bor.
8	Har bir qavatdagi qavatchalar soni	$N_{orb}=n^2$ formula orqali topiladi.
9	Energetik qavatdagi elektronlar soni	$2n^2$ formula bilan topiladi.
10	Orbital kvant son –	yadro atrofida harakatlanayotgan elektron bulutining shaklini belgilaydi va $L$ (el) – harfi bilan belgilanadi.
11	Orbital kvant sonning qiymati	bosh kvant son qiymati bilan bog'liq bo'lib, 0 dan $n-1$ gacha qiymatlarni qabul qiladi. $n=1$ bo'lganda $L=0$ $n=3$ bo'lganda $L=0, 1, 2$ $n=2$ bo'lganda $L=0, 1$ $n=4$ bo'lganda $L=0, 1, 2, 3$
12	$L=0$ bo'lganda	elektron bulut shakli sharsimon bo'lib s-elektronlarni hosil qiladi.
13	$L=1$ bo'lganda	elektron bulut shakli gantelsimon bo'lib, p-elektronlarni hosil qiladi.
14	$L=2$ bo'lganda	elektron bulut shakli yaproqsimon bo'lib, d-elektronlarni hosil qiladi.
15	$L=3$ bo'lganda	elektron bulut shakli yanada murakkab bo'lib, f-elektronlarni hosil qiladi.
16	Har bir elektron orbitaldagi elektronlar soni	$2(2L+1)$ formula bilan aniqlanadi.
17	s- orbitalda	$L=0$ bo'lib, eng ko'pi bilan $2(2 * 0 + 1) = 2$ ta elektron sig'adi.

18	p- orbitalda	$L=1$ bo'lib , eng ko'pi bilan $2(2 * 1 + 1) =6$ ta elektron sig'adi
19	d- orbitalda	$L=2$ bo'lib , eng ko'pi bilan $2(2 * 2 + 1) =10$ ta elektron sig'adi.
20	f- orbitalda	$L=3$ bo'lib , eng ko'pi bilan $2(2 * 3 + 1) =14$ ta elektron sig'adi.
21	Magnit kvant son –	$m_l$ harfi bilan belgilanib, elektron bulutlarning magnit maydoni ta'sirida biror aniq yo'nalishiga nisbatan egallagan holatini ko'rsatadi.
22	Magnit kvant son	$-L$ dan $+L$ gacha qiymatlarni qabul qiladi.
23	Magnit kvant son	har bir elektron qavat va qavatcha uchun to'g'ri keluvchi energetik yacheykalar sonini bildiradi.
24	Har bir qavatchadagi yacheykalar soni	$2L+1$ formula bilan topiladi.
25	s- orbital uchun	$L=0$ , yacheyka soni $2 * 0 + 1 = 1$ ta bo'ladi.
26	p- orbital uchun	$L=1$ , yacheyka soni $2 * 1 + 1 = 3$ ta bo'ladi.
27	d- orbital uchun	$L=2$ , yacheyka soni $2 * 2 + 1 = 5$ ta bo'ladi.
28	f- orbital uchun	$L=3$ , yacheyka soni $2 * 3 + 1 = 7$ ta bo'ladi.
29	Spin kvant soni –	elektronning o'z o'qi atrofida qaysi tomonga harakatlanishini ko'rsatadi va $m_s$ – harfi bilan belgilanadi. Agar elektron o'z o'qi atrofida soat strelkasi bo'yicha aylansa ( $\uparrow$ holat) $+ \frac{1}{2}$ qiymatni, soat strelkasiga teskari yo'nalishda harakatlansa ( $\downarrow$ holat) $- \frac{1}{2}$ qiymatni qabul qiladi.
30	Klechkovski qoidasi. 1- qoidasi	Elektron pog'anachalarning elektronlar bilan to'lib boorish ketma-ketligi, ularning bosh va orbital kvant sonlar yig'indisi $(n+L)$ qiymati ortib borishi tartibida bo'ladi.

31	2-qoidasi.	Agar bir nechta pog'onacha uchun $n$ va $L$ qiymatlari yig'indisi bir xil bo'lsa, bunda avval bosh kvant soni kichik bo'lgan pog'onacha to'ladi. Ya'ni : $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d...$ tartibida to'ladi.
32	Pauli prinsipi.	Atomda to'rtta kvant son bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas.
33	Gund qoidasi.	Elektronlar imkoni boricha elektron yacheykalarni to'ldirishga harakat qiladi.

### Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

**1-masala. Elektronning kvant sonlari:  $n=3$ ;  $l=2$ ;  $m_l = -1$ ;  $m_s=+ -$  bilan ifodalanuvchi elementning elektron konfiguratsiyasini aniqlang. Yechish:**

Buning uchun kvant sonlar qiymatidan foydalaniladi.  $n = 3$  dan ko'rinib turibdiki, bu element 3 davrda joylashgan.  $l = 2$  demak, bu element  $d$  – oilada joylashgan.  $m_l = -1$  dan bu elektron  $d$  – oilani 2 – yacheykasida joylashgan.

$\frac{1}{2} m_s=+$  dan spin yuqoriga yo'nalganligini bilish mumkin. Natijalardan ko'rinib turibdiki, bu element titan (Ti) ekan.

**Javob:**  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

**2-masala. Tartib raqami 21 bo'lgan elementning davriy sistemadagi o'rniga qarab, kimyoviy xossalarini tushuntirib bering.**

**Yechish.** Davriy sistemaga qarab, tartib raqami 21 bo'lgan element III guruxning qo'shimcha guruxchasida joylashganligini aniqlaymiz. Bu element – Sc skandiydir. Sc ning elektron formulasi:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ .

Demak, Sc –  $d$  - elementdir.

Bu element +3 oksidlanish darajasini namoyon qilib, 4- pog'onachadan 2 ta elektronni osonlikcha berishi mumkin. Bunda u asosli xossalarini namoyon

qiladigan Sc oksid va  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  gidroksid hosil qiladi. Skandiy qo‘shimcha guruxchada joylashganligi uchun vodorod bilan gazsimon birikmalar hosil qilmaydi.

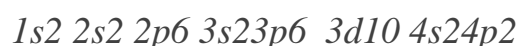
Skandiy atomi, shuningdek, oxiridan oldingi energetik *d*- pog‘onachadan ham elektronlar berishi mumkin (1 ta elektronni). Yuqori oksidlanish darajasiga mos keladigan oksid  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ .

**3-masala. Tartib raqami 40 bo‘lgan element D.I.Mendeleyev davriy sistemasining qaysi guruxsida va qaysi davrida joylashgan?**

**Yechish.** Elementlar atomlarining tuzilishiga ko‘ra davriy sistemada quyidagicha joylashgan: birinchi davrda 2 ta, ikkinchi davrda 8 ta, uchinchi davrda 8 ta element bor. Uchinchi davr tartib raqami 18 bo‘lgan element ( $2 + 8 + 8 = 18$ ) bilan tugaydi. To‘rtinchi davrda 18 element bor, ya’ni u tartib raqami 36 bo‘lgan element bilan tugaydi. Beshinchi davrda ham 18 element bo‘lgani uchun 40- raqamli element beshinchi davrda joylashgan. U beshinchi o‘rinni egallaydi, binobarin, beshinchi guruxda (qo‘shimcha guruxchada) turadi. Bu sirkoniy Zr 5-davr IV guruh elementidir.

**4-masala. Germaniy atomining qo‘zg‘algan holatdagi elektron konfiguratsiyasini ko‘rsating.**

**Yechish.** Masala shartiga ko‘ra germaniy elementini qo‘zg‘algan holatdagi elektron konfiguratsiyasini topish kerak. Bundan oldin tinch holatdagi elektron konfiguratsiyasini yozamiz.



Asosiy holatda germaniy atomning to‘rtinchi pog‘onasida  $4s^1$  va  $4p^2$  bo‘ladi. Qo‘zg‘algan holatga o‘tganda esa:



bo'ldi.

### Mavzuga doir testlar:

1. Tartib raqami 36 ga teng bo'lgan elementda nechta to'lgan pog'ona va pog'onachalar bor?

A) 3 va 8;    B) 3 va 7;    C) 2 va 6;    D) 3 va 6.

2. Tartib raqami 20 ga teng bo'lgan elementda nechta to'lgan pog'ona va pog'onachalar bor?

A) 2 va 6;    B) 2 va 7;    C) 3 va 6;    D) 2 va 8.

3. Tartib raqami 25 ga teng bo'lgan elementda nechta toq elektron bor?

A) 3;    B) 4;    C) 5;    D) 6.

4. Tartib raqami 28 ga teng bo'lgan elementda nechta toq elektron bor? A) 2 B) 3 C) 4 D) 5.

5. Orbital kvant soni 3 ga teng bo'lgan pog'onachaga eng ko'pi bilan nechta elektron sig'adi? A) 30;    B) 26;    C) 34;    D) 22.

6. Orbital kvant soni 2 ga teng bo'lgan pog'onachaga eng ko'pi bilan nechta elektron sig'adi? A) 26;    B) 34;    C) 18;    D) 10.

7. Orbital kvant soni 0 ga teng bo'lgan pog'onachaga eng ko'pi bilan nechta elektron sig'adi? A) 32;    B) 18;    C) 8;    D) 2.

### Nazorat savollari:

1. Massalari 56 bo'lgan xrom va temir izobarlari tarkibidagi neytronlarning massa ulushlarini toping.

A) 0,43 va 0,47 B) 0,44 va 0,46 C) 0,45 va 0,46 D) 0,44 va 0,48 E) 0,44 va 0,47

2. Qo'rg'oshinning qaysi izotoplari tarkibida neytronlarning massa ulushlari 0,60 va 0,61 ga teng?

A)  $^{204}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{207}_{82}\text{Pb}$  B)  $^{206}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{208}_{82}\text{Pb}$  C)  $^{204}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{208}_{82}\text{Pb}$  D)  $^{207}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{208}_{82}\text{Pb}$  E)  $^{206}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{207}_{82}\text{Pb}$

3. Quyidagi elementlarning qaysi birining yadrosi emirilganda a-zar-rachadan tashqari tartib raqami 222 bo‘lgan element yadrosi hosil bo‘ladi?

A)  $^{223}_{87}\text{Fz}$  B)  $^{227}_{89}\text{As}$  C)  $^{209}_{84}\text{Po}$  D)  $^{210}_{85}\text{At}$  E)  $^{226}_{88}\text{Ra}$

4. Neytronlar oqimi bilan  $^{56}_{26}\text{Fe}$  yog‘dirilganda reaksiya natijasida protonlar va yangi elementning izotopi hosil bo‘lganini aniqlang.

A)  $^{57}_{26}\text{Fe}$  B)  $^{56}_{25}\text{Mn}$  C)  $^{56}_{27}\text{Fe}$  D)  $^{55}_{26}\text{Fe}$  E)  $^{58}_{27}\text{Co}$

### Yadro reaksiyalari

1	Radioaktivlik	Kimyoviy elementlarning beqaror izotoplari yadrolaridan turli zarrachalar va nurlar chiqarib boshqa xil yadroga aylanishi hodisasi radioaktivlik deyiladi.
2	Radioaktivlik	Lotincha so‘z bo‘lib, (radio – nur chiqaraman, aktovus - faol) faol nur chiqaruvchi demakdir.
3	Radioaktiv elementlar	Barcha izotoplari radioaktiv bo‘lgan kimyoviy elementlar radioaktiv elementlar deyiladi.
4	Radioaktiv nurlar	1899-yil Rezerford radioaktiv nurlarni: $\alpha$ -, $\beta$ - va $\gamma$ - nurlariga ajratdi.
5	$\alpha$ - nurlar	Elektronlarini yo‘qotgan geliy elementi atomlari bo‘lib, massasi 4 ga, zaryadi 2 ga teng. $\alpha^4_2$ yoki $\text{He}^4_2$ shaklida yoziladi.
6	$\beta$ - nurlar	Elektronlar oqimidan iborat bo‘lib, massasi 0 ga, zaryadi -1 ga teng. $e^-$ yoki $\beta^-$ shaklida yoziladi.
7	$\gamma$ - nurlar	1900 yilda fransuz olimi P. Uilard tomonidan aniqlangan bo‘lib, bu nur elektromagnit to‘lqinlardan iborat. Massaga va zaryadga ega emas.
8	$\beta^+$ - zarracha	$\beta^+$ - zarracha pozitron deyilib, massasi elektron massasi bilan bir xil, zaryadi son jihatidan elektron zaryadiga teng, ishorasi qarama-qarshi bo‘lgan zarracha



9	$\alpha$ – yemirilish	<p><math>\alpha</math> – yemirilish oqibatida radioaktiv elementning yadrosi 2 ta proton va 2 ta neytron yo‘qotadi. Bunda elementning massasi 4 birlikka, zaryadi 2 birlikka kamayadi. Hosil bo‘lgan element yadrosi davriy sistemada o‘zidan 2 ta katak oldinda joylashgan elementga aylanadi.</p> $E_Z^A \rightarrow He_2^4 + E_{Z-2}^{A-4} \quad M: {}_{90}^{232}Th \rightarrow {}_2^4He + {}_{88}^{228}Ra$
10	$\beta^-$ - yemirilish	<p>Radioaktiv element <math>\beta^-</math> - yemirilishga uchraganda element atomi yadrosidagi neytron protonga aylanadi va yadrodan elektron ajralib chiqadi. Bunda elementning atom massasi o‘zgarmaydi, zaryadi bir birlikka ortadi. Natijada hosil bo‘lgan elementning yadrosi davriy sistemada o‘zidan bitta o‘ngda joylashgan element yadrosiga aylanadi.</p> $E_Z^A \rightarrow \beta^- + E_{Z+1}^A \quad M: {}_{93}^{239}Np \rightarrow \beta^- + {}_{94}^{239}Pu$
11	$\beta^+$ – yemirilish	<p><math>\beta^+</math> – yemirilishda radioaktiv element yadrosida proton neytronga aylanadi va yadrodan pozitron ajralib chiqadi. Bunda yadrodagi protonlar soni bir birlikka kamayadi, massa soni esa o‘zgarmaydi. Natijada hosil bo‘lgan elementning yadrosi davriy sistemada o‘zidan bitta chapda joylashgan element yadrosiga aylanadi.</p> $E_Z^A \rightarrow \beta^+ + E_{Z-1}^A \quad M: {}_{27}^{55}Co \rightarrow \beta^+ + {}_{26}^{55}Fe$
12	k-qamrash	<p>Yadroning elektron biriktirib olishi yoki elektronning yadroga qulashi. Radioaktiv element yadrosi yaqinida joylashgan elektron qavatdagi elektronlardan biri yadroga qulashi natijasida, elektron yadrodagi proton bilan birikib, neytronga aylanadi.</p>

		$E_Z^A + e_{-1}^0 \rightarrow E_{Z-1}^A$ M: ${}_{19}^{40}K + e_{-1}^0 \rightarrow {}_{18}^{40}Ar$
13	Yadro reaksiyalari	Element izotopi yadrosiga elementar zarrachalar va yengil element yadrolarining ta'siri natijasida, yangi element izotopi yadrolari va elementar zarrachalar hamda yengil element yadrolari hosil bo'lishi bilan boradigan jarayonlar yadro reaksiyalari deyiladi.
14	Yadro reaksiyalarini tuzish	Yadro reaksiyalarini tenglamalarini tuzishda reaksiyaning ikkala tomonidagi zaryadlar va massalar yig'indilari bir-biriga tenglashtiriladi. Bunda elektron zaryadi minus, proton va pozitron zaryadi musbat bilan ifodalanadi. Neytron va gamma nur zaryadsizdir. Bundan tashqari, elektron, pozitron va gamma kvantlarning massalari hisobga olinmaydi.
15	Elementar zarrachalar	Proton – ${}_{+1}^1p$ Neytron – ${}_0^1n$ ; Elektron – ${}_{-1}^0e$ yoki $\beta^-$ ; Pozitron – ${}_{+1}^0e$ yoki $\beta^+$

### Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

**1- masala.** Vodorodning 3 xil izotopi ( ${}^1H$ ;  ${}^2D$ ;  ${}^3T$ ) va kislorodning  ${}^{17}O$  va  ${}^{18}O$  li izotopidan necha xil suv molekulasi hosil bo'ladi?

**Yechish:** Hosil bo'lgan suv molekulari sonini aniqlash uchun quyidagi jadval tuzib olinadi:

	HH	DD	TT	HD	HT	DT
${}^{17}O$	HH ${}^{17}O$	DD ${}^{17}O$	TT ${}^{17}O$	HD ${}^{17}O$	HT ${}^{17}O$	DT ${}^{17}O$
${}^{18}O$	HH ${}^{18}O$	DD ${}^{18}O$	TT ${}^{18}O$	HD ${}^{18}O$	HT ${}^{18}O$	DT ${}^{18}O$

**Javob:** 12 xil suv molekulasi hosil bo'ladi.

**2-masala.  $^{51}\text{Cr}$ -izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig'indisining necha foizini tashkil etadi?**

A) 40; B) 36; C) 55,65; D) 34.

**Yechish.** Dastlab  $p + n + e^-$  dan foydalanib  $^{51}\text{Cr}$ -izotopi yadrosidagi jami elementar zarrachalari yig'indisi hisoblanadi. Xrom  $^{51}\text{Cr}$ -izotopi yadrosida 24 ta elektron, 24 ta proton va 27 ta neytron mavjud bo'lsa,  $p + n + e^- = 24 + 24 + 27 = 78$  ga teng bo'ladi.

78 ta elementar zarracha \_\_\_\_\_ 100 % ni tashkil etsa, 27 ta zaryadsiz neytron \_\_\_\_\_  $x$  % ni tashkil etadi.

**Javobi:** 34,615.%

**3-masala. Izotop yadrosi 82 ta neytron va 40,58 % protondan iborat.**

**Izotopning nisbiy atom massasini toping.** A) 206;

B) 136; C) 138; D) 135.

**Yechish:** Atomdagi proton va neytronlar 100 foizni tashkil etadi.

$$p \% + n \% = 100 \%$$

$$n \% = 100 \% - p \% = 100 - 40,58 = 59,42 \%$$

Izotop yadrosida 82 ta neytron borligi masala shartidan ma'lum, shundan foydalanib, izotop yadrosidagi protonlar sonini aniqlab olamiz. Izotop yadrosining 40,58 % ini proton tashkil etsa, 59,42 % ini esa neytron tashkil etadi.

40,58 % proton.....59,42 % neytron

$x$  ta proton.....82 ta neytron

Izotop yadrosida 56 ta proton borligi ma'lum bo'lsa, uning nisbiy atom massasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:  $A_r = p + n = 56 + 82 = 138$

**Javob:**138.

**4-masala. Izotop yadrosining tarkibidagi elementar zarrachalar umumiy yig'indisi ( $p + n + e$ ) ga nisbatan 30,6 % ini proton tashkil etsa, izotopning nisbiy atom massasini aniqlang. (Izotop yadrosida 33 ta neytron bor deb hisoblang.)**

**Yechish.** Neytral atomda proton soni elektron soniga teng bo'ladi. Izotop yadrosining 30,6 % ini proton tashkil etsa, 30,6 % ini elektron tashkil etadi. Agar  $p + n + e^- = 100$  % bo'lsa, unda  $n = 100 - (p + e^-)$  bo'ladi.  $n = 100 - (30,6 + 30,6) = 38,8$  %, demak, izotop yadrosining 38,8 % ini neytron tashkil etadi.

30,6 %  $p$  .....38,8 %  $n$

$x$  ta  $p$  ..... 33  $n$

Izotopning nisbiy atom massasi:  $A_r = p + n = 26 + 33 = 59$  ga teng.

**Mavzuga doir masalalar:**

- Izoelektronlar berilgan qatorni toping. 1)  $\text{Ca}^{2+}$ ; 2)  $\text{Na}^+$ ; 3)  $\text{K}^+$ ; 4)  $\text{Cl}^-$ ; 5)  $\text{P}^{3-}$ ; 6) Ne;  
A) 1; 2 B) 2; 5 C) 3; 6 D) 1; 4.
- Izotonlar berilgan qatorni toping. 1) Ca; 2) Ar; 3)  $^{40}\text{K}$ ; 4)  $^{37}\text{Cl}$ ; 5)  $^{42}\text{Ca}$ ; 6) Cl;  
A) 1;3 B) 2;5 C) 3;6 D) 4;6.
- Izobarlar berilgan qatorni toping. 1) Ca; 2) Ar; 3)  $^{40}\text{K}$ ; 4)  $\text{Cl}^-$ ; 5)  $^{42}\text{Ca}$ ; 6) Cl;  
A) 1;5 B) 4;6 C) 1;2;3; D) 1;2.
- Izotoplar berilgan qatorni toping. 1) Ca; 2) Ar; 3)  $^{40}\text{K}$ ; 4)  $\text{Cl}^-$ ; 5)  $^{42}\text{Ca}$ ; 6) Cl;  
A) 4; 6 B) 2; 3 C) 3; 6 D) 1; 5.
- Fe-izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig'indisining necha foizini tashkil etadi? A) 47,3; B) 32,1; C) 52,7; D) 35,8.
- Cu-izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig'indisining necha foizini tashkil etadi? A) 36,9; B) 31,5; C) 46,0; D) 53,9.

**Mavzu yuzasidan test savollari**

- Natriy atomi yadrosi  $\alpha$ -zarrachalar bilan bombardimon qilinganda, proton ajralib chiqqan. Davriy sistemadagi qaysi elementning izotopi hosil bo'lgan.

- A) alyuminiy B) kremniy S) magniy D) fosfor E) natriy
2. Quyidagi sxema:  ${}_{101}^{258}Md + \alpha \rightarrow X + \beta + {}_0^1n$  bo'yicha hosil bo'ladigan yangi element izotopini toping va uning tashqi valent pogonasi uchun elektron konfiguratsiyani tanlang. 1)  ${}_{105}^{260}Ns$  2)  ${}_{104}^{261}Ku$  3)  ${}_{103}^{256}Lr$  4)  $7s^26d^2$  5)  $7s^16d^2$  6)  $7s^26d^3$
- A) 1,4 B) 2,5 S) 2,4 D) 3,5 E) 2,6
3. Sun'iy radioaktiv fosfor quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanganda, qanday zarracha ajralib chiqadi.  ${}_{15}^{30}P = {}_{14}^{30}Si + X$
- A)  $\alpha$ -zarracha B)  $\beta$ -zarracha S) proton D) pozitron E) neytron
4.  ${}_{26}^{56}Fe + X = {}_{25}^{56}Mn + {}_1^1H$  reaksiyasida temir izotopi qanday zarracha bilan nurlantirilgan.
- A) proton B)  $\beta$ -zarracha S)  $\alpha$ -zarracha D) 2 ta  $\alpha$ -zarracha E) neytron
5.  ${}_{83}^{209}Bi$  izotopini nurlantirish natijasida  ${}_{85}^{211}At$  elementi olingan va 2 ta neytron hosil bo'lgan. Vismut izotopi qanday zarrachalar bilan nurlantirilgan.
- A) proton B) pozitron S)  $\alpha$ -zarracha D) elektron E) neytron
6. Quyidagi uran izotoplarida  ${}_{92}^{238}U$  va  ${}_{92}^{235}U$  nechtdan neytron bor.
- A) 146 va 143 B) 143 va 146 S) 144 va 143 D) 145 va 143 E) 143 va 145
7.  ${}_{88}^{226}Ra$  elementning yadrosi bitta  $\alpha$ - va 2 ta  $\beta$ -zarrachani yo'qotsa, tartib nomeri nechaga teng bo'lgan element hosil bo'ladi.
- A) 86 B) 88 S) 90 D) 84 E) 92
8. Aktiniyning radioaktiv emirilishi natijasida:  ${}_{89}^{227}Ac \rightarrow {}_x^y\text{O} + {}_2^4He$  qanday elementning izotopi hosil bo'ladi.
- A)  ${}_{86}^{222}Rn$  B)  ${}_{87}^{224}Fr$  S)  ${}_{87}^{223}Fr$  D)  ${}_{88}^{225}Ra$  E)  ${}_{88}^{226}Rn$
9. Quyidagi o'zgarishda  ${}_{93}^{238}Np \rightarrow {}_{92}^{238}U + e$  qanday jarayon yuz beradi.
- A)  $\beta$ -zarracha B) proton ajralishi S)  $\alpha$ -zarracha D) neytron ajralishi E)  $+\beta$ -parchalanish.
10.  ${}_{92}^{238}U$  izotopii yadrosi radioaktiv parchalanish natijasida  ${}_{88}^{226}Ra$  yadrosiga aylandi. Bu jarayonlarda kancha  $\alpha$  va  $\beta$ -zarrachalar ajralgan.
- A) 2  $\alpha$  va 3  $\beta$  B) 3  $\alpha$  va 2  $\beta$  S) 4  $\alpha$  va 2  $\beta$  D) 5  $\alpha$  va 4  $\beta$  E) 3  $\alpha$  va 4  $\beta$

11. Hidrosulfat ioni tarkibini tashkil etuvchi proton, neytron va elektronlar sonini ko'rsating. 1) 50 2) 49 3) 48 4) 47  
 A) 3,4,3 B) 3,4,2 S) 2,4,2 D) 1,4,2 E) 2,3,1
12.  ${}_{81}^{209}\text{Tl} = \beta + X$  reaksiyasida hosil bo'lgan element atomining yadrosida nechta neytron bo'ladi. A) 114 B) 115 S) 116 D) 127 E) 129
13. Quyidagi  ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\text{He} = {}_{8}^{17}\text{O} + X$  yadro reaksiyasi natijasida qanday zarracha ajralib chiqadi. A) proton V) pozitron S)  $\alpha$ -zarracha D) elektron E) neytron
14.  ${}_{92}^{239}\text{U} = {}_{93}^{239}\text{Np} + X$  reaksiyasida qanday zarracha ajralib chiqadi.  
 A) proton V) 2 ta proton S)  $\alpha$ -zarracha D)  $\beta$ -zarracha E) neytron
15. Elektronlar soni bilan farq qilmaydigan atom yoki ionlarni tanlang.  
 1) vodorod anioni 2) litiy kationi 3) geliy 4)  $\alpha$ -zarracha 5) deyteriy  
 A) 1,2,3,4 B) 1,2,3 S) 2,3,5 D) 1,2,4 E) 3,4,5
16. Quyidagi yadro reaksiyalarida hosil bo'lgan A element atom yadrosining massasi nechaga teng.  ${}_{88}^{226}\text{Ra} \xrightarrow{-\alpha} X \xrightarrow{-\beta} Y \xrightarrow{-\beta} Z \xrightarrow{-\alpha} A$   
 A) 218 B) 216 S) 222 D) 226 E) 228
17. Qaysi zarrachalarning massa va zaryad kattaliklari bir xil?  
 A)  $\alpha$ -zarracha V) proton S) pozitron D)  $\beta$ -zarracha E) neytron



## Taqdimot № 2

### III BOB. DAVRIY QONUN VA DAVRIY JADVAL. ATOMLARNING DAVRIY VA NODAVRIY O'ZGARUVCHAN XOSSALARI

#### 3.1- §. Davriy qonun va davri Sistema

XVIII asr oxirida 25 ta element ma'lum bo'lib, XIX asrning birinchi choragida yana 19 ta element kashf qilindi. Elementlar kashf qilinishi bilan ularning atom massalari, fizik va ximiyaviy xossalari o'rganib borildi. Bu tekshirishlar natijasida ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy gruppalari (masalan, ishkoriy metallar, ishkoriy er metallar, galogenlar) ga o'xshash element gruppalari aniqlana borildi. Elementlar haqidagi va ularning birikmalari haqidagi ma'lumotlar ximiklar oldiga barcha elementlarni gruppalariga

ajratish (klassifikatsiya qilish) vazifani qo'ydi. 1789 yilda A.Lavuaze ximiyaviy elementlarning birinchi klassifikatsiyasini yaratdi, u barcha oddiy moddalarni 4 ta gruppaga (metallaslar, metallar, kislota radikallari va «erlar», ya'ni «oksid»lar) ga ajratdi.

1812 yilda Bertseluis barcha elementlarni metallar va metalmaslarga ajratdi. Bu klassifikatsiya dog'al va noaniq edi, lekin shunga qaramasdan xaligacha o'z kuchini yo'qotmay kelmoqda.

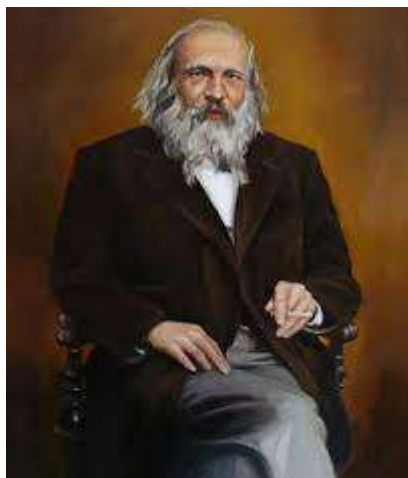
1829 yilda Debereyner uchta elementdan iborat o'xshash elementlarning guruppalarini tuzdi va ularni triadalar deb atadi. Har qaysi triadada o'rtadagi elementning atom massasi ikkita ikki chetdagi elementlarning atom massalari yig'indisining ikkiga bo'linganiga teng. O'sha vaqtda ma'lum bo'lgan elementlardan faqat ettita triada tuzish mumkin bo'ldi.

D.I.Mendeleev avval olib borilgan ishlarning xech birida ximiyaviy elementlar orasida o'zaro uzviy bog'lanish borligi topilmadi. Hechkim elementlar orasidagi o'xshashlik va ayirmalar asosida ximiyaning muxim qonunlaridan biri turganligini D.I.Mendeleevgacha kashf etaolmadi. Chuqur ilmiy bashorat va taqqoslashlar asosida D.I.Mendeleev 1869 yilda tabiatning muxim qonuni – ximiyaviy elementlarning davriy qonunini ta'rifladi. D.I.Mendeleev ta'riflagan davriy qonun va uning grafik ifodasi – davriy sistema xozirgi zamon ximiya fanining fundamenti bo'lib qoldi.

D.I.Mendeleev kimyoviy elementlarning ko'pchilik xossalari shu elementlarning atom massasiga bog'liq ekanligini topdi. D.I.Mendeleev o'sha zamonda ma'lum bo'lgan barcha elementlarni ularning atom massalari ortib borish tartibida bir qatorga qo'yganida elementlarning xossalari 7 ta, 17 ta va 31 ta elementdan keyin keladigan elementlarda qaytarilishini, ya'ni davriylik borligini ko'rdi.

D.I.Mendeleev o'zi kashf etgan davriy qonunini quyidagicha ta'rifladi: oddiy moddalarning (elementlarning) xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom massalariga davriy ravishda bog'liq bo'ladi. D.I.Mendeleev davriy qonunini kashf etishda

elementlarning atom massa qiymatlariga, fizik va ximiyaviy xossalariga e'tibor berdi.



3.1-rasm. Mendeleev D.I.

3.2-rasm. Mendeleev D.I. davriy jadvali

**Mendeleev Dmitriy Ivanovich** (1834.27.1 (8.2), Tobolsk — 1907.20.1 (2.2), Peterburg (hozirgi Sankt-Peterburg)) — rus kimyogar olimi va pedagogi. Peterburgdagi Bosh pedagogika instituti fizikamatematika fakultetining tabiiyot fanlar bo'limini tugatgan (1855). 1856 yilda Peterburg universitetida magistrlik dissertatsiyasini yoklaydi. 1859—61 yillarda Gelderberg shahriga ilmiy xizmat safariga yuboriladi.

Kimyoviy elementlar davriy qonunining kashf qilinishi — Mendeleevning buyuk xizmatidir.

### **Davriy qonun va davriy sistemaning anorganik kimyoni rivojlantirishdagi roli va ahamiyati**

Davriy qonun va davriy sistema kimyo fanning taraqqiyotda katta ahamiyatga ega bo'ladi. U yangi ilmiy kashfiyotlar qilishda muhim o'rin tutadi. Atom tuzilishi nazaryasi kashf qilingandan keyin quyidagi muhim masala hal qilindi:

- 1) Kimyoviy xossalarning davriy o'zgarishi;
- 2) Davriy sistemaning guruxlarga, asosiy va qoshimcha guruxchalarga bo'linishi;
- 3) Yer po'stlog'ida kam uchraydigan lantanoidlarning mavjudligi;
- 4) Kimyoviy xossalarning qonuniy o'zgarishi;
- 5) Argon va qalay; kobalt va nikel; tellur va yod; toriy va protaktiniylarning atom massalarining qiymatlariga qarab sistemaga joylashtirishda qonunda oz bo'lsada chetlanishlik sabablari aniqlandi.

Elementlarning yangi o'rganilgan davriy xossalari qatoriga – ularning atom radiuslari, ionlanish potentsiallari, elektromanfiyliklar kabi xossalar qo'shildi.



Undan tashqari rus olimi E.B.Biron 1915 yilda D.I.Mendeleevning xarqaysi gruppachasida asosiy davriylikdan tashqari, yana ikkilamchi davriylik mavjudligini kashf etdi. Elementlarning xossalari xarqaysi gruppachada birtekisda o'zgarishdan, balki gruppachada ham o'ziga xos davriylik bor; masalan, galogenlarning kislorodli birikmalarining barqarorligi ftordan xlarga o'tgan sari kuchayadi, lekin xlardan bromga o'tganda susayadi; bromdan yodga o'tishi bilan yana kuchayadi.

### **Davriy qonunning zamonaviy ta'rif. Davriy sistema bilan atom tuzilishini bog'liqligi**

Davriy qonunning zamonaviy ta'rif: oddiy moddalarning (elementlarning) xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning yadro zaryadlariga davriy ravishda bog'liq bo'ladi.

D.I.Mendeleevning davriy sistemasi uchun taklif qilingan variantlar soni qariyb 150 dan ortib ketdi. Lekin bulardan eng muximlari quyidagilardan iborat: 1.S.A.Shchukaryov varianti, 2.A.Verner varianti, 3.Bor-Tommsen varianti, 4.B.V.Nekrasov varianti va xakozu. Xozirda qo'llanilayotgan davriy sistema 1967 yilda («ximiya» nashriyoti) Selinov taxriri ostida bosib chiqariladi. U davriy sistemaning eski variantlaridan keskin farq qiladi. Bu sistemada 8 ta gruppaga bo'lib, inertgazlar VIII gruppaning asosiy gruppachasiga kiritilgan. Atom massalar uglerod birligida ko'rsatilgan; Vodorod faqat VII gruppaga joylashtirilgan. Davriy sistemaning bu varianti atom tuzilishi haqidagi barcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

### **Elementlar valentligi va davriy sistema**

Bosh guruxcha elementlarining tashqi pog'onasidagi elektronlar soni ularning gurux tartib raqamiga teng, bu elektronlar *valent elektronlar* deb ataladi, shu sababli element joylashgan gurux tartib raqami bilan elementning maksimal valentligi orasida uzviy bog'lanish bor, bu valentlik ba'zan *stexiometrik valentlik* deb ham ataladi. Davriy sistemada IA—IIIA guruxcha elementlar atomlarining maksimal valentligi doimo (I atomi uchun past bo'lgan 1 valentli holati ham ma'lum) gurux tartib raqamiga teng, IV—VII guruxlarning bosh guruxcha elementlari uchun maksimal qiymatdan kichik bo'lgan valentliklari ham ma'lum:

Gruppa	I	II	III	IV	V	VI	VII
Valentlik	1	2	3	4	5	6	7
				2	3	4	5
						2	3
							1

IV—VII guruxlarning elementlaridagi valentliklari bir-biridan 2 birlikka o'zgaradi.

Bosh guruxcha elementlari atomlari kislorod bilan hosil qilgan birikmalarida maksimal valentliklarni namoyon qilsalar, bunday valentlikka vodorod bilan hosil bo'ladigan birikmalarning orasida faqat I—IV guruxning bosh guruxcha elementlari atomlari ega bo'ladi. V—VII gurux bosh guruxchalar elementlari atomlari uchun bunday birikmalarda valentlik 3 dan 1 gacha kamayadi (jadvalga qarang). Bu qonuniyat-dan kislorod (ko'pincha ikki valentli) va fluor (doimo bir valentli) chetlashadi. Ilgari inert gaz deb atalgan, hozirda — nodir gazlarning ba'zilar (Kr, Xe, Rn) 8, 6, 4 va 2 valentli birikmalar hosil qilishi aniqlangan.

**Bosh guruxcha elementlarining kislorod va vodorod bilan hosil qilgan birikmalaridagi maksimal valentliklari**

Gruppalar tartib raqami	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kislorod bilan	1	2	3	4	5	6	7
	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Vodorod bilan	1	2	3	4	3	2	1
	H <sub>2</sub> S	MgH <sub>2</sub>	AlH <sub>3</sub>	SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl

Yonaki guruxcha elementlari ko'pincha maksimal valentlikni namoyon qilmaydi, ba'zilar esa (masalan, mis, kumush va oltin) gurux tartib raqamidan katta bo'lgan valentlikka ega bo'ladi. Ko'pchilik oraliq elementlar o'zlarining birikmalarida turli-tuman kimyoviy xossalarga ega bo'ladilar, shu sababli ularning valentliklari ham xilma-xil bo'ladi.

### **3.2-§.Atomlarning radiusi, ionlanish energiyasi, ionlanish potentsiali, nisbiy elektromanfiyligini davrlar va guruhlar bo‘ylab o‘zgarishi.**

Atomlarning o‘lchami, ionlanish energiyasi, elektronga moyilligi, elektrmanfiyligi, oksidlanish darajasi kabi xossalari atomning elektron konfiguratsiyasi bilan bog‘liq. Elementning tartib raqami ortishi bilan bu xossalarning o‘zgarishida davriylik kuzatiladi.

Atomlarning qat‘iy muayyan chegarasi bo‘lmaydi, bunga sabab elektronlarning to‘lqin tabiatli ekanligidir. Hisoblashlarda effektiv yoki *shartli radiuslar* degan tushunchalardan, ya‘ni kristall hosil bolishida bir-biriga yaqinlashgan sharsimon atomlarning radiuslaridan foydalaniladi. Odatda ular rentgenometrik ma‘lumotlardan hisoblab topiladi.

➤ Atomning radiusi:

---

Uning muhim xarakteristikasidir. Atom radiusi qancha katta bolsa, tashqi elektronlar atomda shuncha zaif tortib turiladi. Aksincha, atom radiusi kichrayishi bilan elektronlar yadroga kuchliroq tortiladi.

---

Davrda atom radiusi chapdan o‘ngga tomon kichrayib boradi. Bunga sabab yadroning zaryadi ortishi bilan elektronlarning tortilish kuchi ortishidir. Gruppachalarda yuqoridan pastga atom radiusi kattalashib boradi, chunki qo‘shimcha elektron qavat qo‘shilishi natijasida atomning hajmi va demak, uning radiusi kattalashadi.

➤ *Ionlanish energiyasi* :

---

Elektronni atomdan uzish uchun talab etiladigan energiyadir. U odatda elektron voltlarda ifodalanadi. Elektron atomdan uzilib chiqqanda tegishli kation hosil boladi.

---

Bitta davrdagi elementlar uchun ionlanish energiyasi yadro zaryadi ortishi bilan chapdan o‘ngga tomon ko‘payib boradi. Gruppachada bu energiya elektron

yadrodan uzoqlashishi tufayli yuqoridan pastga tomon kamayib boradi. Yadro zaryadi ortishi bilan atomlar ionlanish energiyasining o'zgarishi grafik tarzda ko'rsatilgan.

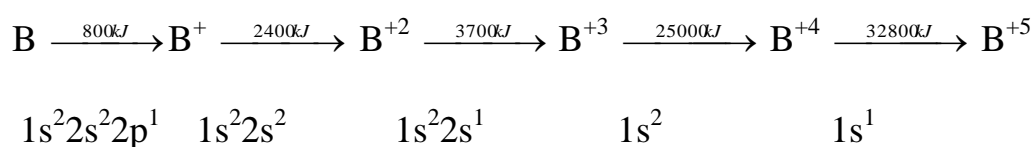
Ionlanish energiyasi elementlarning kimyoviy xossalari bilan bog'langan. Masalan, ionlanish energiyasi kichikroq bolgan ishqoriy metallar yaqqol ifodalangan metallik xossalarga ega boladi. Nodir gazlarning kimyoviy inertligi ularning ionlanish energiyasining qiymati nihoyatda katta bolishi bilan bog'liq.

#### **D. I. Mendeleyevning kimyoviy elementlarning davriy sistemasidagi ba'zi elementlar atomlarining ionlanish potentsiallari**

Tartib raqami	Element	Ionlanish energiyasi, eV				
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
1	H	13,60	—	—	—	—
2	He	24,58	54,40	—	—	—
3	Li	5,39	75,62	—	—	—
4	Be	9,32	18,21	—	—	—
5	B	8,30	25,15	37,92	—	—
6	C	11,26	24,38	47,86	64,48	—
7	N	14,54	29,61	47,43	77,45	97,86
8	O	13,61	35,15	54,93	77,39	—
9	F	17,42	34,98	62,65	87,23	—
10	Ne	21,56	41,07	64,50	97,16	126,4
11	Na	5,14	47,29	71,65	98,88	—
12	Mg	7,64	15,03	80,12	—	—
13	Al	5,98	18,82	28,44	—	—
14	Si	8,15	16,34	33,46	45,13	—
15	P	10,55	19,65	30,16	51,35	65,01
16	S	10,36	23,4	35,0	47,29	72,5
17	Cl	13,01	23,80	39,90	53,5	67,8
18	Ar	15,76	27,62	40,90	59,79	75,0
19	K	4,34	31,81	46,0	60,90	—

20	Ca	6,11	11,87	51,21	67,0	84,39
24	Cr	6,76	16,5	30,95	50,4	72,8
25	Mn	7,43	15,70	33,69	53,4	75,7
26	Fe	7,90	16,16	30,64	—	—
27	Co	7,86	17,3	33,49	—	—
28	Ni	7,63	18,2	35,16	—	—
29	Cu	7,72	20,34	29,5	—	—
30	Zn	9,39	17,89	40,0	—	—
31	Ga	6,00	20,43	30,6	63,8	—
32	Ge	8,13	15,86	34,07	45,5	93,0
33	As	9,81	20,1	28,0	49,9	62,5
34	Se	9,75	21,3	33,9	42,72	72,8
35	Br	11,84	19,1	25,7	47,3	59,7
36	Kr	14,00	26,4	36,8	52,1	65,9

Atomlarning ionlanish energiyalaridagi o'zgarish elektron pog'onasining tuzilishi bilan chambarchas bog'langan. Masalan, elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^2 2p^1$  bo'lgan bor atomidagi elektronlarni birma-bir tartib olish uchun sarf bo'ladigan energiyalar qiymatlari quyida keltirilgan:



Oxirgi ikki elektron o'zak elektroni bo'lib, ular yadroga ancha yaqin joylashgan, shu tufayli ionlanish energiyasi (57800 kJ) ikkinchi qobiqdagi uchta elektronni tartib olish uchun kerak bo'ladigan energiya (6900 kJ) dan deyarli 8,5 marta ko'p. Oldingi to'rt elektronni tartib olish uchun sarflangan energiya oxirgi bitta elektronni tartib olish uchun sarflangan energiyadan kamroq ekan.

Atomlar faqat elektron beribgina qolmay, balki biriktirib olishi ham mumkin. Bunda tegishli anion hosil boladi. Atomga bitta elektron biriktirib olinganida ajralib chiqadigan energiya *elektronga moyillik* deyiladi. Ionlanish energiyasi kabi elektronga moyillik ham odatda elektron-voltlarda ifodalanadi. Elektronga

moyillikning qiymati ko'pchilik elementlar uchun noma'lum; uni olchash ancha qiyin ish. Tashqi pog'onasida 7 tadan elektron boladigan galogenlarda elektronga moyillikning qiymati eng katta boladi. Bu hoi davr oxiriga yaqinlashgan sari elementlarning metallmaslik xossalari kuchayishini ko'rsatadi.

Elektrmanfiylikka 1932-yilda amerika olimi L. Poling ta'rif berdi. U elektrmanfiylikning birinchi shkalasini taklif etdi. Polingning ta'rifiga ko'ra, *elektrmanfiylik atomning birikmada o'ziga elektronlarni tortish xususiyatidir.*

Bunda valent elektronlar, ya'ni kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etadigan elektronlar nazarda tutiladi. Ravshanki, nodir gazlarda elektrmanfiylik bo'lmaydi, chunki ular atomlarining tashqi pog'onasi tugallangan va barqarordir.

Miqdoriy xarakteristika berish uchun elektrmanfiylikning olchami sifatida atomning ionlanish energiyasi ( $I$ ) bilan elektronga moyilligining ( $E$ ) arifmetik yig'indisiga teng energiyani hisoblash taklif etilgan, ya'ni

$$X=I+E,$$

bunda  $X$  — atomning, va demak, elementning elektrmanfiyligi.

Odatda, litiyning elektrmanfiyligi bir deb qabul qilinadi va boshqa elementlarning elektrmanfiyligi unga taqqoslanadi. Shunda elementlar *nisbiy elektrmanfiyligining* (uni  $x$  orqali belgilaymiz) oddiy va taqqoslash uchun qulay qiymatlari olinadi:

$$X_{Li}=1; X_f=21.04/5.61=4$$

Hozirgi vaqtda nisbiy elektrmanfiyliklar jadvali keng tarqalgan, uni tuzishda atomlarning elektron tuziishi va ularning radiuslari haqidagi eng yangi ma'lumotlardan foydalanilgan.

Shuni ta'kidlab olish kerakki, kimyoga doir turli kitoblarda keltirilgan nisbiy elektrmanfiylik qiymatlari bir-biridan qisman farq qiladi. Bunga sabab ularning muayyan farazlar va taxminlar asosida turli usullar bilan hisoblab topilganligidir.

Ba'zi elementlarning nisbiy elektromanfiyligi

H						
---	--	--	--	--	--	--

2,1						
Li 0,97	Be 1,47	B 2,01	C 2,50	N 3,07	O 3,50	F 4,10
Na 1,01	Mg 1,23	Al 1,47	Si 1,74	P 2,1	S 2,6	Cl 2,83
K 0,91	Ca 1,04	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,74
Rb 0,89	Sr 0,99	In 1,49	Sn 1,72	Sb 1,82	Te 2,01	I 2,21
Cs 0,86	Ba 0,97	Tl 1,44	Pb 1,55	Bi 1,67	Po 1,76	At 1,96

### **Davrlar, guruxlar, s-, p-, d-, f-elementlarning asosiy va yonaki gruppachada joylashishi**

XIX asrda kimyoning rivojlanishi va juda ko'p tajriba ma'lumotlari to'planganligi sababli kimyoviy elementlarni sistemalashtirishga ehtiyoj tug'ildi. Elementlarning xossalaridagi o'xshashlikka asoslanib ularni muayyan guruxlar tarzida birlashtirishga urinib ko'rildi. Lekin olimlar guruxlar orasidagi bog'lanishni topa olmadilar va elementlarni yagona sistemaga birlashtira olmadilar. Shunday bo'lsada bu sohadagi urinishlar zoye ketmadi.

D.I.Mendeleev 1869 yilda kimyoviy elementlar davriy qonunini kashf etdi va kimyoviy elementlarning davriy sistemasini yaratdi. Mendeleev elementlarni sistemaga solishda ularning atom og'irligini va kimyoviy xossalarini asos qilib oldi. U kimyoviy elementlarning atom og'irligi ortib borishi tartibida sistemaga joylashtirib, xossalari bir-biriga o'xshash bo'lgan elementlarni qat'iy oraliqda, ya'ni ma'lum elementdan keyin uchrashini aniqladi. Demak, elementlarning muayyan xossalari davriy ravishda takrorlanadi. Boshqacha aytganda, elementlarning xossalari ular atom massalarining davriy funktsiyasidir.

Elementlar xossalarining o'zgarishidagi bu qonuniyat davriy qonunda o'z

ifodasini topdi: oddiy moddalarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlaragom massasi kattaligiga davriy ravishda bog'liqdir.

Elementlar ma'lum izchillikda bir-biriga nisbatan joylashtirilganida, ularning davriy xossalari yaqqol namoyon bo'ladi: metallik xossalar har qaysi davr ichida metallmaslik xossasiga qadar muayyan qonuniyat bilan o'zgarib boradi.

Elementlar davriy sistemasining ishqoriy metallardan boshlanib asl gaz bilan tugaydigan gorizontal qatorlari davrlar deb ataladi. Hamma davrlardagi elementlarni bir-birining tagiga joylashtirib, Mendeleev elementlarning davriy sistemasi deb atagan jadval hosil qildi. Jadvalning vertikal qatorlari guruxlardeb ataladi. U har qaysi gurux bosh va qo'shimcha (yonaki) guruxchalarga bo'linadi.

Ba'zi hollarda Mendeleev atom massasi kichik bo'lgan elementni atom massasi katta bo'lgan elementdan keyin qo'yib (masalan, kobalt va nikel, tellur va yod) elementlarning atom massasi ortib borishi tartibida joylashtirishdek asosiy qonuniyatini buzadi. Chunki davriy sistemani tuzishda Mendeleev faqat elementning atom massasiga asoslanib qolmay, balki ularning barcha fizik va kimyoviy xossalari ham nazarda tutgandi. Bundan tashqari bir necha elementlarning atom massalarini aniqladi.

O'sha vaqtda hali ko'p elementlar ma'lum emas edi. Shuning uchun u noma'lum elementlarga joy qoldirdi. Bu kataklar keyin topilgan masalan, —Ga galliy, Ge—germaniy, Te—texnitsiy kabi elementlar bilan to'ldirildi.

Davriy qonunga asoslanib Mendeleev tabiatda hali kashf etilmagan bir qancha elementlar borligini aytdi. Bu elementlar jadvalda 21-(skandiy), 31-(galliy), 32-(germaniy) katakchaga joylashtirilgan.

XIX asrning 90 yillarida ilgari noma'lum bo'lgan kimyoviy elementlar—asl (nodir) gazlar kashf etildi. Bu esa Mendeleev yaratgan davriy sistemaga putur yetkazmadi, aksincha uni yanada to'ldirdi va boyitdi.

### **3.3-§. Atomlarning nodavriy o'zgaruvchan xossalari**



Mendeleyev davriy qonuni quyidagicha ta'rifladi: oddiy moddalar (elementlar)ning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom massasilariga davriy ravishda bog'liq bo'ladi. U barcha elementlar bo'ysunadigan davriy qonuni to'liq namoyon qildi va ba'zi elementlar (chunonchi: berilliy, lantan, indiy, titan, vanadiy, erbiy, seriy, uran, toriy)ning o'sha vaqtda qabul qilingan atom massasini 1,5—2 marta o'zgartirish, ba'zi elementlar (kobalt, tellur, argon)ning joylashish tartibini o'zgartirish va nihoyat 11 elementning (fransiy, radiy, aktiniy, skandiy, galliy, germaniy, protaktiniy, poloniy, texnetsiy, reniy, astat) kashf qilinishi kerakligini oldindan aytib berdi.

➤ **Elementlarning xossalari kuyidagi tartibda o'zgaradi:**

---

Faol ishqoriy metall — litiydan so'ng faolligi kamrok, metall — berilliy, undan keyin kuchsiz metalloidlik xossalarga va metallarning ba'zi xossalari ega bo'lgan bor turadi. Qatorda bordan keyin 4 valentli metalloid — uglerod, so'ng metalloidlik xossalari yanada ravshanroq ifodalangan azot, yaqqol metalloid — kislorod va nihoyat eng faol metalloid, yettinchi element — ftor keladi. Yuqorida aytib o'tilgan 7 ta element xossalarining qisqacha ta'rifidan ko'rinadiki, litiyda ifodalangan metallik xossalari bir elementdan ikkinchisiga utishi bilan asta-sekin zaiflashib, metalloidlik xossalari kuchayib boradi va ftorda eng yuqori darajaga yetadi. Shu bilan birga atom massalari ortib borgan sari elementlarning kislorodga nisbatan valentligi litiyda birdan boshlab, undan keyingi har qaysi elementda muntazam suratda bittadan ortib boradi. Ftordan keyin keladigan element — neon boshqa elementlar bilan birikmaydigan inert gazdir.

---

Neondan so'ng (keyingi qatorda) litiyga o'xshash bir valentli metall — natriy keladi. Natriydan keyin elementlar xossalarining o'zgarib borishi tartibga qarab joylashadi, ya'ni yuqoridagi holat takrorlanadi. Darhaqiqat natriydan so'ng berilliy analogi bo'lgan magniy keladi; undan keyin alyuminiy turadi. Alyuminiy,

garchi bor kabi metalloid bo'lmay, balki metall bo'lsa ham, u ba'zida metalloidlik xossalari namoyon qiladigan elementdir. Alyuminiydan keyin ko'p jihatdan uglerodga o'xshash to'rt valentli metalloid — kremniy, undan so'ng kimyoviy xossalari ko'ra, azotga o'xshash besh valentli fosfor, so'ngra metalloidlik xossalari kuchli ifodalangan element — oltingugurt undan keyin juda faol metalloid bo'lgan xlor, va, nihoyat, yana inert gaz — argon keladi. Ma'lum sondagi elementlardan keyin, go'yo orqaga, dastlabki nuqtaga qaytish yuz beradi; shundan keyin, ma'lum darajada, undan oldingi elementlarning xossalari xuddi o'sha tartibda, ammo sifat jihatidan farq qilgan holda takrorlanadi.

1871 yilda Kimyoviy elementlar davriy sistemasining ikkinchi varianti e'lon qilindi. Bu variantda uzaro o'xshash elementlar vertikal qatorlarga joylashgan bo'lib, qisqa davrli variant hisoblanardi. Unda 8 ta vertikal, 10 ta gorizontal qator bor edi. Bu variantga asoslanib, Mendeleev urangacha 11 ta elementning va urandan keyin bir nechta element kashf etilishini ba-shorat qildi. Mendeleevning davriy qonuni tajribada tasdiklandi va kimyoning rivojlanishida katta rol uynadi. Davriy sistema jadvalining hozirgi ko'rinishi keyingi yillardagi kashfiyotlar va ma'lumotlar bilan to'ldirilgan.

Ayni vaqtda davriy sistemaning 500 dan ortiq varianti chop etilgan. Ulardan eng keng tarqalgan shakllari quyidagilardir: 1) Mendeleev taklif etgan davriy sistemaning kiska varianti. 2) Kimyoviy elementlar davriy sistemasining shveysariyalik kimyogar A. Verner tomonidan 1905 yilda takomillashtirilgan uzun varianti. 3) Daniyalik fizik N. Bor chop etgan (1921 yil) davriy sistemaning zinapoyasimon shakli.

So'nggi yillarda ko'rinishi va amaliy jihatdan qulayligi sababli Kimyoviy elementlar davriy sistemasining qisqa va uzun variantlari keng kullanadi.

Ma'lum bo'lgan 109 ta element (110-elementning sintez qilinganligi haqida ma'lumotlar bor, 104—109 elementlar IUPAC tomonidan hali tasdiqlanmagan) atom massasilarning ortib borishi tartibida vertikal va gorizontal katorlarda joylashtirilgan. Vertikal qatorlar guruhlar deb nomlangan. Jadvalda I—VIII va 0

guruh mavjud. I—VII guruhlarning har biri ikki — asosiy va qo‘shimcha guruhchadan iborat. Har qaysi guruhcha va guruh (VIII, 0)da joylashgan elementlar bir-biriga o‘xshaydi, mas, 1 guruhning asosiy guruhchasida ishqoriy metallar, II guruhning asosiy guruhchasida — ishqoriy-yer metallar va VII guruhning asosiy guruhchasida — galogenlar va nolinci guruhchadagi inert gazlar. Bir guruhda, asosiy yoki qo‘shimcha guruhchada joylashgan elementlarning xossalari bir-biriga uxshaydi, ammo ba’zi xossalari farq qiladi. Gorizontalar davrlar deb ataladi. Birinchi 3ta (kichik) davrning har birida 2 ta, 8 ta va 8 ta element bor. 4, 5 va 6 (katta) davrlarda 18 ta, 18 ta va 32 ta element mavjud. 7 davrda 23 ta element bo‘lib, u hali tugallanmagan. 1940 yildan beri bu davr sun’iy yul bilan olingan radioaktiv (transuran) elementlar bilan tulib bormoqda. Bular tabiatda uchramaydi. Kimyoviy xossalari va elektron kavatlarining tuzilishiga ko‘ra, barcha transuran elementlar bir-biriga, shuningdek, toriy, protaktiniy, uranga o‘xshaydi. Kimyoviy elementlar davriy sistemasida aktiniydan so‘ng keladigan (90—103 raqamlardagi) elementlar aktinoidlar oilasiga birlashtirilgan va jadvalda lantanoidlar (58—71 raqamdagi elementlar)dan keyinda joylashtirilgan. Kimyoviy xossalari va elektron kavati tuzilishiga ko‘ra, bu ikkala oila birbiriga Uxshaydi. Ular III guruhga mansub. Har bir 2 ta davr, ya’ni 2 va 3, 4 va 5, 6 va tugallanmagan 7 davrlardagi elementlar soni, ularning joylanish tartibi bir xil ekanligi sistemadan aniq ko‘rinib turibdi. Shunga qarab 7 davrdagi hali ham noma’lum elementlarning urnini kursatib berish mumkin. Ammo davriy sistema kaysi element bilan tugashini aytish qiyin. Sun’iy radioaktiv kimyoviy elementlarning atom massasini izotoplar tabiiy aralashmasining o‘rtacha massasi deb hisoblash mumkin emas. Shuning uchun bu elementlarning kimyoviy formulasi ostidagi son boshka elementlardagi kabi uning atom massasiini emas, balki eng uzoq mavjud buladigan izotopning massa sonini kursatadi. Davriy sistemadagi elementlarning xossalari qonuniy ravishda uzgarib boradi. Masalan, ishqoriy metallar guruhchasida yuqoridan pastga, ya’ni litiydan seziyga tomon metallarning elektron berish qobiliyati ortib, shu bilan birga ularning kimyoviy faolligi ham kuchayib boradi. Galogenlar guruhchasida esa, aksincha, pastda

joylashgan element yuqoridagi elementga Karaganda elektronni qiyinlik bilan biriktiradi. Demak, galogenlar guruhchasida metalloidlarning faolligi yuqoridan pastga tomon pasayib boradi. Davrlardagi qonuniyat shundayki, Unga joylashgan elementlarga qaraganda chapda turgan elementlar elektronlarni oson yo‘qotib, qiyinlik bilan biriktiradi. Shunga muvofiq, chapdan o‘ngga (faol ishqoriy metallardan yaqqol metallmaslar — galogenlarga) tomon oddiy moddalarning xossalari o‘zgaradi, ayni vaqtda elementlar birikmasining xossalari ham davriy ravishda uzgarib boradi.

Macalan, davrlar boshidagi elementlar asosli oksidlar va shularga to‘g‘ri keladigan gidroksidlar (asoslar) hosil qiladi. Tartib raqamining ortib borishiga qarab gidroksidning asos tavsifi amfoter, so‘ng kislota tavsifi bilan almashadi. Guruhchalarda elementlar gidroksidlarining tavsifi yuqoridan pastga tomon kuchayib, kislota tavsifi zaiflashib boradi. Kimyoviy elementlar davriy sistemasis. kimyoviy elementlar va birikmalarning fizikkimyoviy xossalarini o‘rganishda, bu xossalar orasidagi qonuniyatlarni ochishda, yadroviy reaksiyalarni o‘tkazishda hamda radioaktiv izotoplarni sintez qilish sohasidagi tadqiqotlarda qisqa va aniq ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

### **3.4-§. Element birikmalari xossalarining davriy o‘zgarishi**

D.I.Mendeleev davriy sistemaning birinchi variantini 1869 yilda tuzdi. Bu sistemada 63 ta element bo‘lib, ular 19 ta gorizonta va 6 ta vertikal qatorga joylashtirilgan edi. Bu variantda o‘xshash elementlar gorizonta qatorlarga joylashgan, 4 ta element uchun bo‘sh joy qoldirilgan edi. D.I.Mendeleev ularning mavjudligini, atom massalarini va xossalarini oldindan aytib berdi. Bu variant uzun davrli variant xisoblanadi.

1871 yilda D.I.Mendeleev yaratgan davriy sistemaning ikkinchi varianti e‘lon qilindi. bu variantda o‘zaro o‘xshash elementlar vertikal qatorga joylashgan. VI variantning 90 gradusga burilgan ko‘zgudagi aksi edi. II variant qisqa davrli variant xisoblanardi. Unda sakkizta vertikal, 10 ta gorizonta qator bor edi. Bu variantga asoslanib D.I.Mendeleev urangacha 11 ta elementning va ulardan keyin

birnecha elementlar kashf etilishini bashorat qildi. D.I.Mendeleev 1 ta vertikal qatorga joylashgan o'xshash elementlarni gruppada deb, harqaysi ishkoriy metallardan galogengacha bo'lgan elementlar qatorini davr deb atadi.

D.I.Mendeleev dastlab taklif qilgan davriy sistemaga keyinchalik (uning o'zi ishtirokida va u vafot etganidan keyin) birmuncha o'zgarishlar kiritilib, davriy sistemaning hozirgi variatnlari tuzildi. U ettita davr va 8 ta gruppadan iborat.

Hozirgi davriy sistemada 105 ta element bor (105 element 1970 yilda kashf qilingan, unga Nilborium nomi berilgan). I, II, III davrlarning har biri faqat birgina qatordan tuzilgan bo'lib, ularni kichik davrlar, IV, V, VI va VII davrlar katta davrlar katta davrlar deyiladi. IV, V va VI davrlarning harqaysisi ikki qatordan tuzilgan, VII davr tugallanmagan davrdir. Birinchi davrdan boshqa hama davrlar ishkoriy metall bilan boshlanib inertgaz bilan tugaydi.

Kichik davrlarda ishkoriy metall bilan galogen orasida beshta element, katta davrlarda 15 ta element (masalan VI davrda 29 ta element) joylashgan. Shunga ko'ra katta davrlarda 1 elementdan ikkinchi elementga o'tganda elementlarning xossalari kichik davrdagiga nisbatan bir muncha sust o'zgaradi. Katta davrlar juft va tok qatorlag ega. Har qaysi katta davrda elementlarning xossalari ishkoriy metallardan inertgazga o'tgan sayin ma'lum qonuniyat bilan o'zgarib boradi, bundan tashqari elementning xossalari har bir juft qator ichida va har bir toq qator ichida ham ma'lum ravishda o'zgaradi. Shunga asoslanib katta davrlarda qo'shaloq davriylik nomoyon bo'ladi deb aytiladi. Masalan, IV davrning juft qatorida qalaydan marganetsga qadar, toq qatorida misdan to bromga qadar xossalar kuchayadi.

Davriy sistemadagi 57 – element lantan bo'lib , undan keyin alohida vaziyatni lantanoidlar (14 ta element) egallaydi. Bu elementlar kimyoviy xossalari bilan lantanga o'xshaydi. Shuning uchun davriy sistemada bu 15 ta elementga faqat bitta katak berilgan. VII davrda 89 element va 14 ta aktinoidlarga ham 1 o'rin berilgan. II va III davr elementlarini D.I.Mendeleev tipik elementlar deb atagan. Harqaysi gruppada ikkita gruppachaga bo'linadi. Tipik elementlarga ega

gruppacha asosiy gruppacha nomi bilan yuritiladi. Katta davrlarning toq qatorlar elementlari esa yonaki yoki qo‘shimcha gruppacha deb ataladi.

Asosiy gruppacha elementlari ximiyaviy xossalari jixatdan yonaki gruppacha elementlaridan farq qiladi. Buni VII gruppacha elementlarida yaqqol ko‘rish mumkin. Bu gruppaning asosiy gruppacha elementlari( vodorod, fluor, xlor, brom, yod, astat) aktiv metallmaslar bo‘lib, yonaki gruppacha elementlari marganets, texnitsiy, reniy) – haqiqiy metallardir.

VIII gruppaning asosiy gruppachasi inert gazlar, yonaki gruppachasi 9 ta metall (temir, kobalt, nikel, ruteniy, radiy, palladiy, osmiy, iridiy, platina) dir. Harqaysi gruppacha nomeri o‘sha gruppaga kiruvchi elementlarning kislorodga nisbatan maksimal valentligini ko‘rsatadi. Lekin miss gruppachasida VIII, VII gruppacha elementlarida bu qoidadan chetga chiqish xollari ro‘y beradi; Chunonchi: miss I va II valentli bo‘ladi, oltinning valentligi 3 ga etadi; VIII gruppaning qo‘shimcha gruppacha elementlaridan faqat osmiy va iridiy 8 valentlik bo‘ladi; VII gruppacha elementi fluor faqat 1 valentli bo‘laoladi.

Demak, elementlarning xossalari (atom massasi, valentliklari, kimyoviy birikmalarining asos yoki kislota harakteriga ega bo‘lishi va hokozo) davriy sistemada davr ichida ham gurux ichida ham malum qonuniyat bilan o‘zgaradi. Binobarin, har qaysi element davriy sistemada o‘z o‘rniga ega va bu o‘rin o‘z navbatida ma’lum xossalari majmuasini ifodalaydi va tartib nomeri bilan harakterlanadi. Shu sababli, agar biror elementning davriy sistemada tutgan o‘rni ma’lum bo‘lsa uning xossalari haqida to‘la fikr yuritib, ularni to‘g‘ri aytib berish mumkin.

Davriy qonun va kimyoviy elementlar davriy sistemasi – kimyo fanining juda katta yutug‘i, hozirgi zamon kimyosining asosidir. Davriy sistema tu zishda atomning asosiy xususiyati sifatida uning atom massasi qabul qilindi. D.I. Mendeleeyevdan ilgari o‘tgan ko‘pgina kimyogarlari: nemis olimlari I. Debereyner (1780 – 1849) va L.M. Meyer (1830 – 1895), ingliz J. Nyulends (1838 – 1898), fransuz A. Shankurtua (1819 – 1886) va boshqalar kimyoviy elementlar klassifikatsiyalarining turli variantlarini taklif etdilar. Lekin ular o‘sha vaqtda

ma'lum bo'lgan barcha kimyoviy elementlarni sistemaga solish- ga muvaffaq bo'ladilar. Faqat rus olimi D. I. Mendeleevning tabiatning asosiy qonunlaridan birini – kimyoviy elementlarning qonunini kashf etishigina kimyoviy elementlarning yagona sistemasini yaratishga imkon berdi.

D.I. Mendeleev o'zi kashf etgan qonunni **“davriylik qonuni”**, deb atadi va uning ta'rifi quyidagicha:

---

**“Oddiy jismlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlar atom og'irlik- larining qiymatiga davriy bog'liqdir”.**

---

Ana shu qonunga muvofiq ravishda, elementlarning davriy sistemasi tuzilgan, u davriy qonunni obyektiv aks ettiradi.

Davriy qonun kashf etilishi paytida faqat 63 tagina kimyoviy element ma'lum edi. Bundan tashqari, ko'pchilik kimyoviy elementlar uchun nisbiy atom massalarining qiymatlari noto'g'ri aniqlangan edi. Bu hol ayniqsa, kimyoviy elementlarni sistemaga solishni qiyinlashtirardi, chunki D.I. Mendeleev sistemalashda nisbiy atom massalarining qiymatlarini asos qilib olgan edi. Masalan, berilliyning nisbiy atom massasi 9 o'rniga 13,5 deb aniqlangan edi, bu berilliyning to'rtinchi o'ringa emas, balki oltinchi o'ringa joylashtirish kerak, degan so'z edi. Lekin, D. I. Mendeleev berilliyning nisbiy atom massasi noto'g'ri aniqlanganligiga ishonchi komil edi va shu sababli uni xossalarning majmuasiga qarab to'rtinchi o'ringa joylashtirdi. Ba'zi boshqa elementlarni joylashtirishda ham xuddi shunga o'xshash qiyinchiliklar tug'ildi.

D.I. Mendeleev kashf etgan qonunning mohiyatini tushunib olish uchun nisbiy atom massalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan kimyoviy elementlar xossalari o'zgarib borishini ko'zdan kechirib chiqamiz. Ana shu ketma-ketlikda har bir elementga qo'yiladigan raqam tartib raqami deyiladi. Jadvaldan foydalanib, quyidagilarni aniqlash mumkin:

1. Qatorda litiy Li dan ftor F ga tomon nisbiy atom massalari ortishi bilan metallik xossalarining asta-sekin susayishi va metallmaslik xossalarining kuchayishi kuzatiladi. Litiy Li – metallik xossalari yaqqol ifodalangan ishqoriy metall. Berilliy Be da metallik xossalari juda susaygan, uning birikmalari amfoter xususiyatga ega. Bor B elementida metallmaslik xossalari kuchliroq, bu xossalar keyingi elementlarda asta-sekin kuchayib boradi va ftor F da eng yuqori darajaga yetadi. Ftordan keyin inert element neon Ne keladi.

2. Litiy Li dan uglerod C ga tomon borganda nisbiy atom massalarining qiymati ortishi bilan elementlarning kislorodli birikmalaridagi valentligi 1 dan 4 ga qadar ortib boradi. Bu qatordagi elementlar uglerod C dan boshlab vodorod bilan uchuvchan birikmalar hosil qiladi. Vodorodli birikmalardagi valentligi uglerod C da 4 dan ftor F da 1 ga qadar kamayadi.

3. Natriy Na elementidan (tartib raqami 11) boshlab oldingi qator elementlar xossalarining takrorlanishi kuzatiladi. Natriy Na (litiy Li ga o‘xshab) – metallik xossalari kuchli ifodalangan element, magniy Mg da (berilliy Be kabi) metallik xossalari kuchsizroq ifodalangan. Alyuminiy Al (berilliy Be ga o‘xshash) amfoter xossali birikmalar hosil qiladi. Kremniy Si (uglerod C kabi) – metallmas. Keyingi elementlarda – fosfor P bilan oltingugurt S da metallmaslik xossalari yanada kuchayadi. Bu qatorda oxirgidan oldingi element xlor (ftor F kabi) eng kuchli ifodalangan metallmaslik xossalarini namoyon qiladi. Oldingi qator kabi bu qator ham inert element argon bilan tugaydi. Oldingi qatordagiga o‘xshash, kislorodli birikmalardagi valentligi natriy elementida 1 dan xlor Cl elementida 7 gacha ortib boradi. Vodorodli birikmalardagi valentligi kremniy Si da 4 dan xlor Cl da 1 gacha kamayadi.

4. Kaliydan (tartib raqami 19) boshlab, tipik ishqoriy metallardan tipik metallmas galogenga qadar xossalarining asta-sekin o‘zgarishi kuzatiladi. Ma’lum bo‘lishicha, elementlar birikmalarining shakli ham davriy takrorlanar ekan. Masalan, litiyning oksidi  $\text{Li}_2\text{O}$  shaklida bo‘ladi. Litiyning xossalarini takrorlovchi elementlarning: natriy, kaliy, rubidiy, seziiy oksidlarining formulasi ham xuddi shunday –  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$ ,  $\text{Cs}_2\text{O}$ .



Atom massalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan elementlarning barcha qatorini D.I. Mendeleev davrlarga bo'ldi. Har qaysi davr chegarasida elementlarning xossalari qonuniyat bilan o'zgaradi (masalan, ishqoriy metall - dan galogenga qadar). Davrlarni o'xshash elementlar ajratib turadigan qilib joylashtirib, D.I. Mendeleev kimyoviy elementlarning davriy sistemasini yaratdi. Bunda ba'zi elementlarning atom massalari tuzatildi, hali kashf etilmagan 29 element uchun bo'sh katakchalar qoldirildi. Davriy qonun va davriy sistema asosida D.I. Mendeleev o'sha vaqtda hali kashf etilmagan yangi elementlar bor, degan xulosaga keldi; ulardan 3 tasining xossalarini batafsil bayon qildi va ularga shartli nomlar berdi – *ekabor, eka alyuminiy va ekasilitsiy*. D. I. Mendeleev har qaysi elementning xossasini atom analoglarining xossalariga asoslanib aniqladi. Berilgan elementni davriy sistemada o'rab turgan elementlarni u *analoglar* deb atadi. Masalan, magniy elementining atom massasi atom analoglarining atom massalarining o'rta cha arifmetik qiymati sifatida, hisoblab topildi, ya'ni:

D.I. Mendeleevning bashoratlari keyinroq tasdiqlandi. Ushbu element D.I. Mendeleev hayotligi vaqtidayoq kashf etildi, ularning oldindan aytilgan xossalari tajribada aniqlangan xossalariga mos keldi.

**Galliy** – 1875-yilda Lekok de-Buabodran, **skandiy** – 1879-yilda Nilson va **germaniy** – 1886-yilda Vinkler tomonidan kashf etildi.

Hozirgi vaqtda davriy sistemani tasvirlashning 500 dan ortiq variantlari bor. Bular davriy qonunning turli shakldagi ifodasidir. D.I. Mendeleev 1869-yil taklif etgan kimyoviy elementlar davriy sistemasining birinchi varianti *uzun shakldagi varianti* deyiladi. Bu variantda har bir davr bitta qatorda joylashtirilgan edi. 1870-yil dekabr oyida u davriy sistemaning ikkinchi variantini – qisqa shakli deb atalgan variantini e'lon qildi. Bu variantda davrlar qatorlarga, guruxlar esa (bosh va yonaki) guruxchalarga bo'lingan edi.

Davriy sistemaning qisqa shakldagi varianti ko'p tarqalgan. Lekin uning muhim kamchiligi – o'xshash bo'lmagan elementlarning bitta guruxga birlashtirilganligidir, ya'ni unda bosh va yonaki guruxchalardagi elementlar xossalari bir-biridan katta farq qiladi. Bu elementlar xossalarining davriyligini,

ma'lum darajada, "Xiralashtiradi" va sistemadan foydalanishni qiyinlashtiradi. Shu sababli keyingi vaqtlarda, ayniqsa, o'quv maqsadlarida D.I. Mendeleev davriy sistemasining uzun shaklidagi variantidan ko'proq foydalanilmoqda.

Davriy sistemada gorizontaal bo'yicha 7 ta davr bor (rim raqamlari bilan belgilangan), ulardan I, II va III davrlar kichik, IV, V, VI va VII davrlar esa katta davrlar deyiladi. Birinchi davrda – 2 element, ikkinchi va uchinchi davrlarda – 8 tadan, to'rtinchi va beshinchi davrlarda – 18 tadan, oltinchi davrda – 32 ta, yettinchi davrda 32 ta element joylashgan. Birinchi davrdan boshqa barcha davrlar ishqoriy metall bilan boshlanadi va nodir gaz bilan tugaydi.

Davriy sistemadagi barcha elementlar bir-biridan keyin ketma-ket kelishi tartibida raqamlangan. Elementlarning raqamlari tartib yoki atom raqamlari deyiladi.

*II va III davr elementlarini D.I. Mendeleev tipik elementlar deb atadi.*

**Ularning xossalari tipik metallardan nodir gazga tomon qonuniyat bilan o'zgaradi.** Davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham qonuniyat bilan o'zgaradi. Sistemada 10 ta qator bo'lib, ular arab raqamlari bilan belgilangan. Har qaysi kichik davr bitta qatordan, har qaysi katta davr — ikkita: juft (yuqorigi) va toq (pastki) qatorlardan tarkib topgan. Katta davrlarning juft qatorlari da (to'rtinchi, oltinchi, sakkizinchi va o'ninchi) faqat metallar joylashgan va elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga o'tib borishda kam o'zgaradi.

Katta davrlarning toq qatorlarida (beshinchi, yettinchi va to'qqizinchi) elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga tomon tipik elementlardagi kabi o'zgarib boradi. Katta davrlarning elementlarini ikki qatorga ajratishga asos bo'lgan muhim xususiyati ularning oksidlanish darajasidir (Mendeleev davrida valentlik deyilar edi). Ularning qiymatlari davrda elementlarning atom massalari ortishi bilan ikki marta takrorlanadi. Katta davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham ikki marta takrorlanadi.

VI davrda lantandan keyin tartib raqamlari 58 – 71 bo'lgan 14 element joylashadi, ular lantanoidlar deb ataladi. Lantanoidlar jadvalning pastki qismiga alohida qatorda joylashtirilgan, ularning sistemada joylashish ketma-ketligi

katakchada yulduzcha bilan ko'rsatilgan: La\*– Lu. Lantanoidlarning kimyoviy xossalari bir-biriga juda o'xshaydi.

VII davrda tartib raqami 90 – 103 bo'lgan 14 element aktinoidlar oilasini hosil qiladi. Ular ham alohida – lantanoidlar ostiga joylashtirilgan, tegishli katakchada esa ularning sistemada joylashish ketma-ketligi ikkita yulduzcha bilan ko'rsatilgan.

Lekin lantanoidlardan farq qilib, aktinoidlarda gorizontal analogiya zaif ifodalangan. Ular birikmalarida turli xil oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Masalan, aktiniyning oksidlanish darajasi +3, uranniki +3, +4, +5 va +6. Aktinoidlarning yadrolari beqaror bo'lganligi sababli, ularning kimyoviy xossalarini o'rganish juda murakkab ishdir.

Davriy sistemada vertikal bo'yicha sakkizta gurux joylashgan (rim raqamlari bilan belgilangan). Odatda, elementning eng yuqori musbat oksidlanish darajasi gurux raqamiga teng. Ftor bundan mustasno – uning oksidlanish darajasi -1 ga teng; mis, kumush, oltin +1, +2 va +3 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi; VIII gurux elementlaridan faqat osmiy, ruteniy va ksenon +8 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

VIII guruxda nodir gazlar joylashgan. Ilgari ular kimyoviy birikmalar hosil qila olmaydi, deb hisoblanar edi. Lekin bu hol tasdiqlanmadi. 1962-yilda nodir gazning birinchi kimyoviy birikmasi – ksenon tetraftorid  $XeF_4$  olindi.

Hozirgi paytda nodir elementlar kimyosi jadal rivojlanmoqda.

Har qaysi gurux ikkita – bosh va yonaki guruxchaga bo'lingan, bu davriy sistemada birinchini o'ngga, boshqasini esa chapga siljitib yozish bilan ko'rsatilgan. Bosh guruxchani tipik elementlar (II va III davrlarda joylashgan elementlar) hamda kimyoviy xossalari jihatidan ularga o'xshash bo'lgan katta davrlarning elementlari tashkil etadi. Yonaki guruxchani faqat metallar – katta davrlarning elementlari hosil qiladi. Unda geliyning bosh guruxchasidan tashqari uchta: yonaki temir, kobalt va nikel guruxchasi bor.

Bosh va yonaki guruxchalardagi elementlarning kimyoviy xossalari bir-biridan ancha farq qiladi. Masalan, VII guruxda bosh guruxchani metallmaslar F, Cl, Br, I va At, yonaki guruxchani metallar Mn, Tc va Re tashkil qiladi.

Geliy, neon va argondan boshqa barcha elementlar kislorodli birikmalar hosil qiladi; kislorodli birikmalarning 8 xil shakli bor. Ular davriy sistemada, ko‘pincha, umumiy formulalar bilan ifodalanib, har qaysi gurux tagida elementlar oksidlanish darajalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan:  $R_2O$ ,  $RO$ ,  $R_2O_3$ ,  $RO_2$ ,  $R_2O_5$ ,  $RO_3$ ,  $R_2O_7$ ,  $RO_4$ , bunda R – shu guruxning elementi. Yuqori oksidlarining formulalari guruxning barcha (bosh va yonaki guruxlar) elementlariga taalluqlidir, elementlar gurux raqamiga teng oksidlanish darajasini namoyon qilmaydigan hollar bundan mustasnodir.

IV guruxdan boshlab, bosh guruxchalarning elementlari gazsimon vodorodli birikmalar hosil qiladi. Bunday birikmalarning 4 xil shakli bor. Ular ham umumiy formulalar bilan  $RH_4$ ,  $RH_3$ ,  $RH_2$ ,  $RH$  ketma-ketlikda tasvirlanadi.

Kimyoning fan sifatida shakllanishida davriy qonunning ahamiyati juda katta. Davriy qonun asosida D.I. Mendeleev juda ko‘p elementlarning atom massalarini to‘g‘riladi. Hali kashf qilinmagan elementlarga kimyoviy elementlar davriy jadvalida joy qoldirdi, ulardan ayrimlarining xossalari, atom massalarini va qayerdan izlash kerakligini aytib bera oldi. Masalan, ekabor (skandiy), ekaalyuminiy (galliy) va ekasilitsiy (germaniy) elementlari oldindan bashorat qilindi.

### **DAVRIY SISTEMADAGI BA’ZI QONUNIYATLAR**

Atomlarning elektron qobiqlari tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan fizik va kimyoviy xossalari guruxlar va davrlar bo‘ylab ma’lum qonuniyatlar orqali talqin etiladi. Gruppalardagi elementlar ketma-ketligida elektron konfiguratsiyalar o‘xshash bo‘lishi kuzatilsa ham, ular aynan bir xil emas, qatorida bir element atomidan ikkinchisiga o‘tganda ularning xossalari qaytarilibgina kelmay, balki ularning o‘xshashlik qatorida o‘zgarish ham kuzatiladi.

Quyida davriy sistemada kuzatiladigan ba’zi qonuniyatlarga to‘xtalib o‘tamiz.

### 1. To'la o'xshash elementlar (V. B. Nekrasov)

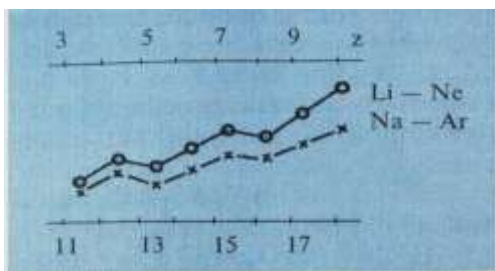
Bunday elementlar atomlarining turli xildagi oksidlanish darajalarida tashqi elektron pog'onalari bir xil tuzilishga ega bo'ladi. Bunday elementlar atomlariga kichik davr a'zolari (II guruxda Be va Mg, IV guruxda C va Si), katta davrdagi bosh guruxcha elementlar atomlari Ca, Sr, Ba, Ra va Zn, Cd, Hg lar bo'lsa, IV guruxga Ge, Sn, Pb va Ti, Zr, Hf lar singari o'xshash atomlar kiradi.

**2. Birinchi xil chala o'xshash elementlar.** Bunday element atomlarining elektron konfiguratsiyalari faqat ba'zi oksidlanish darajalaridagina (eng yuqori darajadan boshqa hollarda) o'xshash bo'ladi. Masalan, C, Si hamda Ge, Sn va Pblar.

**3. Ikkinchi xil chala o'xshash elementlar.** Bu xil elementlar atomning eng yuqori oksidlanish darajalarida bir xil elektron strukturali valent pog'onaga ega bo'ladilar (masalan, kremniy va titan).

**4. Diagonal o'xshashlik.** Bir guruxdagi element atomi qo'shni guruxning keyingi davrida joylashgan element atomiga o'xshash xossalarni namoyon qiladi. Bir davrning yuqorisida joylashgan s-element atomi (masalan, berilliy) keyingi guruxdagi bir qator pastdagi element (aluminium) xossalari bir-biriga o'xshash (bu elementlar diagonal chiziq ustida joylashgan).

Davr bo'ylab chapdan o'ngga va guruxchalarda pastdan yuqoriga siljib borish tartibida elementlar atomlarining ionlanish potentsiali ortib boradi. Shu sababli diagonal yo'nalishda ionlanish potentsiali yaqin bo'lgan elementlar atomlari joylashgan bo'ladi, bunday elementlar atomlarining ko'pchilik fizik-kimyoviy xossalari o'xshash bo'ladi (masalan,  $\text{Li}^+ - \text{Mg}^{+2} - \text{Ga}^{+3} - \text{Sn}^{+4} - \text{Bi}^{+5}$ ;  $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{+2}$ ;  $\text{Be}^{+2} - \text{Al}^{+3} - \text{Ge}^{+4} - \text{Sb}^{+5}$  lardagi o'zaro o'xshashliklar) (3.3-rasm).



Ko'pchilik holatlarda bir guruxchadagi juft davr elementlar atomlari o'zaro va toq davr elementlar atomlari ham o'zaro bir-biriga o'xshashliklari ayrim olingan toq va juft davr elementlar atomlari orasidagi o'xshashlikdan

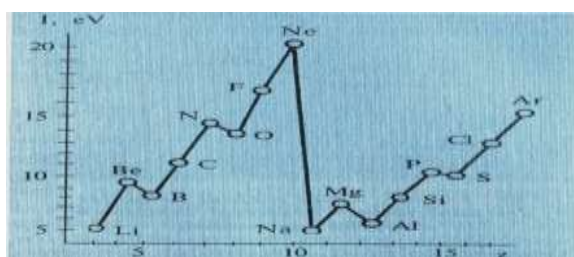
kuchliroq ekanligi kuzatiladi.

### 3.3-rasm. Li-Ne va Na-Ar qatoridagi

o'xshashlikning grafik tasviri.

Masalan, P va Sb (toq davr elementlari) bir-biriga, As va Bi (boshqa toq davr elementlari)ning atomlarining o'zaro o'xshashliklari P va As (tegishli toq va juft davr elementlari) yoki Sb va Bi lar o'xshashligidan kuchliroq bo'lishi ko'zga tashlanadi. Bu holatga tegishli misollarni eslatilgan elementlar oksidlarining hosil bo'lish entalpiyalari qiymatlarini taqqoslash natijasida  $P_2O_5$  va  $Sb_2O_5$  lar uchun  $As_2O_5$  bilan  $Bi_2O_5$  larnikidan katta farq qiladi, o'zaro esa bunday farq kuzatilmaydi. Bunga o'xshash holatlarni S va Te, O va Se, F va Br, Cl va I misollarida ko'rish mumkin. S va Te element atomlari bir nechtdan turg'un oksidlar hosil qiladilar ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $TeO$ ,  $TeO_2$ ,  $Te_3O_4$ ,  $TeO_3$ ), selenning yagona ( $SeO_2$ ) oksidi turg'un.  $Cl_2$  va  $I_2$  elementlar atomlari ko'pgina oksidlar hosil qilsa,  $F_2$  va  $Br_2$  atomlarining oksidlarida turg'unlik ancha past.

5. **Ichki davriylik.** Davr bo'yicha element atomlarining ba'zi xossalari *ichki davriylik* deb nomlangan qonuniyat kuzatiladi. 2- va 3-davr elementlari atomlarining ionlanish potentsiallari bilan yadro zaryadi orasidagi munosabatda **maksimum** va **minimumlar** kuzatiladi. Bu holatni yadro zaryadining elektronlar bilan turlicha to'silishi asosida tushuntiriladi. Yadro zaryadining to'silishi deganda, tashqi valent pog'onasidagi elektronlar bilan yadro orasidagi tortishish kuchini ichki elektron pog'onalaridagi elektronlar zaiflashtirishini tushuniladi. O'zak elektron pog'onalar soni ortgan sari bunday to'sish imkoniyati ham kuchaya boradi. 3.4-rasmda Li — Ne va Na — Ar qatorlarida ionlanish potentsialining yadro zaryadlari ortib borishi orasidagi bog'lanish keltirilgan.



3.4-rasm. 2- va 3-davr elementlar atomlarida ionlanish energiyasi bilan yadro zaryadi orasidagi munosabat

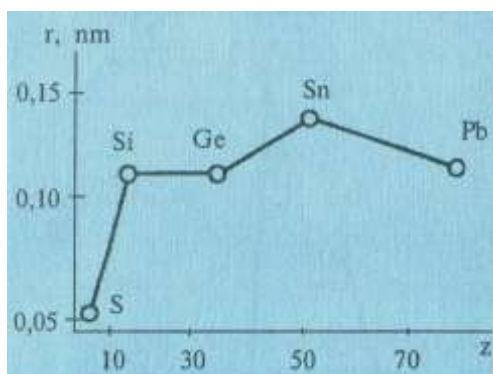
Rasmdan ko'rinishicha, Be, N, Mg va P elementlar atomlarining ionlanish potentsiallari B, O, Al va S elementlarinikidan yuqoriroq qiymatga ega. Bor

atomining  $2s^1$ -elektronining yadroga tortilishini  $2s^2$ -elektronlar to‘sadi va  $2p^1$ -elektron atomdan oson uziladigan bo‘ladi. Shu bilan birga, N(I = 14,5 eV) dan O(I = 13,6 eV) ga o‘tganda ionlanish potensialining kamayishini kislorodning p-orbitaldagi ikki elektronning o‘zaro itarishishi natijasi deb qarash kerak.

Xulosa qilib aytganda, davrlarda elementdan elementga o‘tib borganda atomning yadro zaryadi va elektronlar soni bir me’yorda ortib boradi. Shunga qaramasdan, ikkita davrdagi B va Al larning Be va Mg larga nisbatan ionlanish potensialarining kichikligini *to‘sh* effekti tufayli tushuntirish to‘g‘ri bo‘ladi. N dan O ga, hamda P dan S ga o‘tganda bitta orbitalda ikkinchi juftlashayotgan elektronlarning paydo bo‘lishi natijasida elektronlar o‘zaro itarishishining kuchayishi ionlanish potensialining kamayishiga olib keladi.

**6. Ikkilamchi (vertikal) davriylik.** Bu qonuniyat asosiy guruxcha (s- va p-elementlar) a‘zolarining xossalari o‘zgarishida kuzatiladi. IV.4-rasmda IVA guruxchadagi elementlar qatorida atomlar radiuslarining ortib borish qonuniyati bir tekis o‘zgarishga aks ettirilgan.

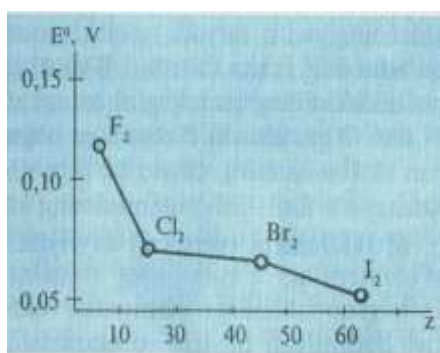
Bunday o‘zgarishlarning kelib chiqishiga ichki d- va f-pog‘onachalarning elektron-lar bilan to‘lib, yadro zaryadining to‘silishi natijasida valent elektronlarning yadroga tortilishi zaiflashadi, bu holat fizik xossalarda, faqat radius emas, yana NEM, ionlanish potensialida kuzatiladi. Bunday xususiyat faqat IV gurux elementlaridagina emas, u boshqa gurux a‘zolarida ham kuzatiladi. Shu xususiyat sababli diagonalda joylashgan elementlar va ular birikmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlarida yaqinlik paydo bo‘ladi: Li va Mg, Be va Al, B va Si, Ti va Nb, V va Mo larda o‘zaro o‘xshashlik mavjud.



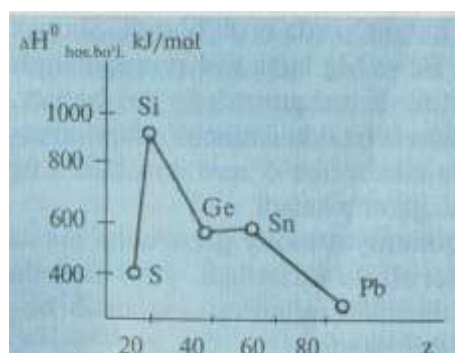
3.5-rasm. Yadro zaryadi va tashqi p-orbital radiusi orasidagi ikkilamchi davriylik munosabati.

Ikkilamchi davriylik (3.5-rasm) elementlarning kimyoviy xossalarida ham kuzatiladi:

a) galogenlarning kislorodli birikmalar hosil qilish xususiyatida ikkilamchi davriylik mavjud: ftorning kislorodli birikmalari juda oz, xlorniki ko‘proq, bromning shunday birikmalari ozroq. Bunday hollarda brom ftor xossasini qaytaradi, yod esa xlor xossalarini qaytaradi. Bu misollar elementlar xossalari bir tekis o‘zgarishidan, guruxda davriylik mavjudligini namoyon qiladi;

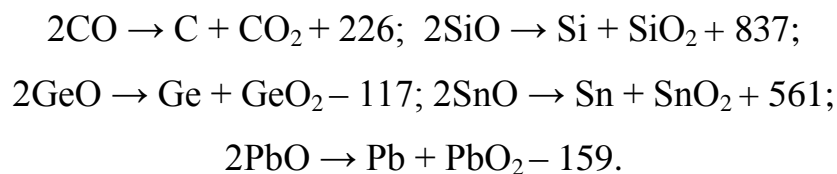


3.6-rasm. IVA guruxcha elementlari oksidlarining hosil bo‘lish entalpiyasi va elementlarning yadro zaryadi orasidagi ikkilamchi davriylik munosabati.



3.7-rasm. Galogenlarning yadro zaryadi va standart elektrod potentsiallari orasidagi ikkilamchi davriylik munosabati.

b) IVA—VA—VIA guruxchalar elementlarini kislorodli birikmalarining xossalarida ham davriylik xususiyati kuzatiladi. Masalan, IV gurux elementlarining disproporsiyalanish reaksiyalarining issiqlik effekti (kJ birligida) quyidagicha o‘zgaradi:



Shu qatordagi elementlar atomlari uchun yuqori oksidlarining hosil bo‘lish issiqligining o‘zgarishida ham ikkilamchi davriylik qonuniyatini kuzatish mumkin (4-rasm).

Elementlar atomlarining xossalarida kuzatiladigan ikkilamchi davriylik oddiy moddalar xossalarida ham kuzatiladi (5-rasm)

### Elementlar valentligi va davriy sistema.



<b>Gruppa raqami</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>
<b>Valentligi</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>II IV</b>	<b>I II III IV V</b>	<b>II IV VI</b>	<b>I III V VII</b>

1	Valent elektronlar	Bosh gruppacha elementlarining tashqi pog'onasidagi elektronlar soni ularning gruppa raqamiga teng. Bu elektronlar valent elektronlar deyiladi va kimyoviy elementning valentligini belgilab beradi. Davriy sistemada asosiy gruppacha elementlarining valentliklari quyidagicha:
2	N,O, F elementlari	Davriy sistemada N,O, F elementlari o'z gruppalari raqamiga teng valentlikni namoyon qilmaydi. Sababi azotda toq elektronlar 3 ta, kislorodda 2 ta, ftorda esa 1 ta toq elektronlar mavjud, ammo 2d- qobiq bo'lmaganligi uchun.
3	Yonaki gruppacha elementlari	Ko'pincha maksimal valentlikni namoyon qilmaydi, ba'zilar (m: Cu, Ag, Au) gruppa raqamidan katta bo'lgan valentlikka ega.

**Bosh gruppacha elementlarini O va H bilan hosil qilgan birikmalaridagi maksimal valentliklari.**

Gruppa	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kislorod	I	II	III	IV	V	VI	VII
Bilan	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>

Vodorod bilan	NaH	II MgH <sub>2</sub>	III AlH <sub>3</sub>	IV SiH <sub>4</sub>	III PH <sub>3</sub>	II H <sub>2</sub> S	I HCl
---------------	-----	------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	----------

### Elementlarning ba'zi fizik xossalari va davriy sistema

1	Atomlarining xossalari	Davriy sistemadagi elementlar atomlarining xossalari bir necha xususiyatlar – atom radiusi, elektronga moyillik, ionlanish potentsiali, elektromanfilik, kislota-asos xossalari orqali talqin qilinadi.
2	Atom radiusi –	Atom markazidan eng chetki elektrongacha bo'lgan masofa.
3	Bosh grupp elementlari uchun atom radiusi -	yuqoridan pastga tartibida kattalashib boradi. Bu esa guruhlarda yuqoridan pastga tomon metallik xossasini ortib borishiga olib keladi.
4	Davrlarda atom radiusi –	chapdan o'ngga tomon kamayib boradi. Bu esa chapdan o'ngga qarab metallmaslik xossasini ortib borishiga olib keladi.
5	Ionlanish energiyasi –	bir element atomidan elektronlarni tortib olish kerak bo'ladigan energiya miqdoridir Element atomining ionlanish energiyasi qanchalik katta bo'lsa, shu element o'zining elektronini shunchalik qiyin beradi, aksincha, ionlanish energiyasi qanchalik kichik bo'lsa, shu element shunchalik elektronini oson beradi. Demak metallmaslarning ionlanish energiyalari metallarnikiga nisbatan katta bo'ladi.
6	Bosh grupp elementlari uchun ionlanish energiyasi	yuqoridan pastga qarab esa ionlanish energiyasi kamayib boradi.
7	Davrlar uchun ionlanish energiyasi	Davrlarda ionlanish energiyasi (I) chapdan o'ngga qarab ortib boradi

8	Elektronga moyillik –	neytral holdagi atomga elektron birikishi natijasida ajralib chiqadigan energiya miqdoridir.
9	Davrlar uchun elec-tronga moyillik energiyasi	chapdan o'ngga o'tgan sayin elektronga moyillik energiyasi ortib boradi.
10	Bosh grupp elementlari uchun elektronga moyillik energiyasi	guruhchalarda yuqoridan pastga qarab bu energiya kamayib boradi
11	Nisbiy elektromanfiylik	Nisbiy elektromanfiylik qiymati tushunchasini fanga 1932 yil L. Poling kiritgan. Ta'rifi: Molekula tarkibidagi atomning o'ziga bog'lovchi elektronni tortish xususiyati uning elektromanfiyligi deyiladi.
12	Davrlar uchun elektromanfiylik	chapdan o'ngga o'tgan sayin elektronga moyillik energiyasi ortib boradi.
13	Bosh grupp elementlari uchun elektromanfiylik qiymati –	guruhchalarda yuqoridan pastga qarab bu energiya kamayib boradi

**Valetlik haqida so'z borganda quyidagi umumiy xususiyatlar kuzatiladi:**

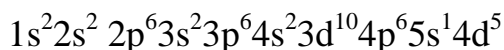
1	1-3 elektroni bo'lgan atomlar	tashqi valent qobig'ida 1-3 elektroni bo'lgan atomlar faqat qaytaruvchi bo'lishi mumkin, chunki ularning elektron qabul qilishi (vodorod va bordan tashqari) deyarli mumkin emas.
2	4-7 elektroni bo'lgan elementlar atomlari	Valent qobig'ida 4-7 elektroni bo'lgan elementlar atomlarining elektron qobig'i sakkizta elektronga to'lguncha elektron qabul qilishi mumkin, ya'ni bu elementlar atomlari kimyoviy jarayonlarda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'lishlari mumkin;

3	Atomlarning oksidlovchilik xossalari	atom yoki ionlarning radiuslari kamaygan sari elektronlarning yadroga tortilishi kuchayadi va ularning qaytaruvchilik xossalari kuchayadi yoki oksidlovchilik xossalari kuchayadi.
4	Atomlarning qaytaruvchilik xossalari	element atomining radiusi har bir gruppning bosh gruppachalarida yuqoridan pastka tushish tartibida kattalashgani uchun atomlarning qaytaruvchilik xossalari kuchayadi. Davrlarda esa tartib raqami ortishi tartibida radius kichiklashishi natijasida elementlar atomlarining qaytaruvchilik xossasi susayadi, oksidlovchilik xossalari kuchayadi.
4	yonaki gruppacha elementlari	atomlarining radiusi kattalashishi va yadro zaryadi sezilarli darajada ortishi natijasida qaytaruvchilik xossasining kamayishi yuz biradi , bu esa metallarning kimyoviy aktivligi kamayishiga sabab bo‘ladi.
5	Kislota –asosli xossa	element atomlarida ularning okidlari orqali aks ettiriladi:agar ular oksidlari bevosita yoki bilvisita asos hosil qilib, kislotalar bilan reaksiyaga tuzlar hosil qilsa, bu oksidlar asosli xossalarini namoyon etadi. Aks holda , element atomi oksidi kislotali xossaga ega bo‘ladi.
6	Amfoter xossa –	Ayni bir element atomlarining birikmalarida , valetligiga qarab , asosli xossasi kislotali xarakterga ham o‘tib ketishi mumkin. Masalan , $\text{Cr}(\text{OH})_2$ tipik asos, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ amfoter xossani , $\text{H}_2\text{CrO}_4(\text{CrO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ esa faqat kislotali xossaga ega.
7	Asos va kislota xossaga ega bo‘lgan elementlar	Asos hosil qiladigan elementlar davrlarning boshlanishida , kislotali hossalari esa davr oxirida joylashgan elementlar atomlarining (asosan yuqori oksidlanish darajasiga ega bo‘lgan ) oksidlarida amalga oshadi oraliq d- elementlar metall xossaga ega bo‘lishiga qaramasdan, ularning maksimal oksidlanish darajasidagi birikmalarida kuchli kiskotali xossa kuzatiladi. Ularning oraliq oksidlanish darajasidagi oksidlari amfoter xossaga ega bo‘ladi.

### Mavzuga doir masalalar va ularning yechimlari:

**1-masala.** Yadrosida 42 ta proton bo'lgan element atomining s,-p,-d- va f – elektronlar sonini aniqlang.

**Yechish:** Masala shartiga ko'ra tartib raqami 42 bo'lgan elementni pog'onachalarida elektronlarni joylanishini yozib chiqamiz.



Pog'onachalarda elektronlarning nechitasi s,p,d, va f oilalarga kirishini aniqlaymiz. s-elektronlardan – 9; p-elektronlardan – 18; d-elektronlardan – 15; f-elektronlardan – 0.

**2-masala.** Quyidagi alyuminiy, magniy, kremniy, fosfor elementlarning atom radiusi kamayib borish tartibida joylashgan qatorni belgilang.

**Yechish.** Masala shartiga ko'ra elementlarning atom radiuslarini kamayib borish qatorini topish kerak. Buning uchun elementlarning davriy sistemada joylashishini ko'z oldimizga keltiramiz. Davriy sistemada davrda tartib raqami ortishi bilan atom radiusi kichiklashadi. Guruhlarda esa yuqoridan pastga qarab atom radius ortadi. Bu qoidalardan foydalanib, past guruh elementlaridan yuqori guruh elementlarigacha bo'lgan elementlarni aniqlaymiz.

Bu Na, Mg, Al, Si qatori elementlari.

### **Mavzuga doir masalalar:**

1. Yuqori oksidining umumiy formulasi  $EO_3$  bo'lgan elementlarning vodorod - li birikmalarining umumiy formulasini toping. A)  $EH_3$ ; B)  $EH_4$ ; C)  $EH$ ; D)  $H_2E$ .

2. Yuqori oksidining umumiy formulasi  $E_2O_5$  bo'lgan elementlarning vodorodli birikmalarining umumiy formulasini toping. A)  $EH_3$ ; B)  $EH_4$ ; C)  $EH$ ; D)  $H_2E$ .

3. Yuqori oksidining umumiy formulasi  $EO_2$  bo'lgan elementlarning vodorodli birikmalarining umumiy formulasini toping. A)  $EH_4$ ; B)  $EH$ ; C)  $EH_3$ ; D)  $H_2E$ .

4. Tartib raqami 28 bo'lgan elementning elektron konfiguratsiyasini yozing va p elektronlarining s elektronlarga bo'lgan nisbatini aniqlang.

5. Tartib raqami 20 bo'lgan elementning elektron konfiguratsiyasini yozing va p elektronlarining s elektronlarga bo'lgan nisbatini aniqlang.

6. D.I. Mendeleev elementlar davriy jadvalidagi II A guruhda joylashgan element atomlarida tartib raqam ortishi bilan quyidagi xususiyatlar qanday o'zgaradi? 1) tashqi energetik qavatdagi elektronlar soni; 2) elektron qavatlar soni; 3) atom radiusi; 4) protonlar soni; 5) ionlanish potentsiali.

A) 1- o'zgarmaydi; 2, 3, 4-kamayadi; 5-ortadi;

B) 1-kamayadi; 2, 4-ortadi; 3, 5-o'zgarmaydi;

C) 1- o'zgarmaydi; 2, 3, 4- ortadi; 5- kamayadi; D) 1- o'zgarmaydi; 2, 4 – ortadi; 3,5- kamayadi.

7. D.I. Mendeleev elementlar davriy jadvalidagi asosiy guruhda joylashgan elementlarda tartib raqam ortishi bilan qaysi xossalari kuzatiladi? 1) atom radiusi; 2) elektromanfiylik; 3) metallik; 4) metallmaslik; 5) atom massasi.

A) 1,3,5 – ortadi, 2,4 – kamayadi;

B) 1,4 – kamayadi, 2,3,5 – ortadi;

C) 1,3,5 – kamayadi, 2,4 – ortadi;

D) 1,2,3 – kamayadi, 4,5 – ortadi.

### **Mavzu yuzasidan nazorat savollari**

1. D.I.Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy sistemasi va davriy qonuni.
2. Elementlarning davrlar va guruxlar bo'ylab davriy o'zgaruvchi xossalari.
3. Ionlanish potentsiali. Elektronga moyillik. Elektrmanfiylik.
4. Quyidagi elektron konfiguratsiyalaridan bo'la olmaydiganlarni ko'rsating va bo'la olmaslik sababini tushuntiring:  $1p^6$ ,  $2s^2$ ,  $3f^{12}$ ,  $4g^{18}$ ,  $3d^6$ ,  $4d^{10}$ ,  $3p^7$ ,  $3s^2$ .
5. "Oksidlanish darajasi" va "valentlik" tushunchalari bir-biridan nima bilan farq qiladi? Ularning qiymatlari qanday aniqlanadi?
6. s-, p-, d- elementlarda qaysi elektronlar valent elektronlar hisoblanadi.
7. Atom orbitallarining ma'lum gibridlanish turiga molekularning qanday geometrik figurasi mos keladi?

### **Testlar:**

1. Qaysi elementlar birikishidan ionli xususiyati eng yuqori bo'lgan birikma hosil bo'ladi: A)  $\dots 6s^1 + \dots 5p^3$  B)  $\dots 6s^1 + \dots 2p^5$  C)  $\dots 3p^2 + \dots 3p^3$  D)  $\dots 2s^1 + \dots 5p^5$  E)  $\dots 2s^1 + \dots 2p^5$

2. A, D, E, L va X elementlarining tartib rakamlari mos ravishda 2, 6, 8, 9 va 11. Shu elementlar  
Birikmalari orasida qutbli kovalent boglanishga ega bo'lgan moddalar qatorini aniqlang.
- A) AX, AE. B) DE<sub>2</sub>, EL<sub>2</sub> C) AL, A<sub>2</sub>E D) LX, X<sub>2</sub>E E) E-E, L-L.
3. Elektron formulasiga asoslanib, ionlanish energiyasi qaysi elementlarda katta bo'lishini aniqlang.
- A)...2p<sup>5</sup>, ...3p<sup>5</sup> B)...2p<sup>2</sup>, ...3p<sup>3</sup>. C) ...2s<sup>1</sup>, ...3s<sup>1</sup>. D)...2p<sup>3</sup>, ...3p<sup>3</sup>  
E)...2s<sup>2</sup>, ...3s<sup>2</sup>.
4. Faqat ion boglanishli moddalar hosil qila oladigan elementlar juftligi qatorini aniqlang.
- 1) kaliy 2) uglerod 3) xlor 4) ftor 5) azot 6) oltingugurt.
- A) 1 va 3, 1 va 4 B) 3 va 4, 4 va 5 C) 5 va 6, 4 va 6  
D) 6 va 3, 4 va 5 E) 1 va 6, 3 va 4
5. Tartib raqami 3 bo'lgan elementdan to 10-elementgacha atomlar radiusi qisqarib boradi. Shu elementlarda qaysi xossalar ortib borishi kuzatiladi. 1) metallik xossasi 2) metallmaslik xossasi 3) ionlanish energiyasi. 4) elektronga moyillik 5) elektrmanfiylik 6) vodorodli birikma valentligi.
- A)1,3,4,6. B)2,3,4,6. C)2,3,4;5. D) 1.3.4.5. E)2, 4, 5, 6
6. Quyidagi ta'riflardan qaysilari to'g'ri. 1) atomlarning turlari elementlarinikidan ko'p. 2) elementlarning turlari atomlarnikidan ko'p. 3) elementlarga massa, zichlik, qaynash va suyuqlanish temperaturalari xos. 4) atom to'plamlariga massa, zichlik, qaynash, suyuqlanish temperaturalari xos.
- A) 1,2. B)1,3. C)1,4. D) 2,4. E)3,4.
7. B izotopini neytronlar oqimi bilan bombardimon qilganda, geliy yadrosi ajralib chiqqan bo'lsa, bunda yana qanday mahsulot hosil bo'ladi. A) natriy B) ftor C) litiy D) berilliy E) bor.

8. Qaysi qatordagi elementlar atom radiuslari ortib borish tartibida joylashgan.  
1) kislorod, azot, uglerod. 2) uglerod, azot, kislorod. 3) mishyak, oltingugurt, fluor 4) natriy, kaliy, rubidiy 5) fluor, xlor, yod, 6) yod, brom, xlor A)1,4,5  
B)1,2,4 C)2,4,6 D) 3,4,5 E) 1,3,5

9. Davriy sistemada elementlarning tartib raqami ortishi bilan ularning  
A) atom massasi va elektronlarning umumiy soni ortadi

V) atom massasi ortadi, elektronlarning umumiy soni kamayadi

S) atom massasi, elektronlarning umumiy soni o'zgarmaydi

D) atom massasi kamayadi, elektronlarning umumiy soni ortadi

E) atom radiuslari kichiklashadi, massasi o'zgarmaydi.

10. Davriy jadvalda tartib raqamlari 30, 48 va 80 bo'lgan elementlar uchun mos bo'lmagan javoblarni toping. 1) d- elementlar oilasiga mansub 2) 2 tashki s-element, bittasi esa p-element 3) tashki pogonasida 4 tadan elektronlari bor 4) tashki pogonasida 2 tadan toq elektronlari bor 5) toq elektronlarga ega emas.

11. Davriy sistemaning 3-davridagi 8 ta elementning nechitasi p-element hisoblanadi? A)2 B)3 C)4 D)6 E)8

12. Tashki energetik pogonasida  $4s^24p^5$  elektronlari bo'lgan elementni ko'rsating. A)F B)Br C)S D)Cl E)P

13. Normal xolatdagi xlor atomida nechta bosh 3d-orbital mavjud? A) 5 B) 4  
C) 3 D) 2 E) 1

14. Quyidagi elementlardan qaysi birining tashki energetik pogonasining tuzilishi  $3s^23p^3$  elektron formulaga mos keladi? A)B B)Cl C)P D)Mg E)F

15. Quyidagi atomlardan qaysi birining 3d-pogonachasida bitta elektron joylashgan?



A)Sc B)Ti C)Al D)Zn E)Cr

16. Quyidagi elementlarning qaysilarida tashqi pogonasidagi s va p- elektronlar soni teng emas? 1)uglerod 2)kislrorod 3) kremniy 4) magniy

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 2,3 E) 2,4

17. Quyidagi atomlarni ulardagi toq elektronlar ortib borish tartibida joylashtiring.

1) vanadiy 2) xrom 3) marganets 4) temir

A) 1,4,3,2 B)1,2,3,4 C) 4,3,2,1 D) 4,1,3,2 E) 2,3,4,1

18. Elektron konfiguratsiyasi... $3d^14s^2$  bo'lgan element qaysi gurux va davrda joylashgan?

A) III gurux, 4-davr B) IV gurux, 4-davr C) II gurux, 4-davr D) III gurux, 5-davr E) IV gurux, 5-davr

19. Qaysi elementlarda elektron kuchish («sakrash») kuzatiladi?

1) xrom 2) marganets 3) mis 4) vanadiy 5) titan 6) temir 7) azot 8) rux

A)1,2 B)3,5 C)1,3 D)4,6 E)7,8

20. Davriy jadvaldagi qaysi gurux elementlari atomlarida toq elektronlar mavjud emas.

A) IIA B) IVA C) VIA D) VIIIA E) IIA va VIIIA guruxchalarida



*Taqdimot № 3*

## **IVBOB. KIMYOVIY BOG‘LANISH, UNING XILLARI VA PAYDO BO‘LISH SABABLARI**

**4.1-§. Kovalent bog‘lanishning paydo bo‘lishini Lyuis gipotezasi asosida  
tushuntirish.**

Kimyoviy jarayonlarga xos xususiyat shundan iboratki, ularning natijasida atomlar, ionlar va molekularning elektron holati qandaydir darajada bo'lsa ham, albatta o'zgaradi. Buning sababi shundaki, zarrachalar o'rta sidagi kimyoviy ta'sir ulardagi u yoki bu elektronlarning qatnashuvchi, zarrachalarni bog'lash jarayonida ishtirok etishi, hal qiluvchi bevosita rol o'ynashi bilan bog'liq. Noorganik kimyoda ko'pgina muammolarni yechish kimyoviy xossalarni uning elektron tuzulishi bilan o'zaro bog'lash bilan bog'liq. Kovalent bog'lanishni oddiy taqsimlangan elektron juftlar bilan tushuntirishni 1916 yilda G.N. Lyuis tomonidan taklif etilgan.

➤ ***Lyuis strukturalari:***

---

Lyuis kovalent bog'i ikkita qo'shni atom umumlashgan elektron jufti hosil qilib birikkanda hosil bo'ladi deb taklif etdi. Bitta umumlashgan elektron jufti hosil bo'lsa A-V bilan ikki va uch elektron juftlaridan tashkil topgan, qo'shbog' A=V, uchbog' tegishli bilan belgilanadi. Bog' hosil qilishida qatnashmagan elektron juftlari taqsimlanmagan (yoki erkin) elektron juftlari deb ataladi. Taqsimlanmagan elektron juftlari atomlar bog'lanishiga hech qanday xissa qo'shmasa ham, ular molekula shakli va kimyoviy xossalariga ta'sir etadi.

---

➤ ***Oktet qoidasi:***

---

Har xil turdagi molekularning mavjudligini oktet qoidasi bilan tushuntirish mumkin: har bir atom to'liq sakkiz elektronli valent qavatga yetkizish uchun elektronlarni qo'shni atom bilan bo'lishadi. Inert gaz konfiguratsiyali yopiq elektron qavati, s va p pog'onachalari sakkiz elektron bilan to'lsa hosil bo'ladi. Birgina istisno vodorod atomida hisoblanadi, chunki uning s -qavatini to'lishi uchun ikkita elektron kerak. Oktet qoidasi Lyuis strukturalarini yozishning oddiy usulini beradi. Ko'p hollarda Lyuis strukturalarini tuzish uchun bosqichdan iborat.

1. Strukturaga qo‘shilishi kerak bo‘lgan atomlar tomonidan beriladigan barcha elektronlar soni hisoblanadi (N atomi bitta elektron , O [He] 2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup> –oltita). Iondagi har bir manfiy zaryad qo‘shimcha elektronga, musbat zaryad – elektronlar sonini bittaga kamayishiga teng.
2. Elementlar simvolini shunday yozish kerakki, ularning joylashishi qanday bog‘langanligini ko‘rsatsin. Bu joylashish ko‘pincha ma’lum yoki taxmin qilishimiz mumkin. Elektrmanfiyligi kam bo‘lgan element odatda molekulada markaziy atom hisoblanadi (SO<sub>2</sub>, yoki SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> kabi), lekin ko‘pgina ma’lum bo‘lgan istisnolar ham mavjud (ulardan H<sub>2</sub>O va NH<sub>3</sub>).
3. Elektronlarni juftlar orasida shunday taqsimlanadiki, bog‘langan bir juft elektronlar atomlar orasida joylashsin, keyin esa elektron juftlari (taqsimlanmagan elektron juftlari yoki qo‘shbog‘lar hosil qilib) har bir atomda valent elektronlar okteti bo‘lguncha qo‘shiladi

Bog‘da qatnashuvchi har bir elektron jufti chiziqcha bilan belgilanadi. 1- jadvalda ba’zi oddiy molekulalarning L̄yuis strukturalari keltirilgan.

Birgina L̄yuis strukturasi ko‘pincha molekulani to‘liq tavsiflay olmaydi. Masalan, O<sub>3</sub> ning l̄yuis strukturasi ikkita O-O bog‘i turlicha deb taxmin qiladi, vaholanki ular bir bog‘ va qo‘shbog‘ bog‘ uzunliklari (tegishlicha 1,48Å va 1,21Å) orasida joylashgan bir xil uzunlikka (1,28Å) ega. L̄yuis nazaryasidagi bu kamchilik molekulaning real strukturasi atomlar joylashishi mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan barcha l̄yuis strukturalari superpozitsiyasi deb qaraladigan *rezonans* kontseptsiyasini kiritilishi bilan tuzatiladi. Rezonans ikkiyoqlama strelka bilan belgilanadi:



➤ **Formal zaryad.**

Rezonansga xissa qoʻshadigan qaysi L̄yuis strukturasi, minimal̄ energiyaga ega ekanligi masalasini har bir atom formal̄ zaryadinin miqdoriy baholash asosida hal qilish mumkin. L̄yuis strukturasiidagi formal̄ zaryad-bu umumlashgan elektronlar atomlar orasida teng taqsimlanganligi sharti bilan faqat kovalent bogʻ hosil qilinishi faraz qilinganda, atom hosil qilishi mumkin boʻlgan zaryaddir.

Odatda, quyidagi shartlar bajarilganda, strukturalardan biri eng kichik energiyaga ega boʻladi: 1) atomlar formal̄ zaryadi minimal̄ boʻlganda; 2) eng elektrmanfiy atom manfiy zaryadga, kichikroq elektrmanfiy musbat zaryadga ega.

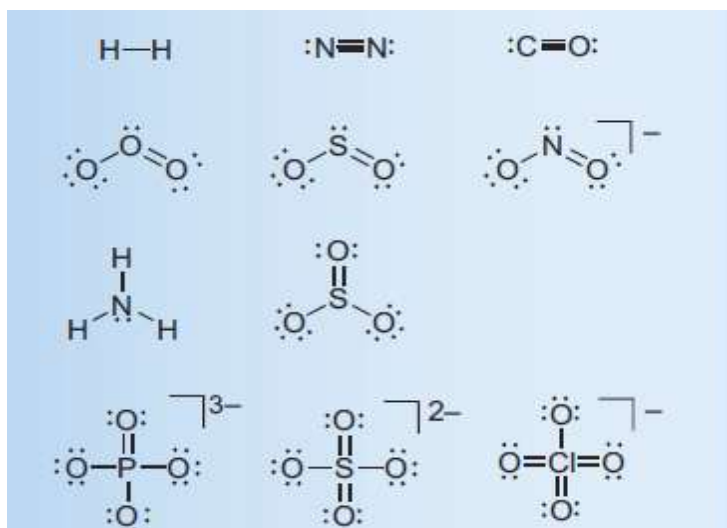
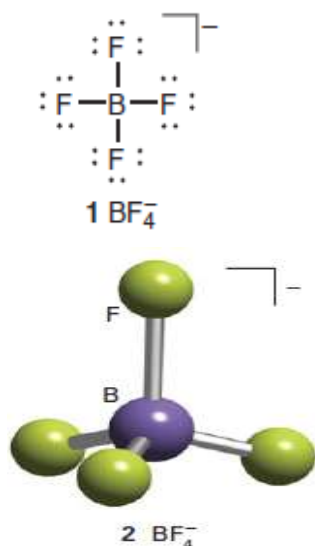
➤ **Gipervalentlik:**

---

Ikkinchi davr elementlari Li dan Ne gacha oktet qoidasiga yaxshi boʻysunadi, boshqa elementlarda baʼzi chetlanishlar kuzatiladi. Masalan,  $\text{PCl}_5$  molekulasiidagi bogʻlar R atomi atrofida oʻnta valent elektronlar, yaʼni bitta bogʻga bir juft boʻlishini, talab etadi. Bunday turdagi, yaʼni birgina atom atrofida boʻlsa ham, sakkiztadan koʻp elektron boʻlishini talab etadigan zarrachalar gipervalent zarrachalar deb ataladi.

---

Gipervalentlik, yaʼni ikkinchi davr elementlaridan keyingi elementlar uchun xos boʻlgan, valent elektronlar oktetini hosil qilish uchun koʻp sondagi atomlarni biriktirib olish, va rezonans strukturalardagi kengaytirilgan oktetni hodisalaridir.



4.1-rasm. Ba'zi oddiy molekullarning Lyuis strukturalari.

### Bog'larning xossalari va tuzilish.

Bog'larning ba'zi xossalari turli xil birikmalarda taxminan bir xildir. Masalan,  $N_2O$  molekulasidagi O-N bog'ining musatahkamligi ma'lum, bu qiymatlarni bizni qiziqtirgan  $SN_3ON$  molekulasidagi O-N bog'i uchun ishlatishimiz mumkin.

Kimyoviy bog'ning energiyasi deb, mazkur zarracha (oddiy yoki murakkab moddaning molekulasi) hosil bo'layotgan vaqtda har bir bog' tomonidan ajratib chiqarilgan energiya yoki mavjud 2 ta atom o'rta sidagi bog'ni uzib yuborish uchun sarf qilish lozim bo'lgan energiyaning miqdoriga aytiladi. Bog'ning energiyasi spektroskopik yoki kalorimetrik usullar bilan, turli termodinamik tsikllarni tadbiiq qilish yo'li bilan topiladi.

Shunday qilib, bog'ning energiyasi uning muhim energetik xarakteristikasidir. Bog'ning uzilishi gomolitik (radikal mexanizimli jarayon) yoki geterolitik (ion mexanizimli jarayon) yo'l bilan ro'y berishi mumkin.

Bog'lar energiyasiga quyidagi qoidalar xos:

1. Bog'larning o'rta cha energiyasi bilan har bir bog' uchun alohida topilgan energiya anchagina farq qilishi mumkin.

2. Atomlarning radiusi ortib borishi bilan bog'ning mustahkamligi kamayadi.

3. Kristall moddadagi bog'ning energiyasi uning molekuladagi bog' energiyasidan katta bo'ladi.

4. Bog'ning gomolitik uzilish energiyasi geterolitik uzilish energiyasidan kichikroq bo'ladi.

Shuning uchun aksariyat kristallokimyoviy tuzilishga ega bulgan moddalar yuqori temperaturada suyuqlanadilar.

#### **4.2-§. Ion bog'lanishning paydo bo'lishini Kossel gipotezasi asosida tushuntirish.**

Kimyoviy bog'lanish modda molekulasini hosil qiluvchi elementlarni elektromanfiyligiga bog'liq ravishda bir necha turga bo'linadi. 1916 yilda amerikalik fizik-kimyogari J.Lyuis va nemis olimi Kossel tomonidan kimyoviy bog'lanish nazariyasi yaratildi.

*Ionlar orasidagi kimyoviy bog'lanish ion bog'lanishi deb ataladi.* Ion bog'lanish karama-qarshi zaryadlangan ionlarning bir-biriga elektrostatik kuchlar vositasida tortilishi natijasida hosil bo'ladi. Ion bog'lanish NEM lari bir-biridan keskin farqlanuvchi elementlar, masalan 1 va 11 gurux metallari bilan tipik metallarmaslar- galogenlarning birikishidan vujudga keladi. Bu holda tugallangan energetik pogona hosil qilish uchun NEM ligi kichik bo'lgan metall atomi elektron berib musbat zaryadli ionga, NEM ligi katta bo'lgan metallmas atomi esa elektron biriktirib manfiy zaryadli ionga aylanadi. Masalan, NaCl molekulasini hosil bo'lishida Na atomining NEM ligi 1,01 ga, Cl atominiki esa 2,83 ga teng bo'lgani uchun, avval natriy atomi o'zini sirtqi energetik pogonasidan yagona elektronni berib  $\text{Na}^+$  ga, xlor atomi esa bitta elektron biriktirib  $\text{Cl}^-$  ga aylanadi. So'ngra  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlarning bir-biriga elektrostatik kuch orqali tortilish natijasida  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$  molekulasini hosil bo'ladi:



Ion bog‘lanishni juda kuchli qutblangan kovalent bog‘lanish deb qarash mumkin. Bunda umumiy elektronlar jufti NEM ligi katta bo‘lgan element atomiga (NaCl da Cl ga) tegishli bo‘lib qoladi:  $\text{Na} + \text{Cl} = \text{Na}^+ \text{Cl}^-$

Umuman qutbli bog‘lanish bilan ion bog‘lanishlarning vujudga kelish mexanizmi orasida keskin chegara yo‘q. Ular faqat umumiy elektron juftlarining qutblanuvchanlik darajasi bilan farqlanadi. Shunga ko‘ra qutbli bog‘lanish muayyan sharoitda ionli bog‘lanishga aylanishi, ya‘ni umumiy elektronlar jufti NEM ligi katta bo‘lgan atomga batamom siljishi mumkin, masalan: HCl suvda eriganda umumiy elektronlar jufti Cl atomiga butunlay siljib, natijada  $\text{H}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari hosil bo‘ladi.

#### **4.3-§. Kimyoviy bog‘lanishni kvant mexanika asosida tushuntirish birdan-bir to‘g‘ri yo‘l ekanligi**

**Valent qobig‘i elektron juftining itarilish modeli (VEJI).** Molekula geometriyasiga atomlarni bog‘lovchi elektron juft va markaziy atomning valent qobig‘idagi taqsimlanmagan elektron jufti hamda ular orasidagi itarilish kuchi ta‘sir ko‘rsatadi. Valent qobig‘i elektron jufti itarilish modeli-bu Lbyuis nazariyasining oddiy kengaytirilishidir, lekin ko‘p atomli molekulalarni shakllarini oldindan aytib berishda qo‘l keladi. Nazariya 1940 yilda

N. Sijvik va G.Pauellar tomonidan berilgan taxminlarga asoslangan, keyinchalik R.Gillepsi va R. Nayxolmlar tomonidan zamonaviy shaklda ta‘riflangan.

Bog‘lovchi elektron juft ikki yadro oraliq‘ida bo‘lgani uchun ularning fazoda egallangan ko‘lami taqsimlanmagan elektron juftnikidan ancha kichik bo‘ladi. Shu sababli taqsimlangan (u markaziy atom A bilan bog‘langan X orasida joylashgan) elektron juft orasidagi itarilish kuchi taqsimlanmagan (uni A ning elektron jufti Ye deb belgilaylik) ikki juft orasidagi itarilish zaifroq bo‘ladi. Shunday elektron juftlar orasidagi itarilish molekulaning geometriyasini belgilovchi asossiy omil hisoblanadi.

➤ R.Gillepsi va R.Nayxolm tomonidan ishlab chiqilgan stereokimyoviy qoidalar quyidagicha ta'riflanadi:

➤

1. Elektron juftlar orasidagi itarilish kuchi quyidagi qator bo'yicha ortib boradi:



2. Markaziy atom bilan bog'langan atomning elektrmanfiyligi ortishi

bilan elektron jufti A atomidan X atom tomon siljiydi va elektronlarning itarilishi kamayadi, valent burchaklar kichiklashadi.

3. Molekula geometriyasi markaziy atomning qo'shni atomlar bilan hosil qilgan  $\sigma$ -bog'lari soniga bog'liq, lekin  $\pi$ -bog'larning ta'siri unchalik katta bo'lmaydi.

4. Tugallanmagan valent qobig'ida elektronlar jufti valent qobig'i to'lgan elementlarninkiga qaraganda kattaroq hajmni egallashga intidladi. va shu sababli ular orasidagi itarilish kuchi zaiflashadi.

➤ 5. Valent qobig'i to'lgan markaziy atomda bir yoki bir necha erkin elektron juftlari bo'lgani holda u valent qobig'i to'lmagan ikkinchi element bilan bog'langan bo'lsa, markaziy atomning erkin elektron juftlari ikkinchi atomning bo'sh elektron orbitallariga ko'chadi. Bunda birinchi atomdagi juftning stereokimyoviy aktivligi yo'qolishi mumkin.

Elektron juftlar soni:	Geometrik formasi
2	Chiziqli
3	tekis uchburchakli
4	Tetraedr
5	Trigonal bipiramida
6	Oktaedr

Shape	Examples
Linear	HCN, CO <sub>2</sub>
Angular (bent)	H <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Trigonal planar	BF <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
Trigonal pyramidal	NH <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
Tetrahedral	CH <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Square planar	XeF <sub>4</sub>
Square pyramidal	Sb(Ph) <sub>5</sub>
Trigonal bipyramidal	PCl <sub>5</sub> (g), SO <sub>2</sub> <sup>+</sup>
Octahedral	SF <sub>6</sub> , E <sub>6</sub> <sup>+</sup> , IO(OH) <sub>6</sub> <sup>+</sup>

\* Approximate shape.





4.2-rasm. Ba'zi molekularning fazoviy tuzilishi

#### 4.4-§. Kimyoviy bog'lanishni valent bog'lar usuli vositasida tushuntirish (Geytler va London).

**Valent bog'lanishlar usuli (VBU).** Valent bog'lanishlar usulini Lbyuisning emperik usulining kvant-mexanika yordamida rivojlantirilishi deb qarash mumkin. VBU ga binoan har bir kimyoviy bog'ga bir juft elektron to'g'ri keladi. Shu sababdan, bu usulni ba'zan lokallashgan juftlar usuli deb ham yuritiladi.

Vodorod molekulasini hosil bo'lishini kvant mexanika asosida tushuntirish uchun V.Gaytler va F.London 1927 yilda taklif qilgan va L.Poling rivojlantirgan valent bog'lanishlar nazariyasidan foydalanildi. Bu nazariyaga muvofiq kimyoviy bog' hosil bo'lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak.

1. O'zaro birikuvchi atomlarda elektronlarning spinlari qarama –qarshi yo'nalishga ega bo'lishi kerak, chunki antiparalel spinli ikki elektron bir-biriga yaqinlashganda, ularning elektron buluti bir-birini qoplaydi6 natijada shu ikki elektron bir-biri bilan juftlashadi.

2. Hosil bo'lgan yangi elektron juft umumiy bo'ladi. Bog' hosil qilishda qatnashgan atomlarning qolgan elektronlari bilan birgalikda elektronlar bilan to'lgan qobiq hosil qilinganda barqaror elektron konfiguratsiya hosil bo'ladi.

3. Valent qobig'ida toq elektronlar soni bittadan ortiq bo'lsa, bu atomning hosil qiladigan bog'lar soni ham ko'p bo'ladi. ikki atom orasida bitta sigma simmetriyali bog' hosil bo'ladi, atomning qolgan elektronlari ayni atomlar orasida  $\pi$ -bog' hosil qiladi yoki boshqa atomlar bilan  $\sigma$ -bog' hosil qilishi mumkin. Ba'zan

juftlashmagan (toq) elektronlar hammasi ham bog'lovchi juft holatga o'tmay qolishi mumkin.

Vodorod molekulasi. Ikkita izolyatsiyalangan ikki elektronli vodorod atomlari uchun to'liq funktsiyasi quyidagicha yoziladi  $\psi = \phi_A(1)\phi_B(2)$ , bu yerda  $\phi_A$  A indeksli vodorod 1-s orbitali. Atomlar yaqinlashganda qaysi elektron birinchi yoki ikkinchi A atomda joylashganligini bilib bo'lmaydi.  $\psi = \phi_A(2)\phi_B(1)$ , deb yozish ham to'g'ri bo'ladi, bunda ikkinchi elektron A atomda, birinchi elektron V atomda joylashgan bo'ladi. Kvant mexanikasiga asosan, ikki holat teng ehtimollikka ega bo'lsa, holat funktsiyasi har bir konfiguratsiya superpozitsiyasi bilan bayon qilinishi mumkin, shuning uchun molekula holati chiziqli kombinatsiya bilan tavsiflanadi.  $\psi = \phi_A(1)\phi_B(2) + \phi_A(2)\phi_B(1)$ . Bu funktsiya VBU bo'yicha N-N bog'i uchun normirlanmagan to'liq funktsiyasi deyiladi. Bog' hosil bo'lishini ikki elektron ikki yadrolar orasida bo'lishi yuqori ehtimollikka ega deb tasavvur qilib, ularni bog'lab turibdi deyish mumkin.

#### **4.5-§. Lokallashgan elektron juftlarining o'zaro itarilishi.**

##### **Taqsimlanmagan elektron jufti va donor-aktseptor bog'lanish.**

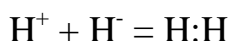
Bir atomning elektron jufti hisobiga hosil bo'ladigan ikkinchi tur bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi amalga oshganda o'zaro bog'lanuvchi atomlar bog' hosil qilishda bir xil hissa qo'shmaydi, atomlardan biri (donor) bog' hosil qilish uchun o'zining taqsimlanmagan elektron juftini ikkinchi atomning bo'sh orbitaliga uzatadi va buning natijasida, birinchi holdagi kabi, elektron jufti ikki yadroni bog'lab turuvchi vositaga aylanadi.

*Bir atomning taqsimlanmagan elektron jufti va boshqa atomning vakant (bo'sh) elektron orbitali hisobiga hosil bo'lgan bog'lanish do-nor-akseptor bog' deb ataladi.*

Bunday bog'lar hosil bo'lishida akseptor vazifasini bajaradigan atomlarning tashqi valent elektronlarining soni orbitallar sonidan kam bo'lishi (2-davr elementlari uchun I—III gurux elementlari atomlarida), donor xossasiga ega

boʻladigan atomlarda valent elektronlar soni orbitallar sonidan koʻproq (VA—VIIA guruchadagi elementlar atomlari) boʻlganda kuzatiladi. Shu bilan birga, bogʻlarni hosil qilishda qatnashadigan atomlar yoki molekular zaryadlangan (ionlar) yoki neytral holda boʻlishi mumkin. Masalan, H<sub>2</sub> molekulasini hosil boʻlishini ikkala mexanizm asosida tushuntirish mumkin:

1) ikkita vodorod atomi teng hissa qoʻshgan holda (har bir atom bittadan elektron berib) molekula kovalent mexanizm orqali hosil boʻladi:



2) donor-akseptor mexanizm amalga oshishda H<sup>+</sup> (masalan, suv molekulasidagi vodorod atomi) va H<sup>-</sup> (metall gidridlardagi vodorod anioni) zarrachalari orasida hosil boʻladigan bogʻni



(bu holat NaH + H<sub>2</sub>O = NaOH + H<sub>2</sub> reaksiyasida kuzatiladi) tarzda aks ettirish mumkin;

3) SO<sub>2</sub> molekulasida oʻzining erkin elektron jufti hisobiga donor vazifasini bajarib, uning bilan reaksiyaga kirishadigan kislorod atomining tashqarisidagi valent qobigʻida oktet qobiqcha hosil qilish uchun ikkita elektron yetmagani uchun, bu atom akseptor vazifasini oʻynay oladi va SO<sub>2</sub> molekulasini SO<sub>3</sub> ga oʻtadi. Bu holatni ham donor-akseptor mexanizm asosida tushuntirish mumkin;

4) ammiak molekulasida azot atomi taqsimlanmagan elektron juftiga ega va uning hisobiga molekula donor boʻladi, vodorod xlorididagi vodorod atomining qisman boʻshagan 1s-orbitali hisobiga bu atom akseptorlik vazifasini bajaradi: H<sup>+</sup> + :NH<sub>3</sub> = NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Yangi hosil boʻlgan ammoniy ionidagi toʻrtta N—H bogʻlar bir-biridan hech qanday farq qilmaydi, sp<sup>3</sup>-gibrid orbitaldagi elektron jufti ham oldingi ammiakdagi uchta N—H bogʻidagi atomlarning teng hissa qoʻshib hosil qilgan bogʻdagi elektron juftlari ham ikki yadro (N va H) oraligʻida bir xil vaziyatda boʻladi. Ammiak molekulasining geometriyasi uchburchakli piramida holdan muntazam tetraedr shaklli ammoniy ioniga oʻtadi.

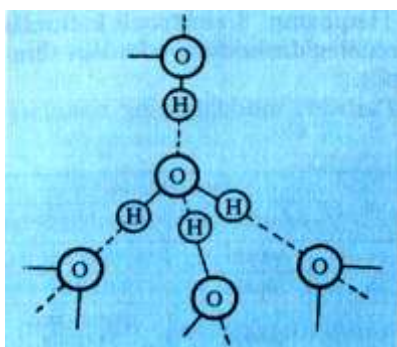
Ko‘rib chiqqan kovalent bog‘ hosil bo‘lish mexanizmi ikki xil bo‘lsa ham, undan bog‘larning kelib chiqishini aks ettirish maqsadida foydalanish o‘rinli, lekin bog‘ tabiatini bir-biridin farq qilish uchun hech qanday asos yo‘q.

#### 4.6-§. Ichki molekulyar va molekulararo vodorod bog‘i. Vodorod bog‘ining modda xossalariga ta‘siri va tabiatdagi ahamiyati

Bunday turdagi bog‘lar vodorod atomiga nisbatan NEM qiymati kattaroq bo‘lgan elementlar (F, O, N, Cl, S, Br) vodorod bilan bog‘langan molekulari ishtirokida sodir bo‘ladi. Vodorod atomining NEM qiymati kichikroq bo‘lishi sababli unda  $\delta^+$  zaryad zichligi paydo bo‘ladi, NEM ligi kattaroq bo‘lgan atomda esa shu miqdorda manfiy zaryad paydo bo‘ladi.

Musbat zaryadga ega bo‘lgan vodorod atomi xuddi shunday qo‘shni molekularidagi manfiy zaryadlangan elektrmanfiy atomlar bilan qo‘shimcha bog‘ hosil qilishi tabiiydir.

Suv molekulasidagi  $H^{\delta+}$  zarracha qo‘shni molekuladagi  $O^{\delta-}$  atomi bilan bog‘lanib, fazoda ma‘lum vaziyatni egallagan bog‘lanishni yuzaga keltirib chiqaradi (4.1-rasm). Vodorod bog‘lanish molekular orasida sodir bo‘ladi, uning hisobiga bir xil molekular o‘zaro assotsilanadi (*gomoassotsiatlar*); turli xil molekular orasida esa *geteroassotsiatlar* hosil bo‘ladi.



4.1-rasm. Suv molekulalari orasidagi vodorod (uzlukli *chiiziqlar* bilan ifodalangan) tufayli har bir molekuladagi kislorodatomi cho‘qqilarida vodorod atomlari o‘rnashgan tetraedr markazida joylashishi.

Muz holdagi suvda har bir kislorod atomi to‘rtta vodorod atomi (ulardan ikkitasi kislorod bilan qutbli kovalent bog‘ hisobiga, qolgan ikkitasi elektrostatik tortishuv hisobiga) bilan bog‘lanadi. Bunda kislorod atomi tetraedr markazida joylashgan bo‘ladi va muzga xos kristall panjarani hosil qiladi.

Suyuq holdagi suvda vodorod bog‘i hisobiga o‘zaro bog‘lanmagan molekular deyarli yo‘q, ularo o‘zaro assotsilanib  $(H_2O)_n$  agregatlarini hosil

qiladi. Xona temperaturasi  $n=4$  ga teng bo‘ladi va shu sababli suvning qaynash temperaturasi  $+100^{\circ}\text{C}$ .

Vodorod bog‘lanish ikki xil asosiy bog‘larning hosilasi bo‘lib, ulardan biri — qutbli kovalent bog‘, ikkinchisi esa — elektrostatik tortishuv natijasidir. Bu bog‘larning energiyalari o‘zaro tegishli ravishda 10:1 nisbatiga ega (kovalent bog‘ning energiyasi H—F da 565 kJ/mol, H—O da 459 kJ/mol, H—N da 386 kJ/molga teng).

Vodorod bog‘ hosil qiluvchi elementning nisbiy elektrmanfiyligi o‘zgarishi bilan uning qo‘shimcha H- bog‘ energiyasi ham bir me‘yorda o‘zgaradi. Bu holatni quyidagi ma‘lumotlardan ko‘rish mumkin (bog‘ energiyasi kJ/molga):

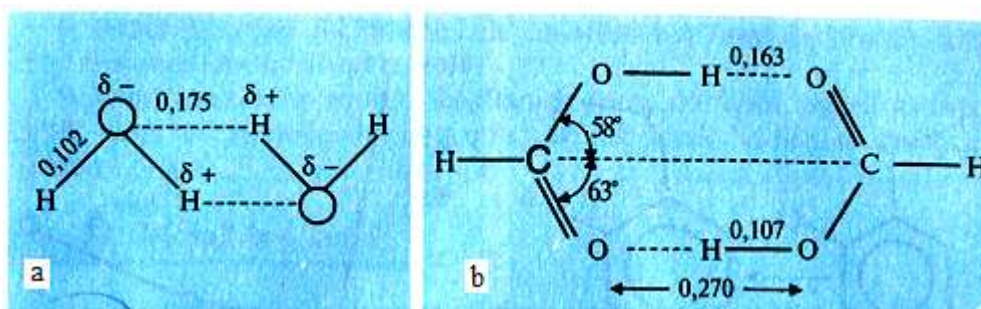
H—F da 25-40,

H—O da 12-29,

H—N da 8-21.

H—Cl va H—S da bu energiya qiymati yanada kam bo‘ladi.

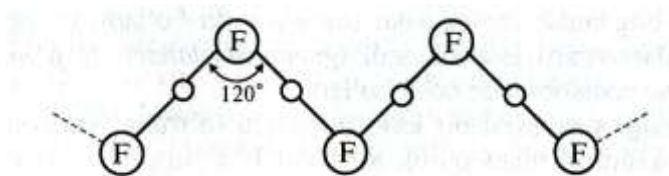
Vodorod bog‘ hosil qilgan molekuladagi E—H bog‘dagi elektron bulutining zichligi yangi bog‘ tomon qisman siljishi tufayli E—H bog‘ uzunligi qisqaradi. Masalan, suv molekulasidagi H—O bog‘ uzunligi 0,102 nm bo‘lsa, vodorodning ikkinchi kislorod atomi bilan hosil qilgan qo‘shimcha H- bog‘ning uzunligi 0,175 nm bo‘lishi aniqlangan (4.2-rasm).



4.2-rasm a) Suv molekulasining dimerida vodorod bog‘larning hosil bo‘lishi.

b) Chumoli kislota dimerining tuzilishi. Kislota monomeridagi H—O bog‘ining uzunligi 0,097 nm dan 0,107 nm gacha uzayganligiga ahamiyat berib

Kislotadagi H—O bog‘ uzunligi 0,097 nm dan H- bog‘i orqali hosil bo‘lgan dimerida bu masofa 0,107 nm gacha (10% dan ortiqroq) uzunlashgan.

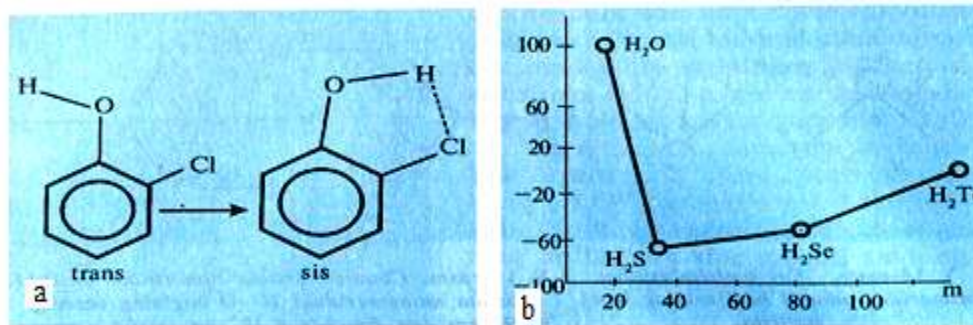


Tarkibi  $\text{KHF}_2$  bo'lgan molekuladagi diftorgidrogenat  $[\text{F}\dots\text{H}\dots\text{F}]^-$  ionida H—F oraliq masofasi ayrim olingan vodorod fluorid molekulasi dagiga nisbatan 0,020 nm ga kattalashgan. Bu aniondagi H-bog'lanish energiyasi odatdagiga nisbatan to'rt martadan ziyod (167,36 kJ/mol) bo'lishini ko'rsatadi. Shu anionga o'xshash  $\text{H}^+$  ning ikkita suv molekulasi bilan hosil qilgan  $(\text{H}_2\text{O}\dots\text{H}\dots\text{OH}_2)^+$  kationida bog'lanish energiyasi 150 kJ/molga yaqin bo'lar ekan.

Vodorod bog' hosil bo'lishi natijasida moddalarning strukturasi quyidagicha o'zgarish yuz berishi mumkin.

- a) ko'p molekulari polimer strukturalar hosil bo'ladi;
- b) ikkita molekula o'zaro assotsilanadi (organik kislotalar dimerlari, suv molekulalari);
- d) vodorod atomi ikkita elektrmanfiylik katta bo'lgan atomlar qurshovida joylashadi va bunday strukturalar anion holida mavjud bo'ladi ( $\text{KHF}_2$  ning anion —  $\text{HF}_2^-$ ).

Vodorod bog'ning hosil bo'lishida ikki vaziyat — molekulararo (gomo- va getero — tarkibli) va bir molekuladagi atomlar ishtiroki natijasida hosil bo'lishi mumkin (ichki molekular vodorod bog'). Bunday ichki molekular H-bog' hosil bo'lishi organik moddalarning ko'p funktsionali molekulalarga xos. Masalan, o-xlorfenolning to'rtxlorli ugleroddagi eritmasida molekulaning 91% miqdori H-bog' tufayli mustahkamroq bo'lgan cis-shaklda, qolgan 9% miqdori esa trans-shaklda bo'lishi (4.3-rasm) aniqlangan.



4.3-rasm. a) O-xlorfenol molekulasida vodorod bog' hosil bo'lishi mumkin bo'lgan turg'un holatdagi sis-izomerning hosil bo'lishi.

b) VIA gruppacha elementlari atomlari gidridlarining qaynash temperaturalarini va molekulyar massalari orasidagi munosabat.

H-bog' hosil bo'lishi sistema energetik afzal bo'lgan holatga intilishini ko'rsatadi.

Suv molekulasidagi vodorod ikkinchi molekuladagi kislorod bilan bog'langanda vodorod atomi ikkala kislorod atomi orasida tebranma harakat tufayli bir holatda bo'lmasdan, u ikki chetki vaziyatlar oralig'ida  $O - H \cdots O$  va  $O \cdots H - O$  bo'lar ekan (neytronografiya tadqiqotlari natijasi).

Vodorod bog' tufayli suyuq suv ko'pgina muhim xossalarga ega:

— suvning suyuqlanish va qaynash temperaturasi VIA guruxcha elementlarining gidridlariga nisbatan yuqori qiymatga ega;

— H-bog' hosil bo'lishi natijasida muz kristall panjarasining molekullari oralig'ida bo'shliq bo'lishi tufayli, muzning zichligi suyuq suvnikiga nisbatan kichikroq bo'ladi;

— tashqaridan berilgan issiqlik ta'sirida suv molekullaridan hosil bo'lgan strukturani parchalash uchun ko'p miqdorda issiqlik kerak bo'ladi. Bu esa uni boshqa erituvchilardan keskin farq qilishini, ya'ni uning issiqlik sig'imi kutilmaganda katta bo'lishini tushuntiradi. Atrof-muhit temperaturasi soviganda dengiz suvi atrof-muhitga katta miqdorda issiqlik tarqatadi. Shuning uchun dengiz qirg'og'idagi mamlakatlarda ichki mintaqalarda (masalan, O'rta Osiyo yoki janubiy Sibirda) giga qaraganda iqlim yumshoq bo'ladi.

Vodorod bog'ning hosil bo'lishi tirik organizm uchun juda katta ahamiyatga ega. Oqsil moddalar polipeptid bog' orqali bog'langan, masalan, DNK

molekulasida spiral shakl yuzaga keladi. Bunday hollarda karbonil guruxning kislorod atomi bilan polipeptid zanjirdagi aminoguruxning vodorod atomi orasida H-bogʻlanish hosil boʻladi.

Vodorod boglarni 4 xilga boʻlish mumkin:

- 1) koʻp molekulalarni birlashtiravchi (suvdagi kabi) turi;
- 2) faqat dimerlar hosil qiladigan (karbon kislotalarga xos) turlari;
- 3) vodorod atomi ikkita molekula anionini bogʻlashi (ikkita  $F^-$  dan  $HF^-$  ftoroniy ioni hosil boʻlishi);
- 4) ichki molekular vodorod bogʻlanish (orto-xlorfenol, salisil kislota, DNK va RNK molekulalarining qoʻsh spirali hosil boʻlishiga sababchi boʻlgan hollar).

#### **4.7-§. Kovalent bogʻlarning toʻyinuvchanligi va muayyan fazoviy yoʻnalishga ega boʻlishi**

Kimyoviy moddalarning xossalari ular molekulalarini hosil qilgan bogʻlanish xusu-siyatlari bilan chambarchas bogʻliq. Shunday xususiyatlardan eng muhimlari bogʻlanishda qatnashgan atomlar orasidagi masofa (*bogʻ uzunligi*), *bogʻlanish energiyasi*, *bogʻlarning toʻyinuvchanligi* va *yoʻnaluvchanligidir*.

➤ *Bogʻlanish uzunligi:*

---

— ikki yadro oraligʻi 1 nanometrlar ( $nm = 1 \cdot 10^{-9} m$ ) bilan oʻlchanadi. Koʻpchilik hollarda bu masofa uzunlashgani sari bogʻning uzilishi oson-lashadi. Bogʻ uzunligi molekulani tashkil etuvchi atomlarning radiuslari bilan bogʻliq, ular orasida maʼlum darajada proporsionallik kuzatiladi.

---

Masalan, bu vaziyatni galoidvodorodlar uchun quyidagi maʼlumotlardan koʻrish mumkin:

Molekulalar	HF	HCl	HBr	HJ
$l, nm$	0,092	< 0,128	< 0,142	< 0,162

Bu qatorda bogʻlanish hosil qilishda qatnashadigan atomlar — galogenlar joylashgan davr raqami (valent pogʻonalar soni) ortib borishi tartibida ular hosil



qilgan bog‘ uzunligi ham ortib boradi. Agar shu qatorda vodorod atomlari o‘rniga boshqa elementlar olinsa ham bu qonuniyat saqlanib qoladi:

Bog‘lanishlar	C-F	C-Cl	C~Br	C-J
/, <i>nm</i>	0,138 < 0,177 < 0,194 < 0,214			

Ikki atomli molekulalarda yadrolarni bog‘lovchi elektron juftlar soni ortib borganda yadrolar oralig‘idagi fazoda elektron bulutining zichligi ham ortib boradi.

Valentliklari o‘zgarmas bo‘lgan elementlar, masalan C—C bog‘larning turli xil uglevodorodlarda yadrolar orasidagi masofa (*nm*) o‘zgarishini quyidagilardan ko‘rish mumkin:

alkanlarda	0,154 – 0,158
aromatik birikmalarda	0,139 – 0,142
alkenlarda	0,134
alkinlarda	0,120

Bir davrda (elektron pog‘onalar soni bir xil) joylashgan atomlardan hosil bo‘lgan ikki atomli molekulalar (:N≡N:, O=O va :F—F:) da yadrolar oralig‘idagi elektron juftlar soni kamaya boradi va taqsimlanmagan elektron juftlar soni esa orta boradi. Keltirilgan molekulalarda oraliq masofaning uzunligi (tegishli tartibda) quyidagicha bo‘ladi: 0,10975 < 0,1207 < 0,1418 *nm*. Bog‘ uzunligining o‘zgarishi 1 : 2 : 3 tartibda bo‘lmaydi, chunki molekulalarning tarkibidagi atomlar yadro zaryadlari ortib borishi natijasida atom radiusi qisman kamayishi bilan bog‘langan.

Bir davr elementlarining hosil qilgan bog‘lovchi elektron juftlar soni (bog‘lanish tartibi) bir xil bo‘lgan hollardan keltiramiz (*l, nm*):

Li – H	Be – H	B – H	C – H	N – H	O – H	H – F
0,1595 > 0,1297 > 0,1215 > 0,1120 > 0,1038 > 0,096 > 0,0917						

Bundan ko‘rinadiki, davr bo‘ylab elementlarning biri uchun atom radiusi qisqarib borishi tufayli bog‘ uzunligi ham qisqarib boradi.

➤ *Bog‘lanish energiyasi:*

atomlar orasidagi bog'ni uzish uchun talab etiladigan minimal energiya miqdori bilan o'lchanadi.

---

Molekulalardagi bog'larni energetik jihatdan tavsiflash uchun ulardagi elektronlar zichligining atomlar orasida taqsimlanishini va elektronlarning energetik sathi haqidagi ma'lumotlarga asoslanish kerak.

*Bog'lanish energiyasi bir mol modda tarkibidagi molekulalarning bog'larini uzish uchun sarf bo'lgan energiya (kJ/mol) miqdoriga teng.*

Yuqorida atomlar oralig'idagi bog'lar soni ortib borishi bilan bog' uzunligi qisqarib borishini qayd etgan edik. Bunday vaziyatda bog' uzunligi ortib borishi tartibida bog'lanish energiyasi kamayadi, atomlar oraliq masofasi uzunlashadi:

	:N = N:	O = O	:F - F:
	· ·     · ·		
E, kJ/mol	945,3	493,6	155
l, nm	0,110	0,121	0,142

Ko'p atomli molekulalardagi kimyoviy bog'lanish energiyasi molekulaning qaysi tarzda zarrachalari uzilishi bilan bog'liq. Bu vaziyatni metan molekulasida misolida ko'rib chiqaylik.

Quyidagi jarayonni  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 4\text{H}$  amalga oshirish uchun 1661 kJ/mol energiya sarf etiladi, molekuladagi to'rta bog' xam bir xil xususiyatli bo'lgani sababli har bir bog'ni uzish uchun 415,26 kJ/mol miqdorda energiya talab etiladi.

Lekin, tajribada quyida aks ettirilgan raqamlar qatori olingan:

1-bog' uzilganda 426,77 kJ/mol

2-bog' uzilganda 368,19 kJ/mol

3-bog' uzilganda 518,81 kJ/mol

oxirgi bog' uzilganda 334,72 kJ/mol energiya sarf bo'ladi.

1-bog' uzilishidan oldin  $\text{CH}_4$  molekula  $\text{sp}^3$ -gibridlangan atom orbitallaridan tashkil topgan tetraedrik ( $\angle \text{HCH} = 109,5^\circ$ ) holatda, undan hosil bo'lgan  $\text{CH}_3$  radikali  $\text{sp}^2$ -gibridlangan piramida holatda bo'lishi, har qaysi bog' uzilishida

ishtirok etayotgan zarrachalar ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3$  va boshqalar) tabiati o'zgarishi yuqoridagi raqamlar bir xil bo'lmasligi bilan bog'liq.

➤ *Bog'larning to'yinuvchanligi:*

---

Atomlarning cheklangan miqdordagi bog'lar hosil qilish xususiyatidir. Elementlar atomlarining valent pog'onasidagi hamma elektronlari bog' hosil qilishda (toq elektronlar hisobiga kovalent yoki qutbli kovalent, taqsimlanmagan elektron juftlari donorlik, elektronlar bilan ishg'ol etilmagan orbitallar esa akseptorlik xususiyatlari amalga oshganda) qatnashgandan so'ng element o'zining to'yinuvchanlik xususiyatini namoyish qilgan bo'ladi.

---

Molekulani tavsiflash maqsadida bog'lanishda qatnashgan elektronlar zichligining atomlar oralig'ida taqsimlanishi va elektronlarning energetik sathi haqidagi ma'lumotga ega bo'lish lozim.

Haqiqatan ham  $\text{H}_3$  yoki  $\text{CH}_5$  tarkibli molekulalar hosil bo'lishi mumkin emas, chunki  $\text{H}_3$  zarrachada ikkita atom yadro oralig'ida umumiy bog'lovchi juft hosil qilgandan (ya'ni yangi ikki yadroli va to'lgan valent pog'onali sistema hosil bo'lgandan) keyin, uchinchi vodorod atomining bitta toq elektroni uch atomli molekulani noturg'un bo'lgan radikal holatiga o'tkazadi, uch atomli sistema energiyasini yuqorilashtiradi. Shu bilan birga bunday molekula hosil bo'lishida hech qanday energetik yutuq kuzatilmaydi.

Metan molekulasi hosil bo'lishida uglerod atomining to'rtta elektronlari 4 ta  $\sigma$ -bog' hosil qilishda qatnashib bo'ldi, uglerod atomi elektronlar bilan oktet pog'ona hosil qilib to'yingan holatda minimal energetik vaziyatga o'tgan.

➤ *Bog'larning yo'naluvchanligi:*

---

Ularni hosil qilishda ishtirok etadigan  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - va  $f$ -orbitallar ishtirokida  $\sigma$ -,  $\pi$ - va  $\delta$ -bog'larni fazoning ma'lum yo'nalishida joylashganligi natijasida yuzaga kelib chiqadi. Bog' hosil qilayotgan elektron juftlar atom orbitallari va (yoki)

gibridlangan orbitallarning elektron bulutlari maksimal to‘plangan qismlarining o‘zaro qoplashgan fazoviy qismlarida joylashgan. Bunday qoplashishda atom yoki gibridlangan orbitallarning to‘lqin funksiyalari bir xil ishorali qismlari qoplashgandagina (boshqacha aytganda, orbitallarning simmetriyalari bir-biriga mos keladiganlari orasidagi qoplashish bog‘ hosil qilishga hissa qo‘shadi) elektron bulutning quyuqlashgan qismlari ma’lum fazoviy yo‘nalishga ega bo‘ladi.

Ularning simmetriyalari haqida atom orbitallarining gibridlanish mavzusida to‘xtalib o‘tamiz (4.4-rasm).

Diagrammaga ko‘rsatilgan elektron juftlar soni	Bog‘langan atomlarning geometrik shakli	Markaziy atomning hibridlangan orbitallari	Bog‘langan atomlarning geometrik shakli	Misol
1				
2	Chiziqli	$sp$		$F-Be-F$ , $O=C=O$ $H-C \equiv N$ , $N \equiv C-C-H$
3	Barchakli	$sp^2$		$B$ , $C$
3	Uchburchakli uchburchak	$sp^2$		$F_3B$ , $C_3O$
4	Barchakli	$sp^3$		$H_4C$ , $H_4C_2$
4	Tiqimon pyramida	$sp^3$		$H_3N$ , $Cl_3P$
4	Tutash	$sp^3$		$H_2O$ , $Cl_2O$
5	Tokcha kvadrat	$sp^3$		$F_4S$
5	T-shaklida	$sp^3$		$F_3Cl$
5	Chiziqli	$sp^3$		$F_3Xe$
6	Tekin kvadrat	$sp^3$		$F_4Xe$
6	Kvadrat piramida	$sp^3$		$F_5Cl$
6	Oktaedr	$sp^3$		$F_6S$

4.4-rasm. Markaziy atom A ning  $\sigma$ -bog‘ hosil qilishda qatnashgan elektronlari va taqsimlanmagan elektron juftlari ishtirokida hosil bo‘lgan  $AX_nE_m$  molekularining fazoviy holatlari.

Bu uslubning asosiy g‘oyasi *atom valent qobig‘idagi elektronlari o‘zak elektronlardan iborat bo‘lgan sferik sirtida joylashgan barcha (bog‘lovchi, taqsimlanmagan) elektron juftlar o‘zaro bir-biriga nisbatan mumkin qadar kamroq itarishish holatni egallashga intiladi. Buning natijasida orbitallar ma’lum struktura hosil qiladigan yo‘nalishda bog‘ hosil qiladi va yadrolarni o‘zaro*

birlashtiruvchi chiziqlar molekulalardagi valent chiziqlarini ifodalaydigan shtrix chiziq'larga mos keladi.

Sferik shakl sathida elektron juftlar vositasida bog'langan atomlar va taqsimlanmagan juftlar orasidagi itarishish natijasida paydo bo'ladigan eng qulay yoki energetik jihatdan afzalroq bo'lgan geometriya V.1-rasmda aks ettirilgan. Bu chizmalarda A — markaziy atom, X — bog'langan atom yadrosi, E — markaziy atomning taqsimlanmagan elektron jufti. Molekula geometriyasi  $\sigma$ -bog'lar soniga bog'liq,  $\pi$ -bog'lar molekula geometriyasiga faqat bilvosita ta'sir ko'rsatadi.

#### **4.8-§. Gibrid atom orbitallar va ularning xillari (Poling).**

##### **Molekulalar va ionlarning fazoviy tuzilishi**

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

Har bir sistemaning minimal energiyaga ega bo'lishga intilishi natijasida elektron bulutlarning fazoviy joylashishi ma'lum vaziyatda bo'lishiga olib keladi. Shundagina molekuladagi kovalent bog' energiyasi maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Valent bog'lanish (VB) nazariyasi ayni bir energetik pog'onalar tarkibidagi turli simmetriyali (*s*-, *p*-, *d*- va hokazo) pog'onachalar elektronlarining to'lqin tabiati tufayli qo'shilishi natijasida, simmetriyalari oraliq holatga ega bo'lgan yangi shakldagi gibrid orbitallar hosil bo'lishini tushuntirib beradi (L. Poling). Gibridlanishda bitta elektronga ega bo'lgan 5-orbital bilan bitta, ikkita yoki uchta p-orbitallar qatnashgan fazoviy simmetriyalari turlicha bo'lgan gibrid orbitallar paydo bo'ladi. Kimyoviy bog' yuzaga kelishi davomida turli xil gibridlangan orbitallar ishtirokida hosil bo'ladigan molekulalarning fazoviy geometriyasini, yoki boshqacha aytganda, bog'larning yo'naluvchan xususiyatini tushuntirish uchun katta ahamiyatga ega. V. 2-rasmda bog' hosil qiladigan markaziy atomda

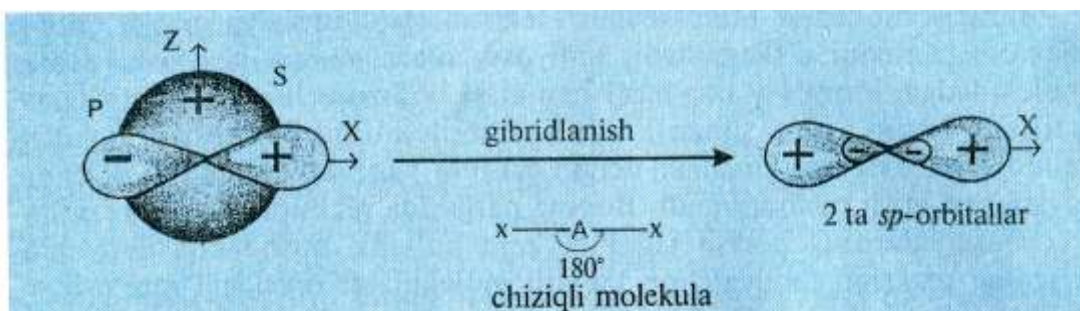
bittadan *s*- va *p*-orbital hisobiga ikkita  $sp$ - («*es-pe*» deb o'qiladi) gibrid orbital hosil bo'lishi aks ettirilgan.

Agar bitta *s*-orbital bilan ikkita *p*-orbital gibridlanishda qatnashsa — uchta  $sp^2$ -gibrid («*es-pe* ikki») orbital (V.3-rasm), bitta *s*-orbital va uchta *p*-orbital qatnashsa to'rtta  $sp^3$ -gibrid orbital (V.4-rasm) hosil bo'ladi.

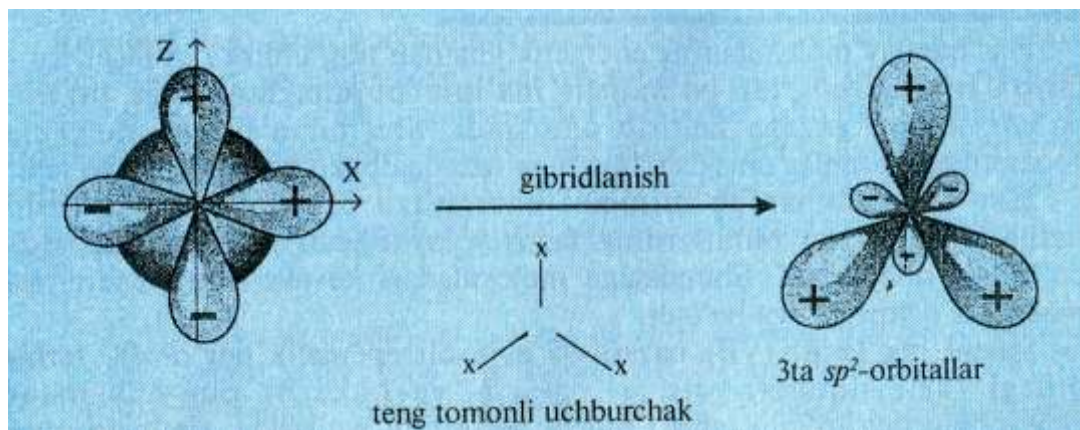
Gibridlanish jarayonida nechta atom orbitallar qatnashgan bo'lsa, yangi holatdagi gibrid orbitallar soni ham shuncha bo'ladi. 2-davrdagi elementlarning eng ko'pi bilan 4 ta (bir *s*- va 3 ta *p*-) orbitallari hisobiga faqat to'rtta gibrid orbitallar hosil bo'lishi mumkin, lekin ular turli fazoviy vaziyatlarda bo'ladi.

1. Molekulani hosil qilishda to'rtta  $sp^3$ -gibrid orbitallar qatnashgan molekulada markaziy atomning hosil qilgan to'rttala bog'i orqali bog'langan atomlarning fazoviy holati tetraedr shakliga ega bo'ladi. Markaziy atom atrofidagi bog'langan atomlar tetraedrning cho'qqilarida joylashgan. Agar bog'langan atomlar tabiati bir xil bo'lsa, bog'lar yo'nalishi orasidagi burchak  $109^{\circ}28'$  yoki  $109,5^{\circ}$  bo'ladi (masalan,  $CH_4$ ,  $CCl_4$  va boshqalar). Agar bog'langan atomlar turli tabiatga ega bo'lishsa, unday molekulaning geo-metriyasida muntazam tetraedr o'rniga xossalari bilan farq qiladigan atomlar bog'ining uzunligi qisqargan yoki uzunroq bo'lganligi sababli qisman o'zgargan shaklli tetraedr hosil bo'ladi. Masalan, metan molekulasidagi bitta vodorod atomi o'rniga yod atomi almashgan (metil yodid) molekulasida yod atomining radiusi yoki hajmi katta bo'lishi tufayli molekulaning geometriyasi saqlanib qolgan bo'lsa ham, metan molekulasiga nisbatan assimetriya kuzatiladi ( $CH_3J$  molekulasidagi burchaklar  $\angle H CJ > \angle H CH$  ekanligi aniqlangan).

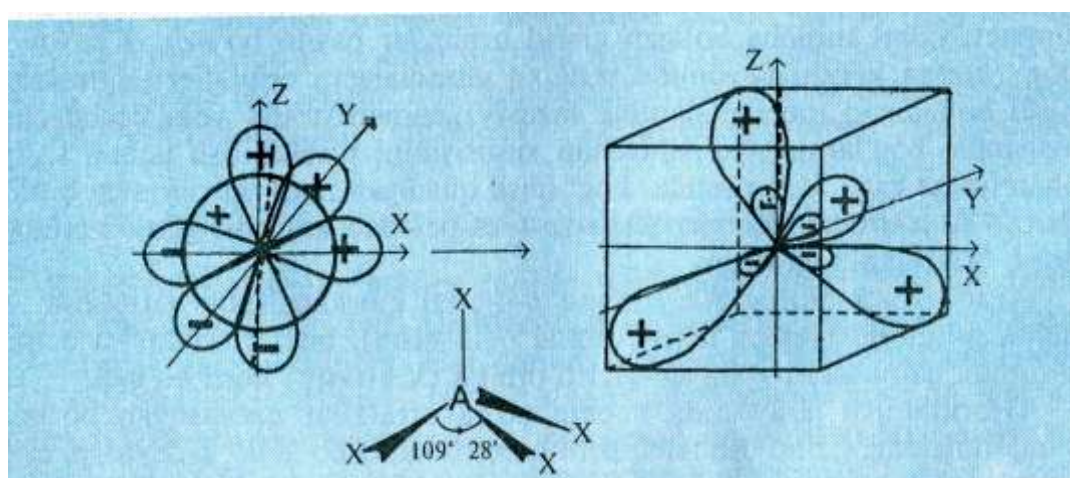
2. Molekulani hosil qilishda uchta  $sp^2$ -gibrid orbitallar va bitta *p*-atom orbital (bu *p*-orbital  $\pi$ -bog' hosil qilishda ishtirok etadi) qatnashganda markaziy atom atrofida bog'langan atomlar soni uchta bo'ladi, ulardan biri markaziy atom bilan qo'sh bog' orqali bog'langan, atomlar joylashgan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



4.6-rasm. s- va p- orbitallar ishtirokida 2 ta sp-gibrid orbitallar hosil bo'lish sxemasi



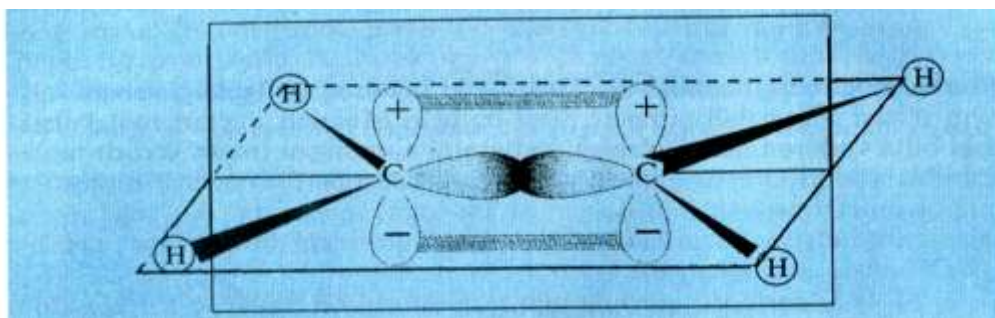
4.7-rasm. 1 ta s- va 2 ta p- orbitallardan 3 ta  $sp^2$ -gibrid orbitallar hosil bo'lish sxemasi.



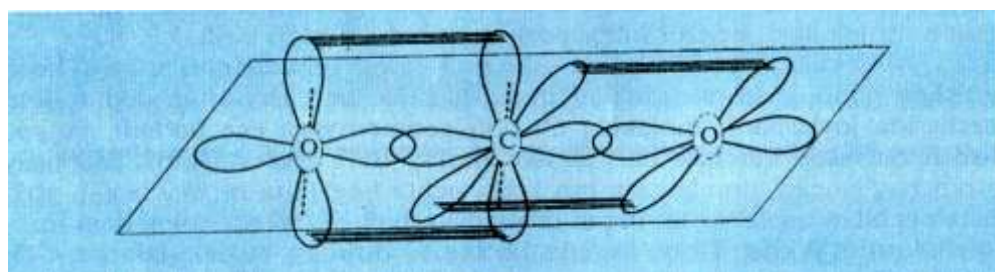
4.8-rasm. 1 ta s- va 3 ta p- orbitallar ishtirikida 4 ta  $sp^3$ -gibrid orbitallar hosil bo'lish sxemasi.

3. Molekulani hosil qilishda ikkita sp-gibrid orbitallar va  $\pi$ -bog' hosil qilishda ikkita p-atom orbitallar qatnashganda markaziy atom ikkita atom oralig'ida joylashadi, molekula chiziqli geometriyaga ega bo'ladi, yo'nalishlar orasidagi burchak  $180^\circ$  bo'ladi ( $\text{BeH}_2$ ,  $\text{BeF}_2$  molekullari). Markaziy atom bog'langan atomlarning biri bilan uchta bog' (1 ta  $\sigma$ -va 2ta  $\pi$ -), yoki ikkalovi bilan qo'shbog'lar orqali bog'langan bo'ladi (ikkala holda ham markaziy atom ikkita  $\pi$ -

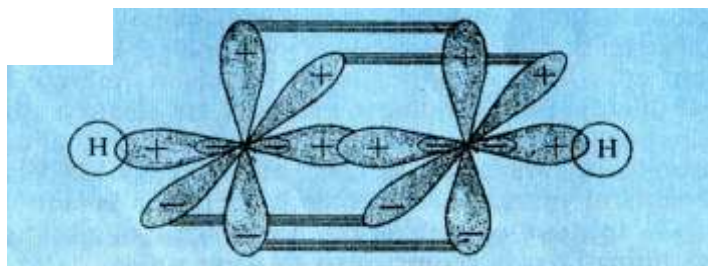
bog'ga ega bo'ladi). Bunday molekullarga  $\text{CO}_2$  ( $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ), asetilen ( $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ ) va boshqalar misol bo'la oladi (4.3.1.4-1-rasm).



4.9-rasm s- va 3 ta p-orbitallar ishtirokida 3 ta  $\text{sp}^2$ -gibrid orbitallar va  $\pi$ -bog' hosil bo'lish sxemasi



4.10-rasm Uglerod(IV) oksid molekulasida markaziy atom (uglerod) ikkita  $\sigma$ -( $\text{sp}^2$  gibridlanish) va ikkita  $\pi$ - bog' hosil qilgan orbitallarining fazoviy joylashishi.



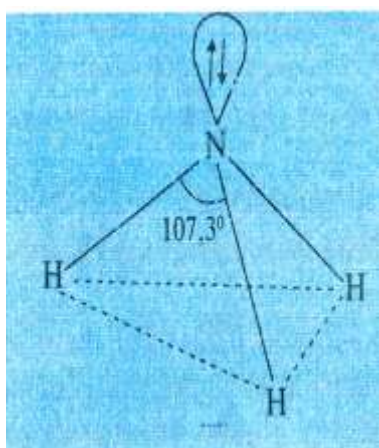
4.11-rasm. Atsetilen molekulasida 3 ta  $\sigma$ - va 2 ta  $\pi$ -bog'larning fazoviy holatlari

Uglerod atomining valent qobig'ida to'rtta elektron uchun asosiy holat  $2s^2 2p^2$  bo'lib, ulardan ikkitasi juftlashgan ( $2s$ -orbitalda) va yana ikkitasi toq holda  $2p$ -orbitallarda joylashgan. To'rtta orbitalga ega bo'lgan uglerod atomi o'zining maksimal valentligini namoyon qilishda juft holdagi ikkita elektronning biri  $s$ -orbitaldan  $p$ -orbitalga ko'chib o'tadi (buning uchun sarf qilinadigan energiyani qo'zg'algan holatga o'tish energiyasi deb yuritiladi). Bu sarf qilingan energiya shu elektron ishtirokida hosil bo'ladigan bog'lanish energiyasi hisobiga qoplanadi. Endi uglerod atomining elektron konfiguratsiyasi  $2s^1 2p^3$  bo'lib, yuqorida ko'rib o'tilgan 1,2 va 3 holatlarni yuzaga keltirib chiqarishga imkon beradi:



- to'rtta atom orbital hisobiga to'rtta  $sp^3$ -gibrid orbitallar hosil bo'lishi va uning fazoviy geometriyasi (**4.10-rasm**);
- uchta  $sp^2$ -orbital va unga qoshimcha  $\pi$ -bog; hosil qilishda qatnashgan p-orbital va molekula geometriyasi (**4.9-rasm**);
- har bir uglerod atomi  $sp$ -gibrid orbitallar va 2 ta  $\pi$ -boglar hosil qilishda qatnashdigan holatlar va molekulaning geometriyasi (**4.11-rasm**)

Xulosa qilib aytganda, uglerod-uglerod bog'larini hosil qilishda 2,4 yoki 6 ta elek-tronlar juftlashib yakka, qo'sh yoki uch bog' hosil qilishi mumkin, ko'pchilik hollarda bunday bog'lar energiyasi tegishli ravishda 346, 602 va 835 kJ/molga yaqin bo'ladi.

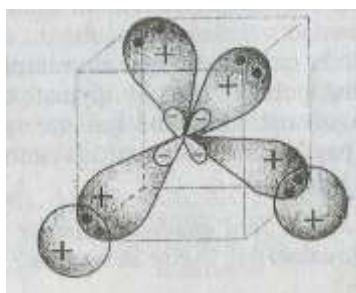
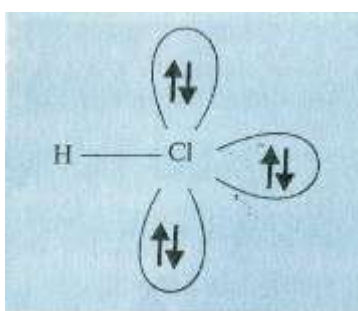


4.12-rasm. Ammiak molekulasi-ning fazoviy tuzilishi

Davriy sistemaning V, VI va VII guruxlarining bosh guruxchalarida joylashgan azot, kislorod va galogen elementlari atomlarida ham bitta  $s$ - va uchta  $p$ -orbitallar bo'lgani sababli ularning hammasida ham  $sp^3$ -gibridlanish holati kuzatiladi. Gibridlanish jarayonida qatnashadigan atom orbitallarda bitta yoki ikkitadan elektronlar bo'lishi mumkin, lekin gibridlangan orbitallardagi faqat toq elektronlarga bog' hosil qilishda qatnashsa, juft elektronlarga ega bo'lgan gibridlangan orbitallar donor-akseptor bog' hosil qilishda qatnashishlari mumkin. Ammiak molekulasi-ning hosil qilishda uchta  $sp^3$ -gibrid orbitallar vodorod atomi bilan bog' hosil qilishda qatnashadi va to'rtinchi  $sp^3$ -gibrid orbital taqsimlanmagan erkin elektron (bog' hosil qilishda qatnashmagan) jufti bilan band bo'ladi va bunday elektronlar jufti bog' hosil qilishda qatnashmaydi. Bu elektron juft tetraedrning cho'qqilaridan biri tomon yo'nalgan va ma'lum sharoitda qo'shimcha bog' hosil qilishda donorlik vazifasini bajaradi. Ammiak molekulasi-ning geometriyasi (to'rtta atomning fazoviy holati) uchburchakli piramida shaklida bo'ladi (4.12-rasm).

Suv molekulasidagi kislorod atomining elektronlari ham to‘rtta  $sp^3$ -gibrid orbitallar hosil qiladi, ulardan ikkitasi suv molekulasini hosil qilishda qatnashsa, qolgan ikkitasi taqsimlanmagan elektronlar jufti bilan band bo‘ladi. Kislorod bilan vodorod atomlari orasidagi burchak tetraedrning qo‘shni cho‘qqilari orasidagi yo‘nalishga ega bo‘ladi. Erkin elektron juftlari tetraedrning qolgan ikki cho‘qqisi tomon yo‘nalgan bo‘ladi:

Vodorod xlorid molekulasida xlor atomining gibridlangan orbitallaridan biri bog‘lovchi elektronlar jufti bilan  $\sigma$ -bog‘ hosil qilishda qatnashgan, qolgan uchta  $sp^3$ -orbitallarida taqsimlanmagan elektron juftlar joylashgan (4.13-rasm).



4.13-rasm. Vodorod xlorid molekulasida xlor atomining gibridlangan orbitallaridan biri bog‘lovchi elektronlar jufti bilan  $\sigma$ -bog‘ hosil qilishda qatnashgan, qolgan uchta  $sp^3$ -orbitallarida taqsimlanmagan elektron juftlar joylashgan.

Suv molekulasini protonga ega bo‘lgan moddalar (masalan, xlorid kislota eritmasi) bilan reaksiyada qatnashsa, hosil bo‘lgan gidroksoniy kationida kislorodning taqsimlanmagan  $sp^3$ -gibrid orbitallaridan biri donorlik, kislota protoni esa akseptorlik vazifasini bajaradi va gidroksoniy kationi ammiak molekulasini kabi shaklga ega bo‘ladi. Bunday ionda kislorod atomining valentligi uchga teng bo‘ladi.

VII gurux elementlarining vodorodli birikmalarida 4 ta  $sp^3$ -gibrid orbitallardan bittasi vodorod atomi bilan bog‘ hosil qilishda qatnashsa, qolgan uchta erkin elektronlar jufti bilan ish‘ol etilgan, ulardagi elektronlar buluti tetraedrning qolgan uchta cho‘qqilariga yo‘nalgan bo‘ladi (V.9-rasm).

Taqsimlanmagan elektron juftlari orasidagi o‘zaro itarishuv kuchlari bog‘ hosil qilishda qatnashgan bog‘lovchi orbitallar orasidagi itarishishdan ko‘ra kuchliroq bo‘ladi, shu sababli  $CH_4$  va  $NH_4^+$  da burchak  $109^\circ 28'$ , ammiakda  $107,3^\circ$  va suvda esa  $104,5^\circ$  bo‘ladi.

### Kimyoviy bog‘lanishlarning ba’zi xususiyatlari

1	Kimyoviy bog‘lanishlarning muhim xususiyatlariga	bog‘ uzunligi, bog‘lanish energiyasi, bog‘larning to‘yinuvchanligi, va bog‘larning yo‘naluvchanligi kiradi.
2	Bog‘ uzunligi –	kimyoviy bog‘ hosil qilgan ikki element yadrosi orasidagi masofa. Bog‘ uzunligi nanometr (nm) larda o‘lchanadi. Ko‘pchilik hollarda bog uzunlashgan sari bog‘ning uzulishi osonlashadi.
3	Bog‘ uzunligi –	molekula hosil qiluvchi atomning radiusi bilan bog‘liq.
4	Galoidvodorodlarda bog‘ uzunligi	Molekulalar: H – F    H – Cl    H – Br    H – I nm 0.092 < 0.128 < 0.142 < 0.162 Bu qatorda bog‘lanish uzunligi elementlar davr raqami ortib borishi tartibida ortib boradi.
5	Agar shu qatorda vodorod elementi o‘rniga boshqa element atomini qo‘ysak ham bu qonuniyat saqlanib qoladi:	Molekulalar:    C – F    C – Cl    C – Br    C – nm            0.138 < 0.177 < 0.194 < 0.2
6	Uglevodorodlarda bog‘ uzunligi:	
7	Alkanlarda	0.154 – 0.158 nm
8	Aromatik birikmalarda	0.139 – 0.142 nm
9	Alkenlarda	0.134 nm
10	Alkinlarda	0.120 nm tartibida bog‘lanish uzunligi kamayib boradi.
11	Bir davrda joylashgan element atomlardan hosil bo‘lgan ikki atomli molekulalarda:	N ≡ N    O = O    F – F 0.109 < 0.120 < 0.141 bog‘lanish uzunligi ortib boradi.
12	Bir davr elementlarining hosil qilgan	Li – H    Be – H    B – H    C – H    N – H O – H    F – H

	bog'lovchi elektronlar soni bir xil bo'lganda:	0.159 > 0.129 > 0.121 > 0.112 > 0.103 > 0.096 > 0.091 tartibida kamayib boradi.
13	Boglanish energiyasi –	bir mol modda tarkibidagi molekullarning bog'larini uzish uchun talab etiladigan energiya (kJ/mol) miqdoridir. Bog'lanish energiyasi qanchalik katta bo'lsa atom shuncha barqaror bo'ladi.
14	Bir davrda joylashgan element atomlardan hosil bo'lgan ikki atomli m-lalarda:	$N \equiv N$ $O = O$ $F - F$ 945.3 > 493.6 > 155 tartibida bog'lanish energiyasi kamayib boradi.
15	Bir davr elementlarining hosil qilgan bog'lovchi elektronlar soni bir xil bo'lganda:	$Li - H$ $Be - H$ $B - H$ $C - H$ $N - H$ $O - H$ $F - H$ tartibida bog'lanish energiyasi ortib boradi.
16	Guruhlarda bog'lanish energiyasini hal-kogenlarning vodo-rodli birikmalari misolida	$H - O - H$ $H - S - H$ $H - Se - H$ $H$ $- Te - H$ 460.5 kJ/mol                  229.4kJ/mol                  174.8kJ/mol 140.5kJ/mol tartibida kamayib boradi.
17	Bog'larning to'yinuvchanligi	atomlarning cheklangan miqdordagi bog'lar xususiyatidir. Elementlar atomlarining valent bog'onasidagi hamma elektronlar elektronlari bog' hosil qilishda (toq elektronlar hisobiga kovalent yoki qutbli kovalent, taqsimlanmaga elektron juftlari donorlik, elektronlar bilan ishg'ol etilmagan orbitallar esa atseptorlik xususiyatlarni amalga oshirganda) qatnashgandan so'ng element o'zining to'yinuvchanlik xususiyatini namoyon qilgan bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, bog'lanishda ishtirok etuvchi atomlar o'z toq soniga teng bog'lar hosil qilib, valentliklarini to'yintiradi. Lekin kovalent bog'lar donor-atseptor

		mexanizmi bo'yicha ham hosil bo'ladi. Shuning uchun azot elementining maksimal vaventligi to'rtga teng.
18	Bog'larning yo'nalganligi.	Hosil bo'layotgan kimyoviy bog'lar fazoda (X,Y,Z-o'qlariga nisbatan) o'z yo'nalishiga ega bo'ladi. Bu bog'lanishlarning fazoda joylashuviga ko'ra $\sigma$ – "sigma" va $\pi$ – "pi" bog'lanishlar bor.
19	Sigma bog'lanish –	ikkala birikuvchi atomlarning yadrolarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqlar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi.
20	$\pi$ -bog'lanish	fazoda $\sigma$ -bog'lanishga nisbatan perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. $\pi$ bog'lar asosan qo'shbog' yoki uchbog'lar hosil bo'lganda yuzaga keladi. Barcha birlamchi bog'lar, qo'shbog' va uchbog'larning bittasi $\sigma$ -bog', qolganlari $\pi$ -bog'lar bo'lib, ular $\sigma$ -bog'larga nisbatan kuchsizdir.

### **Kimyoviy bog'lanish turlari.**

1	Kovalent bog'lanish.	Atomlar orasida ikkala yadro uchun umumiy bo'lgan bog'lovchi elektron juftlar hosil bo'lishi hisobiga vujudga kelgan bog'lanish kovalent bog'lanish deyiladi.
2	Qutbsiz kovalent bog'lanish –	<b>nisbiy elektromanfiyligi bir xil bo'lgan</b> atomlar oralig'ida ikkala yadro uchun umumiy bo'lgan bog'lovchi elektron juftlar hosil bo'lishi hisobiga vujudga kelgan bog'lanish <b>qutbsiz kovalent bog'lanish</b> deyiladi. Bunda NEMlar farqi 0 – 0,4 gacha bo'ladi.
3	Qutbsiz kovalent bog'lanish	asosan <b>metallmaslar</b> orasida hosil bo'ladi. M: <b>H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> Br<sub>2</sub></b>
4	Molekulalarining geometrik tuzilishiga ko'ra qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalar:	<b>CH<sub>4</sub>, BeCl<sub>2</sub>, BeH<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CCl<sub>4</sub>, BH<sub>3</sub>, BCl<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub>.</b>
5	Qutbsiz kovalent bog'lanishga xos	qutbli erituvchilar, suvda yomon erib, qutbsiz erituvchilarda yaxshi eriydi, suyuqlanish va qaynash temperaturalari past bo'ladi, to'yinuvchanlikka ega,

	xususiyatlar:	yoʻnaluvchanlik va qutblanuvchanlikka ega emas.
6	Qutbli kovalent bogʻlanish –	nisbiy elektromanfiyligi bir biridan qisman farq qiladigan atomlar oraligʻida ikkala yadro uchun umumiy boʻlgan bogʻlovchi elektron juftlar hosil boʻlish hisobiga vujudga keladigan bogʻlanish qutbli kovalent bogʻlanish deyiladi. Ularning NEM qiymatlari farqi 0,4 – 1,7 gacha.
7	Qutbli kovalent bogʻlanishli moddalar	SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CHCl <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> Cl.
8	Qutbli kovalent bogʻlanishga xos xususiyatlar:	Qutbli kovalent bogʻlanishli moddalarda qarama-qarshi zaryadli qutb-lari orasida tortishuv kuchlari paydo boʻladi, shu sababli bunday mod-dalarning suyuqlanish va qaynash temperaturalari qutbsiz kovalent bogʻlanishli moddalarnikidan yuqori boʻladi, qutbli erituvchilar (suv)da yaxshi eriydi, toʻyinuvchanlik, yoʻnaluvchanlik va qutblanuvchanlikka ega.
9	Ion bogʻlanish –	ionlar orasida hosil boʻladigan bogʻlanish ion bogʻlanish deyiladi. Ion bogʻlanishli moddalar metallar va metallmaslar atomlaridan iborat boʻladi. Ularning NEM qiymatlari farqi 1.7dan katta.
10	Ion bogʻlanish deb –	N.E.M bir – biridan keskin farq qiladigan elementlar orasidagi elektro-statik tortishish kuchi xisobiga hosil boʻladigan bogʻlanishga aytiladi.
11	Ion bogʻlanishli moddalarga xos xususiyatlar:	Asosan qattiq (kristall) holda boʻlib , ular suvli eritmalarda eriganda ionlarga aylanadi. Suyuqlanish temperaturasi yuqori boʻladi. Ion bogʻlanishli moddalar toʻyinish va yoʻnalganlik xossalariga ega emas. Ion bogʻlanishli moddalar toʻyinuvchanlik, yoʻnaluvchanlik va qutblanuvchanlikka ega emas.
12	Metall bogʻlanish –	bu oʻziga xos bogʻlanish boʻlib erkin elektronlar xisobiga faqat metallarda xos.
13	Metall bogʻlanish –	Miqdori bir-biriga teng boʻlgan harakatchan elektronlar bilan musbat zaryadlangan metal ionlari orasidagi tortishuv kuchlari hisobiga paydo boʻlgan bogʻni metall bogʻlanish deyiladi.
14	Metall bogʻlanishga xos xususiyatlar:	metallarning elektr toki va issiqlik oʻtkazuvchanligini yuqori boʻlishini sababi ularda “erkin elektron buluti” yoki “elektron gazi” ning boʻlishidir. Metall bogʻlanishli moddalar toʻyinuvchanlik, yoʻnaluvchanlik va

		qutblanuvchanlikka ega emas.
15	Donor akseptor bog‘lanish –	Bir elementning juftlashgan umumlashmagan elektroni bilan ikkinchi elementning bo‘sh orbitasi orasidagi kovalent bog‘lanishga aytiladi. Donor-akseptor bog‘lanishda taqsimlanmagan elektron juftlari bo‘lgan element atomi donor, bo‘sh (vakant) orbitali bo‘lgan element atomi akseptor vazifasini bajaradi.
16	Donor akseptor bog‘lanish –	Bir atomning kimyoviy bog‘lanishda ishtirok etmagan, ya’ni taqsimlanmagan elektron jufti va ikkinchi atomning bo‘sh orbitali o‘rta sida hosil bo‘lgan bog‘lanish donor-akseptor bog‘lanish yoki kordinatsion bog‘lanish deyiladi.
17	Donor akseptor bog‘lanishli moddalar	$\text{NH}_4^+$ , $\text{H}_3\text{O}^+$ , kompleks birikmalar.
18	Vodorod bog‘lanish.	Vodorod bog‘lanish vodorod atomiga nisbatan NEM qiymati kattaroq bo‘lgan elementlar ( <b>F, O, N, Cl, S, Br</b> )ning vodorod bilan hosil qilgan molekulari orasida hosil bo‘ladi.
19	Vodorod bog‘lanish moddaga quyidagi xususiyatlarni beradi:	a) ko‘p molekulari polimer hosil bo‘ladi. b) Ikkita molekula o‘zaro assotsilanadi c) Vodorod atomi ikkita elektromanfiyligi katta bo‘lgan atomlar qurshovida joylashadi va bunday strukturalar anion holda mavjud bo‘la oladi.
20	Vodorod bog‘lanish suvga quyidagi xususiyatlarni beradi:	A) suvning suyuqlanish va qaynash temperaturasi VI A guruhcha gidridlariga nisbatan yuqori qiymatga ega bo‘ladi. B) vodorod bog‘ bolishi natijasida muz kristall panjarasining molekulari orasida bo‘shliq bo‘lishi tufayli, muzning zichligi suyuq suvnikiga nisbatan kichikroq bo‘ladi. C) tasqaridan berilgan issiqlik ta’sirida suv molekularidan hosil bo‘lgan strukturani parchalash uchun ko‘p miqdorda issiqlik kerak bo‘ladi. Bu esa suvda issiqlik sig‘imining barcha moddalarnikidan katta bo‘lishiga sabab bo‘ladi.
21	Vodorod bog‘ 4 xil bo‘lishi mumkin:	1. ko‘p mekulalarni birlashtiruvchi (suvda) turi 2. faqat dimerlar hosil qiladigan (karbon kislotalarga xos) turi 3. vodorod molekulari ikkita molekula anionlarini bog‘lashi (ikkita $\text{F}^-$ anionidan $\text{HF}_2^-$ – ftoniy ioni hosil

		bo'lishi) 4. ichki molekulyar vodorod bog'lanish (orto – xlorfenol, salisil kislota, DNK, RNK molekularining qo'sh spirallarining hosil bo'lishiga sababchi hollar)
22	Vodorod bog'lanishga misollar:	HF, H <sub>2</sub> O, KHF <sub>2</sub> , karbon kislotalar, orto – xlorfenol, orto – nitrofenol, para-nitrofeol, salisil kislota, DNK, RNK

### Gibridlanish

23	Gibridlanish -	ko'rinishi va energiyasi bilan farq qiluvchi (s va p) orbitallarning o'zaro qo'shilib ketib, energiyasi va ko'rinishlari bir xil bo'lgan yangi elektron orbitallarning hosil bo'lish hodisasi atom orbitallarning gibridlanishi deyiladi.
24	Gibridlanishda -	Shakli va energiyasi jihatidan farq qiluvchi sharsimon va gantelsimon orbitallar shakli va energiyasi bir xil bo'lgan noksimon yoki ( <b>sp<sup>3</sup></b> da 25% s va 75% p, <b>sp<sup>2</sup></b> da 33% s va 67% p, <b>sp</b> da 50% s va 50% p) holatga o'tadi.
25	Gibridlanishda -	Gibridlanishda atom orbitallar o'zgarmaydi, faqat shakli va energiyasi o'zgaradi.
26	sp <sup>3</sup> – gibridlanish	bitta s va 3 ta p orbitallarning gibridlanishi natijasida hosil bo'ladi.
27	sp <sup>3</sup> – gibridlanish	Bu gibrid orbitallar fazoda 109° burchak ostida joylashadi va asosan tetraedrik tuzilishga ega ega molekularlar hosil qiladi.
28	Tetraedrik shaklga ega bo'lgan sp <sup>3</sup> – gibridlangan birikmalar	alkanlar, sikloparafinlar, CCl <sub>4</sub> , P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> , P <sub>2</sub> S <sub>5</sub> , PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , SiH <sub>4</sub> , SiCl <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub> J, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> , [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>
29	Trigonal shaklga ega bo'lgan sp <sup>3</sup> – gibridlangan birikmalar	H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , ClO <sup>-</sup> , ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PCl <sub>3</sub> , PF <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, PH <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , HCl, HF, olmos
30	sp <sup>2</sup> – gibridlanish	bitta s va 2 ta p orbitallarning gibridlanishi natijasida



		hosil bo‘ladi.
31	$sp^2$ – gibrirlanish	Bu gibrirlanish orbitallari orasidagi burchak $120^\circ$ ni tashkil etadi, molekulaning fazodagi shakli teng tomonli tekis uchburchak ko‘rinishda bo‘ladi.
32	Teng tomonli uchburchak shaklga ega bo‘lgan $sp^2$ – gibrirlangan birikmalar	Alkenlar, aromatik uglevodorodlar, alkadiyenlar (tarkibida qo‘shbog‘ bo‘lgan barcha uglevodorodlar), $BCl_3$ , $BF_3$ , $AlCl_3$ , $AlBr_3$ , $CO_3^{-2}$ , $COF_2$ , $SO_3^{-2}$ , $SO_3$
33	Burchak shaklga ega bo‘lgan $sp^2$ – gibrirlangan birikmalar	$O_2$ , $NO_2$ , $SO_2$ , grafit
34	$sp$ – gibrirlanish	bitta s va bitta p orbitallarning gibrirlanishi natijasida hosil bo‘ladi.
35	$sp$ – gibrirlanish	Bu gibrirlanish orbitallari orasidagi burchak $180^\circ$ ni tashkil etadi, molekulaning fazodagi shakli chiziqli ko‘rinishda bo‘ladi.
36	Chiziqli ko‘rinishga ega bo‘lgan $sp$ – gibrirlanishli birikmalar	alkinlar, $CO_2$ , $BeCl_2$ , $Cu_2C_2$ , $BeF_2$ , $Ag_2C_2$ , $[Ag(NH_3)_2]Cl$ , $HCN$ , $BeBr_2$
37	$sp^3d^1$ — gibrirlanish	bitta s, 3 ta p va bitta d orbitallarning gibrirlanishi natijasida hosil bo‘ladi.
38	$sp^3d^1$ — gibrirlanish	Bu gibrirlanish orbitallari molekulalarining fazodagi shakli asosi kvadrat bo‘lgan prizma yoki uch yoqlama antiprizma ko‘rinishda bo‘ladi.
39	$sp^3d^1$ — gibrirlanishli birikmalar	$PCl_5$ , $PF_5$ , $Fe(CO)_5$ , $SF_4$ , $Cl_3F$ , $XeF_2$
40	$sp^3d^2$ –	bitta s, 3 ta p va 2 ta d orbitallarning gibrirlanishi

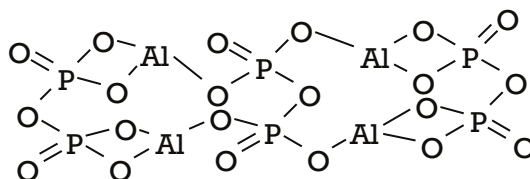
	gibridlanish	natijasida hosil bo‘ladi.
41	$sp^3d^2$ – gibridlanish	Bu gibrid orbitallarni molekularining fazodagi shakli oktaedrik ko‘rinishda bo‘ladi.
42	$sp^3d^2$ – gibridlanishli birikmalar	$[Fe(CN)_6]^{-3}$ , $[Fe(CN)_6]^{-4}$ , $[Cu(H_2O)_6]^{+2}$ , $[CoF_6]^{+3}$ , $[PF_6]$ , $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ , $[AlF_6]^{-3}$ , $[Fe(H_2O)_6]^{+3}$ , $XeF_4$ , $ClF_5$ , $SF_6$ .
43	$\sigma$ – bog‘lar	faqat gibridlangan orbitallardan hosil bo‘ladi.
44	$\pi$ – bog‘lar	s, p, d elektron orbitallar hisobiga hosil bo‘ladi.

### Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

**1-masala.** Alyuminiy pirofosfat molekulasida  $\delta$  va  $\pi$  bog‘lar sonini aniqlang.

A) 38; 6;    B) 36 ; 4;    C) 36 ; 6;    D) 35; 4.

**Yechish:**  $Al_4(P_2O_7)_3$  – alyuminiy pirofosfat tuzilish formulasini yozamiz va sigma va pi bog‘larni sanaymiz



Demak alyuminiy pirofosfat molekulasida 36 ta  $\delta$  va 6 ta  $\pi$  bog‘lar mavjud.

**2-masala.** Qutbsiz kovalent bog‘li molekular juftini ko‘rsating.

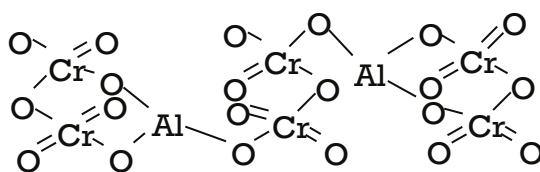
A)  $MgI_2$ ,  $SO_2$ ;    B)  $NaBr$ ,  $HBr$ ;    C)  $S_8$ ,  $F_2$ ;    D)  $HBr$ ,  $PH_3$  .

**Yechish:** Bu moddalardan  $S_8$  va  $F_2$ lar qutbsiz kovalent bo‘lanishga ega. Chunki moddalarda oltingugurt va fluorlar o‘z atomlari bilan birikkan. Bu moddalarda elektromanfiyliklar farqi “0” ga teng. Elektromanfiyliklar farqi “0” bo‘lsa, molekuladagi bog‘lanish qutbsiz bo‘ladi.

**3-masala.** Alyuminiy dixromat molekulasida  $\delta$  va  $\pi$  bog‘lar nechtdan bo‘ladi?

**Yechish:**  $Al_2(Cr_2O_7)_3$ ni tuzilish formulasini yozamiz va sigma va pi bog‘larni sanaymiz.

Demak, alyuminiy dixromat molekulasida 30 ta  $\delta$  va 12 ta  $\pi$  bog‘lar mavjud.



**4-masala.** Quyidagi birikmalarning qaysilari ionli bog‘lanishga ega?

1) seziy ftorid; 2) ammiak; 3) kaliy xlorid; 4) vodorod oksid; 5) kalsiy oksid; 6) oltingugurt (VI) oksid.

**Yechish.** Seziy ftorid CsF, kaliy xlorid KCl, kalsiy oksid CaO larda ion bog‘lanish mavjud. Chunki ularda elektrmanfiyliklar farqi 1,7 (2,0) dan katta moddalarda ion bog‘lanish bo‘ladi.

Seziy ftoridida Cs = 0,7; F = 4,1;  $4,1 - 0,7 = 3,3$ .

Kaliy xloridida K = 0,8; Cl = 3;  $3 - 0,8 = 2,2$ .

Kalsiy oksidida Ca = 1; O = 3,5;  $3,5 - 1 = 2,5$ .

Demak, bu uchala birikma ion bog‘lanishli bo‘ladi.

**5-masala.** Keltirilgan birikmalarning qaysi birida qutbli kovalent bog‘ eng kuchli ifodalangan:

A) vodorod xlorid;

B) vodorod oksid;

C) ammiak;

D) azot (II) oksid.

**Yechish.** Bu moddalarda elektrmanfiyliklar farqini aniqlash kerak.

Birinchi moddada Cl = 3,0; H = 2,1;  $3 - 2,1 = 0,9$ , farqi = 0,9.

Ikkinchi moddada O = 3,5; H = 2,1;  $3,5 - 2,1 = 1,4$ , farqi 1,4.

Uchinchi moddada N = 3,0; H = 2,1;  $3 - 2,1 = 0,9$ , farqi = 0,9.

To‘rtinchi moddada O = 3,5; N = 3;  $3,5 - 3 = 0,5$ , farqi = 0,5.

Demak, bu moddalar ichida vodorod oksidida (suv) kovalent bog‘ eng qutbli hisoblanadi.

**Mavzuga doir masalalar:**

1. Perxlorat kislotada molekulasida nechtadan  $\sigma$ - va  $\pi$ - bog‘lar bo‘ladi?

A) 10; 6; B) 5; 3; C) 4; 2; D) 8; 4.

2. Kaliy permanganat molekulasida nechtadan  $\sigma$ - va  $\pi$ - bog‘lar bo‘ladi?

A) 10; 6; B) 5; 3; C) 4; 2; D) 8; 4.

3. Stronsiy fosfat molekulasida nechtadan  $\sigma$ - va  $\pi$ - bog‘lar bo‘ladi?

A)21;3 B) 7;1 ; C) 14;2 ; D) 28;4.

4. Kalsiy fosfat molekulasida nechtdan  $\sigma$ - va  $\pi$ - bog'lar bo'ladi?

A) 7; 1; B) 21; 3; C) 14; 2; D) 28; 4.

5. Tarkibida 2 ta  $\pi$ - bog' bo'lgan molekullarni aniqlang. 1) azot; 2) kislorod; 3) metan; 4) oltingugurt (VI) oksid; 5) atsetilen; 6) karbonat angidrid. A) 1, 6; B) 3, 4 ; C) 2, 3, 4; D) 1, 5, 6.

6. Molekulasida ion bog'lanish mavjud bo'lgan oksidlarni ko'rsating.1) xrom (III) oksid; 2) seziiy oksid; 3) xlor (V) oksid; 4) oltingugurt (IV) oksid; 5) fosfor (V) oksid; 6) kalsiy oksid.

A) 4,5,6; B) 1,2,6; C) 3,4,5; D) 1,5,6.

7. Quyidagi moddalarni bog' qutbliligi ortib borish tartibida joylashtirilgan qatorini toping. 1)  $\text{CH}_4$ ; 2)  $\text{NH}_3$  ; 3)  $\text{H}_2\text{O}$ ; 4)  $\text{HF}$ . A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4; D) 3,2,4,1.

8. Quyidagi moddalarni bog' qutbliligi ortib borish tartibida joylashtirilgan qatorni toping. 1)  $\text{HCl}$ ; 2)  $\text{H}_2\text{S}$ ; 3)  $\text{PH}_3$ ; 4)  $\text{SiH}_4$ . A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4 ; D) 3,4,2,1.

### Nazorat savollari:

1. Ionlanish potentsiali. Elektronga moyillik. Elektrmanfiylik.
2. Molekulalarning tuzilishi va undagi bog'lanish turlari.
3. Kovalent va donor aktseptor bog'lanishlar.
4. Ion va metall bog'lanishlar.
5. Vodorod bog'lanish. Qutbli va qutbsiz molekullar.
6. Ion bog'lanish nima?
7. Ionlarning qutublanishini ayting
8. Qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalarga xos bo'lgan xususiyatlarni ayting.
9. .Qutbli kovalent bog'lanishli moddalarga xos bo'lgan xususiyatlarni ayting

### Mavzu yuzasidan test savollari

1.Elektromanfiyligi bir xil atomlar o'rtasidagi vujudga keladigan bog' qanday ataladi?

- A) Ion    B) Qutbsiz kovalent    C) Qutbli kovalent    D) Vodorod
2. Vodorod bog‘ni qaysi vodorod atomlari hosil qiladi?  
 A) \*  $N-H, O-H, F-H$     B)  $N-H, P-H, F-H$   
 C)  $N-H, As-H, O-H$     D)  $N-H, Na-H, O-H$
3. Tashqi qavatdagi elektronlarining konfiguratsiyasi  $2p^5$  va  $3s^1$  bo‘lgan element atomlar o‘zaro qanday bog‘ hosil qilishga moyil?  
 A) Donor-akseptor    B) Vodorod    C) Kovalent    D) Ion
4. Bir xil sharoitda (temperatura va bosimda) turli gazlarning teng hajmidagi molekullar soni barobar bo‘ladi. Bu qonunni kim topgan? A) Gey-Lyussak  
 B) Avogadro    C) Sharl    D) Boyl-Mariott
5. Atom tuzilishining planetar modelini tavsiya qilgan olim. A) Plank  
 B) Eynshteyn    C) Bor    D) Rezerford
6. Atom molekulyar ta‘limot asoschilari kim?  
 A) Lomonosov va Dalton    B) Bertole va Prust    C) Lavuaze va Sharl  
 D) Lomonosov va Lavuaze
7. Izotoplar nima?  
 A) Atom massalari turlicha yadro zaryadlari bir xil bo‘lgan atomlar  
 B) Atom massalari ham yadro zaryadlari ham turlicha bo‘lgan atomlar  
 C) Atom massalari bir xil, yadro zaryadlari turlicha bo‘lgan atomlar  
 D) Atom massalari ham yadro zaryadlari ham bir xil bo‘lgan atomlar
8. D.I. Mendeleev elementlarni klassifikatsiya qilishda ularning qaysi xossasini asos qilib oldi?  
 A) Zichligi    B) Valentligi    C) \* Atom massasi    D) Suyuqlanish temperaturasi
9. Ushbu  $E = mc^2$  massa bilan energiya orasidagi o‘zaro bog‘liqlik tenglamasini kim kashf qilgan?  
 A) Nyuton    B) Rezerford    C) Plank    D) Eynshteyn
10. Yadrodagı protonlar sonini nima belgilaydi?  
 A) Elementning atom massasi    B) Proton va elektronlar soni  
 C) Elektronlar soni    D) Elementning davriy sistemadagi tartib nomeri
11. Keltirilgan moddalar orasidan ichki molekulyar vodorod bog‘ hosil qiladiganini tanlang.

A)  $C_2H_5ONa$  B)  $CH_3NH_3Cl$  C)  $C_2H_5OH$

D)  $CH_2(OH)-CH_2NH_2$  E)  $NH_4OH$

12. Suv moddasida qaysi turdagi kimyoviy bog‘lar mavjud?

1. ionli 2. kovalent 3. qutbli kovalent 4. vodorodli

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 2,3 E) 3,4

13. Mis kuparosining formulasi  $[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$ . Shu moddaning xususiyatini aks ettiradi. Bu birikmada qanday bog‘lar mavjud? 1. ionli 2. kovalent 3. qutubli kovalent

14. donor- akseptor 5. metall 6. vodorod

A) 1,2,5,6 B) 1,3,4,5 C) 1,3,4,6 D) 2,3,5,6



#### *Taqdimot № 4*

### **V-BOB. Oddiy va murakkab moddalarning gaz, suyuq va qattiq holati. Kristall panjara turlari. Gaz qonunlari**

#### **5.1-§ Oddiy va murakkab moddalarning gaz, suyuq va qattiq holati.**

Molekulalarning orasidagi masofa va ta’sir kuchlarining qiymatiga qarab oddiy va murakkab moddalar tabiatda uch xil agregat holatlarida, ya’ni gaz, suyuq va qattiq, holatlarda bo‘ladi. Bu holatda moddalarning berilgan vaqtda mavjud bo‘lish yoki bo‘lmasligi harorat va tashqi bosimga bog‘liq.

Gazlar bir-biri bilan kam ta’sirlashuvchi yoki umuman ta’sirlashmaydigan molekulalardan iborat bo‘lgan moddadir. Ular ma’lum energiyaga ega bo‘lgan milliardlab gaz molekulalaridan iborat bo‘lgan va istalgan paytda to‘qnashishi va bir-biri bilan o‘zaro ta’sirda bo‘lishi mumkin.

➤ *Suyuq holat:*

---

bu oraliq holatdir, qaynash temperaturasi yaqinida suyuqliklarning xossalari bug‘ning xossalarga o‘xshaydi. Past haroratlarda, ya’ni suyuqlanish temperaturasi yaqin hollarda suyuqliklarga xos bo‘lgan tartiblilik, zichlik, elektr o‘tkazuvchanlik, siqiluvchanlik kabi xossalar qattiq holat xossasiga

yaqinlashadi. Suyuqliklarda metallardagi muvozanat holati yaqinidagi tebranma harakat modda zarrachalarining translyatsion (sakrab bo'sh joyga o'tish) harakati bilan almashadi.

---

Suyuqliklar uchun kritik harorat xosdir. Molekulalar orasidagi tortishish kuchlari o'zaro itarishish kuchlariga tenglashganda modda suyuq holatga o'tadi, bu ikkala kuch tenglashgan harorat kritik haroratdir.

$T \geq T_{\text{kritik}}$  bo'lgan hollarda modda suyuq xolatga o'tmaydi, chunki bunday hollarda moddaning suyuq holati bilan bug' (gaz) holati o'rta sidagi chegara yo'qolib, u bir fazali sistemaga aylanadi.  $T < T_{\text{kritik}}$  bo'lgan hollarda suyuqliklar siqiluvchanlik xossasiga ega bo'ladi.

Past haroratlarda aksariyat moddalar qattiq holatda mavjud bo'ladi.

➤ *Qattiq holatda:*

---

zarrachalar orasidagi masofani zarrachalarning o'lchamlari bilan taqqoslash mumkin, chunki o'rta cha tortishish potentsial energiyasi zarrachalarning o'rta cha kinetik energiyasidan katta bo'ladi

---

$$E_{\text{yM}} = \left( U + \frac{mv^2}{2} \right) < 0 \quad |U| > \frac{mv^2}{2}$$

Bu yerda:  $U$  – potentsial energiya;  $\frac{mv^2}{2}$  - kinetik energiya.

Zarrachalar o'rta sida ta'sir qilayotgan tortishuv kuchi ularni muvozanat masofasi yaqinida ushlab turadi. Qattiq agregat holatda molekulalararo tortishuv kuchlari juda yuqori bo'lganligidan zarrachalarning joylashishi kuchli tartibga bo'ysunadi. Qattiq moddalarning kristall panjaralarida panjara uchlarida turgan har bir ion, atom yoki molekula amplitudasi uncha katta bo'lmagan tebranma harakatda bo'ladi, ular aylanma harakatda bo'la olmaganligi sababli panjara uchlaridan uzoqqa siljiy olmaydi.

Zarrachalarning tebranma issiqlik energiyasi zarrachalar orasidagi tortishish energiyasidan kichik bo‘ladi.

### **5.2-§ Modda miqdori – mol. Gaz holatining umumiy xarakteristikasi. Gazlarning zichligi, nisbiy zichligi va molyar hajmi. Avogadro soni.**

Modda miqdori – mol. Ma’lumki, 1971 yildan miqdorining o‘lchov birligi sifatida "mol" qabul qilindi. Shunga ko‘ra atom va molekula og‘irligining hozirgi zamon ifodasi quyidagicha: 1 mol atom yoki "1 mol" molekulaning grammalarda ifodalangan og‘irligi atom og‘irligi yoki molekulyar og‘irlik deyiladi.

Har qanday moddaning "1 mol" atomida  $(6,022048 = 0,000031) \cdot 10^{23}$  ta atom, molekulasida esa  $(6,022045 = 0,000031) \cdot 10^{23}$  ta molekula bor. Bu Avogadro soni deyiladi va  $N_A$  bilan belgilanadi.

Ma’lumki, moddalar bir turdagi yoki ko‘p turdagi element atomlaridan iborat ekanligi yuqorida aytilgan edi. Shunga asoslanib moddalar turini ko‘rib chiqamiz.

Agar modda molekulasi bir xil element atomlaridan iborat bo‘lsa, bu - oddiy modda deyiladi:  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ , Na, Fe, Cu,  $O_3$ , S va hokazo.

Ikki yoki undan ortiq turdagi elementlar atomlaridan iborat bo‘lsa, murakkab modda deyiladi ( $H_2O$ , HCl,  $NH_3$ ,  $NH_4Cl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ). Murakkab moddalar anorganik va organik moddalarga bo‘linadi. O‘z navbatida anorganik moddalar - oksidlar, gidrooksidlar, kislotalar, tuzlarga bo‘linadi. Mavzuning bu qismi amaliy mashg‘ulotlarda o‘rganiladi. Kimy fanini mustaqil o‘rganishda, moddalarning formulalarini va reaksiya tenglamalarini tuzishda xatolarga yo‘l qo‘ymaslik uchun valentlik tushunchasini yaxshi bilish kerak.

### **Gaz holatining umumiy xarakteristikasi. Gazlarning zichligi, nisbiy zichligi va molyar hajmi. Avogadro soni.**

Haqiqiy gazni aniq tasvirlab berish qiyin bo‘lgani sababli, ideal gaz tushunchasini haqiqiy gazlarni modellashtirish va o‘rganishga yordam beradigan yaqinlashish sifatida fanga kiritilgan.

➤ *Gaz holati:*



---

Moddalar agregat holatining eng oddiy holatidir. *Газ ҳолатида* molekulalar orasidagi masofa ( $l$ ) molekulalarning o'lchami ( $r$ ) ga nisbatan juda katta ( $l \gg r$ ) va ular orasidagi yuzaga keladigan tortishish kuchlari juda kam bo'lgan holatdir. Gazsimon holatda molekulalarning kinetik energiyasi yuqori bo'lib, ular siyrak va ayni vaqtda betartib joylashadi. Ular orasidagi masofani kamaytirish hisobiga, ya'ni yuqori bosimda (siqish) va haroratni pasaytirish bilan gazlarni suyuq holatga aylantirish mumkin.

---

➤ Avogadro qonuni:

---

gazsimon moddalarga tegishli bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi: Bir xil sharoit (bir xil bosim va temperatura) da teng xajmdagi turli gazlarda molekulalar soni teng bo'ladi.

---

Bu qonunda quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

a) Gazsimon oddiy moddalarning molekulasi ikki atomdan iborat:  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$ ,  $N_2$ ,  $Br_2$ ,  $J_2$ ; Inert gazlar He, Ne, Ar, Xe, Rh - bir atomdan iboratdir.

b) Normal sharoitda ( $T = 273 \text{ K}$  yoki  $t = 0^\circ\text{C}$ ;  $R = 101,325 \text{ kPa}$ ) har qanday gazning "1 mol"i 22,4 litr hajmni egallaydi. Bu gazlarning molyar xajmi deyiladi.  $V_{\text{molyar}} = 22,4 \text{ l/mol}$  holida ifodalanadi.

v) Gazsimon moddaning hajmi va miqdori (mol) shu gaz tarkibidagi elementar zarracha (atom yoki molekulalar) soni  $N_A$  - Avogadro soni bilan bog'likdir. 1 mol gazda  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  ta zarracha bor, boshqacha aytganda shuncha molekula normal sharoitda (n.sh.) = 22,4 litr hajmni egallaydi.

Quyidagi misollarda buni yanada osonroq tushunish mumkin: 1 mol  $O_2$  normal sharoitda 32 g/mol og'irlikka ega bo'lib, u 22,4 litr/mol hajmni egallaydi, chunki tarkibida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula bor. 0,5 mol  $CO_2$  22 g og'irlikka ega, uning hajmi  $V = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2$  litrga teng. Bu miqdor gaz tarkibidagi molekulalar soni:  $N = 0,5 \cdot N_A = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{23}$  ta.

Gaz holatidagi moddalarning "mol" miqdori ( $n$ ), hajmi ( $V$ ) massasi ( $m$ ), molekulyar massasi ( $M$ ), bosimi ( $P$ ), temperaturasi ( $T$ ) o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlarni bilish talab etilganda Avogadro qonunidan kelib chiquvchi xulosalar bilan birlikda Mendeleev - Klaypeyron va gazlarning xolat tenglamalaridan foydalaniladi.

➤ *Mendeleev - Klayperon tenglamasi:*

---

Har qanday sharoitda "1 mol" gaz uchun:  $PV = nRT$  holida bo'lib, bu  $n = 1$  mol bo'lgan hollarda  $PV = RT$  holida yoziladi. Agar moddaning "mol"lar soni -  $n$ , massasi -  $m$  va molekulyar massasi -  $M$  ni e'tiborga olsak:  $n = m/M$  bo'lib, buni yukoridagi tenglamaga kuysak:

$$P \cdot V = \frac{m}{M} R \cdot T \text{ bo'ladi.}$$

---

Bu formuladan foydalanib gazlarning massasi, molekulyar massasi, hajmi, bosimi kabi kattaliklarni hisoblab topiladi. Ma'lumki, gazlarning umumlashgan holat tenglamasi:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T} \text{ mavjud.}$$

Bu formuladan foydalanib biror real sharoitdagi ( $P$ ,  $T$ )  $V$  sig'imli gazning normal sharoitdagi hajmi (bosimi, temperaturasi)  $V_0$  ni (yoki aksincha) hisoblab topiladi:  $V_0 = P \cdot V \cdot T_0 / T \cdot P_0$ . Bu gaz hajmini normal sharoitga keltirish formulasi deb ham aytiladi.

### **5.3- §. Ma'lum gazlarning tarkibi berilgan aralashmasining molyar massasini topish**

Gaz aralashmasining o'rtacha molyar massasi bu aralashmani tashkil etuvchi gazlarning molyar massalari va ularning hajmli fraksiyalari asosida hisoblanadi.

$$\mu = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$

**Misol 1.** Havodagi azot, kislorod va argonning miqdori (hajmda foizda) 78, 21 va 1 deb faraz qilsak, havoning oʻrta cha molyar massasini hisoblang.

**Yechim.**

$$M_{\text{havo}} = 0,78 \cdot M_r(\text{N}_2) + 0,21 \cdot M_r(\text{O}_2) + 0,01 \cdot M_r(\text{Ar}) = 0,78 \cdot 28 + 0,21 \cdot 32 + 0,01 \cdot 40 \\ = 21,84 + 6,72 + 0,40 = 28,96$$

Yoki taxminan 29 g / mol.

**Misol 2.** Gaz aralashmasi normal sharoitda oʻlchangan 12 l NH<sub>3</sub>, 5 l N<sub>2</sub> va 3 l H<sub>2</sub> ni oʻz ichiga oladi. Bu aralashmadagi gazlarning hajmli ulushini va uning oʻrta cha molyar massasini hisoblang.

**Yechim.** Gaz aralashmasining umumiy hajmi  $V = 12 + 5 + 3 = 20$  litr. J gazlarining hajmli ulushlari teng boʻladi:

$$g(\text{NH}_3) = 12:20 = 0,6; \quad g(\text{N}_2) = 5:20 = 0,25; \quad \varphi(\text{H}_2) = 3:20 = 0,15.$$

Oʻrta cha molyar massa bu aralashmani tashkil etuvchi gazlarning hajmli ulushlari va ularning molekulyar ogʻirliklari asosida hisoblanadi:

$$M = 0,6 \cdot M(\text{NH}_3) + 0,25 \cdot M(\text{N}_2) + 0,15 \cdot M(\text{H}_2) = 0,6 \cdot 17 + 0,25 \cdot 28 + 0,15 \cdot 2 = 17,5.$$

#### 5.4- §. Ideal gazning holat tenglamasi va undan foydalanish yoʻllari.

##### Ideal gaz qonunlari

Gazlarning holati bosim ( $P$ ), hajm ( $V$ ) va harorat ( $T$ ) kabi parametrlar bilan tavsiflanadi. Bu parametrlarni oʻzaro bogʻlanishining matematik ifodasi gazlarning holat tenglamasidir:  $PV = nRT$  Mendeleev-Klapeyron tenglamasi ideal gazning holat tenglamasi boʻlib, bu tenglamadan foydalanib, gazlarning barcha parametrlarini hisoblash mumkin.

Ideal gaz atamasi quyidagi bir necha qoidalarga boʻysunadigan molekullardan tashkil topgan faraziy gazni anglatadi:

**Ideal gaz molekulari o‘zaro ta’sirlashmaydi.** Ta’sir faqatgina gaz molekulari o‘zaro yoki devor molekulari bilan elastik to‘qnashganda kuzatiladi.

**1. Ideal gaz molekulari moddiy nuqta deb qaraladi.** Gaz molekular jamlanmasi bo‘lgani sababli hajmga ega, biroq molekular moddiy nuqta bo‘lib, hajmga ega emas.

Agar gazning bosimi juda yuqori (masalan, atmosfera bosimidan yuzlab barobar katta) yoki temperaturasi juda past (masalan, -200 C) bo‘lsa, unda ideal gaz qonunidan sezilarli chetlashishlar kuzatiladi.

Gazlar tekshirish uchun eng oddiy ob’jekt bo‘lganligi sababli, ularning xossalari va gazzimon moddalar orasidagi reaksiyalar eng to‘liq o‘rganilgan.

➤ Fransuz olimi J.L.Gey-Lyussak hajmiy nisbatlar qonunini aniqladi:

---

**Reaksiyaga kirishayotgan gazlarning hajmlari bir xil sharoitda (temperatura va bosimda) bir-biriga oddiy butun sonlar nisbatida bo‘ladi.**

---

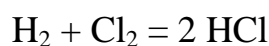
Masalan, 1 l xlor 1 l vodorod bilan birikib, 2 l vodorod xlorid hosil qiladi; 2 l oltingugurt (IV) oksid 1 l kislorod bilan birikib, 2 l oltingugurt (VI) oksid hosil qiladi.

Bu qonun Italiya olimi A.Avogadroga oddiy gazlarning (vodorod, kislorod, azot, xlor va boshqalar) molekulari ikkita bir xil atomlardan tarkib topgan, deb taxmin qilishga imkon berdi. Vodorod bilan xlorning birikishida ularning molekulari atomlarga ajraladi va bu atomlar vodorod xlorid molekularini hosil qiladi.

Lekin vodorodning bitta molekulasidan xlorning bitta molekulasidan ikki molekula vodorod xlorid hosil bo‘lgani uchun uning hajmi boshlang‘ich gazlar hajmlarining yig‘indisiga teng bo‘lishi kerak, ya’ni

$$\frac{H}{H} + \frac{Cl}{Cl} = 2 \frac{H}{Cl}$$

yoki



Shunday qilib, agar oddiy gazlarning molekulari ikki atomli boladi (H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> va boshqalar), degan tasavvurga asoslansak, hajmiy nisbatlarni oson tushuntirish mumkin. Bu esa, o'z navbatida, shu moddalar molekularining ikki atomli ekanligining isboti boladi.

Gazlarning xossalari o'rganish A. Avogadroga gipoteza aytishga imkon berdi, keyinchalik bu gipoteza tajriba ma'lumotlari bilan tasdiqlandi va shu sababli *Avogadro qonuni* deb atala boshlandi:

**bir xil sharoitda (harorat va bosimda) turli gazlarning teng hajmlarida molekular soni bir xil bo'ladi.**

Avogadro qonunidan muhim xulosa kelib chiqadi: bir xil sharoitda istalgan gazning 1 moli bir xil hajmni egallaydi. Agar 1 l gazning massasi ma'lum bo'lsa, bu hajmni hisoblab topish mumkin. Normal sharoitda, ya'ni 273 K (0°C) temperatura va 101325 Pa bosimda 1 l vodorodning massasi 0,09 g ga, uning molyar massasi  $1,008 \cdot 2 = 2,016$  g/mol ga teng. U holda 1 mol vodorod egallagan hajm quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{2.016 \text{ g/mol}}{0.09 \text{ g/mol}} = 22.4 \text{ l/mol}$$

Xuddi o'sha sharoitda 1 l kislorodning massasi 1.429 g; molyar massasi 32 g/mol. U holda hajmi quyidagiga teng:

$$\frac{32 \text{ g/mol}}{1.429 \text{ g/mol}} = 22.4 \text{ l/mol}$$

Demak,

***Normal sharoitda turli gazlarning 1 moli 22,4 l ga teng hajmni egallaydi.***

***Bu hajm gazning molyar hajmi deyiladi.***

Gazning molyar hajmi — bu modda hajmining shu moddaning miqdoriga nisbatidir.

$$V_m = \frac{V}{n}$$

bunda  $V_m$  — gazning molyar hajmi (o'lcham birligi m<sup>3</sup>/mol yoki l/mol);  $V$ —

sistemadagi moddaning hajmi;  $n$  - sistemadagi moddaning miqdori.

1860-yilda kimyogarlarning Karlsruedagi Xalqaro syezdida Avogadro ta'limoti olimlar tomonidan e'tirof etildi. Syezd atom – molekular ta'limotning rivojlanishiga kuchli turtki bo'ldi. Lekin hu ta'limot D. I. Mendeleev kimyoviy qonunlarining davriy qonunini kashf etgandan keyin, ayniqsa tez rivojlandi.

Avogadro qonuni asosida gazsimon moddalarning molyar massalari aniqlanadi. Gaz molekularlarining massasi qancha katta bo'lsa, bir xil hajmdagi gazning massasi shuncha katta bo'ladi. Gazlarning teng hajmlarida bir xil sharoitda molekular soni, binobarin, gazlarning mollar soni bir xil bo'ladi. Gazlarning teng hajmlari massalarining nisbati ularning molyar massalarining nisbatiga teng:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

bunda:  $m_1$ - birinchi gaz muayyan hajmining massasi,  $m_2$ - ikkinchi gaz xuddi shunday hajmining massasi,  $M_1$  va  $M_2$  - birinchi va ikkinchi gazning molyar massalari.

**Bir gaz muayyan massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz (o'sha sharoitlarda olingan) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan *zichligi* deyiladi va **D** harfi bilan belgilanadi:**

$$\frac{M_1}{M_2} = D \quad \text{bundan } M_1 = M_2 D$$

Odatda, gazning zichligi eng yengil gaz - vodorodga nisbatan aniqlanadi ( $D_{H_2}$  bilan belgilanadi). Vodorodning molyar massasi 2,016 g/molga yoki taqriban 2 g/molga teng. Shu sababli quyidagini olamiz:

$$M = 2 D_{H_2}$$

Moddaning gaz holatidagi molyar massasi uning vodorod bo'yicha zichligining ikkiga ko'paytirilganiga teng. Ko'pincha, gazning zichligi havoga nisbatan aniqlanadi. Havo gazlar aralashmasi bo'lsa ham har holda uning o'rta cha molekular massasi bor, deyiladi. Bu massa 29 g/molga teng. Bu holda molyar massa ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$M = 2 D_h$$

Gazsimon moddalar bilan bog'liq hisoblashlarga doir kimyoviy masalalarni

yechish uchun ko‘pincha maktab fizika kursida o‘rganiladigan gaz qonunlaridan foydalanishga to‘g‘ri keladi. Ularni bu yerda batafsil ko‘rib o‘tirmay, ta‘riflarini va hisoblashlar uchun zaruriy formulalarni keltirish bilan kifoyalanamiz.

**Boyl-Mariott qonuni:** Uni fizik Robert Boyl (1662) va fizik va botanik Edme Mariotte (1676) mustaqil ravishda shakllantirishgan.



Robert Boyl

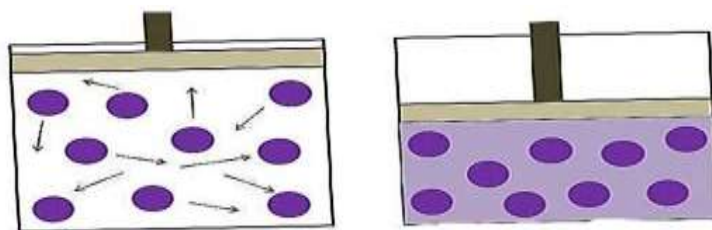


Edme Mariotte

**Robert Boyle** (1627.25.1, Lismor, Irlandiya — 1691.31.12, London) — ingliz kimyogari va fizigi. London Qirollik jamiyati ta‘sischilaridan biri. Kimyoviy elementning ilmiy ta‘rifini bergan, kimyoga eksperimental usulni kiritgan, kimyoviy analizga asos solgan. Kimyoning fan sifatida shakllanishiga katta hissa qo‘shgan. Boyl "Kimyoskeptik" kitobida kimyo asl bo‘lmagan metallarni oltinga aylantirish, shuningdek dorilar tayyorlash usullarini izlash bilan emas, balki mustaqil fan bo‘lishi kerak, deb aytadi. Gaz qonunlaridan biri (Boyl — Mariott qonuni)na yaratgan (1662). Yorug‘lik, elektr, issiqlik, akustik hodisalarni tadqiq qilish bilan ham shug‘ullangan. Boyl dunyoqarashi qarama-qarshiliklardan xoli bo‘lmagan; falsafada idealizmga moyil bo‘lgan.

**MARIOTT (Mariotte) Edme** (1620, Dijon — 1684.12.5, Parij) — fransuz fizigi, Parij FA asoschilaridan biri va birinchi a‘zolaridan (1666 yildan). Dijon yaqinidagi erkaklar monastiri boshlig‘i. Ilmiy ishlari gaz va suyuqliklar mexanikasi, optika va issiqlik masalalariga oid. R. Boyyalai mustaqil tarzda 1676 yilda berilgan gaz massasi hajmining bosimga nisbatan teskari proporsional ravishda o‘zgarish qonuni. Bu qonunni birinchi bo‘lib joyning balandligini barometrnig ko‘rsatishi bo‘yicha aniqlashda qo‘lladi. Oqib chiqayotgan suyuqlikning tezligini ifodalaydigan E. Torichelli taklif qilgan formulani tajribada tasdikladi. Ranglarni, xususan, Quyosh va Oy atrofidagi rangli xalqalarni o‘rgandi. Ko‘z pardasidagi ko‘r dog‘ni birinchi bo‘lib bayon qilgan.

**Berilgan miqdordagi gazning o'zgarmas haroratdagi hajmi shu gazning bosimiga teskari proporsionaldir.**



Bundan

$$pV = \text{const},$$

yoki,

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

bu yerda;  $p$  – bosim,  $V$  - gazning hajmi



Gey-Lyussak

Jozef Lui Gey-Lyussak - frantsuz kimyogari va fizigi, 1778 yil 6-dekabrda, Frantsiyaning Sent-Leonard-de-Noble shahrida tug'ilgan. 1800 yilda parijdagi oliy Politexnika maktabini bitirgan va 1808-1832 yilda shu erda kimyogar professor lavozimida hamda bir vaqtning o'zida Sorbonna universitetining fizika sohasi professori lavozimida faoliyat oliyub borgan. Frantsiya Fanlar akademiyasining a'zosi va keyinchalik akademiyaning prezidenti bo'lgan.. Gey-Lyussak franciya kimyogar olimi Klod Lui Bertollening shogirdi bo'lib, u bor elementini kashf qilgan. Shuningdek, gazlarning xajmiy nisbatlari to'g'risidagi qonunini, bug'ning zichligini aniqlash usulini ishlab chiqilgan (1811). Oksalat kislotani sanoat miqyosida olish texnologiyaini yaratish bilan, bir qator asboblarni (gidrometr, termometr, , ko'chma simob sifonli barometri va boshq.) ixtiro qilgan.

**Gey-Lyussak qonuni: O'zgarmas bosimda gaz hajmining o'zgarishi temperaturaga to'g'ri proporsional, ya'ni**

$$VT = \text{const}, \text{ yoki,}$$



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

bu yerda  $T$ -temperatura, K (Kelvin) hisobida.

### **5.5- §. Gazlarning parsial bosimi. Dalton qonuni**

Tabiatda va texnikada biz ko‘pincha bitta toza gaz bilan emas, balki bir nechta gaz aralashmasi bilan ham tez-tez

muomala qilamiz. Masalan, havo azot, kislorod, argon, karbonat angidrid va boshqa gazlarning aralashmasidir. Gaz aralashmasining bosimi nimaga bog‘liq. 1801 yilda Jon Dalton buni o‘rnatdi: bir nechta gazlar aralashmasining bosimi aralashmani tashkil etuvchi barcha gazlarning qisman bosimlari yig‘indisiga teng Dalton qonuni aralashmadagi har bir gazning qisman bosimi, agar u gazning butun hajmini bir xil haroratda egallagan bo‘lsa, shu gazning bir xil massasi tomonidan hosil bo‘ladigan bosimdir.

Dalton qonuni (ideal) gazlar aralashmasining bosimi bu aralashmaning tarkibiy qismlarining qisman bosimlari yig‘indisidir (tarkibiy qismning qisman bosimi - bu komponent o‘zi aralashma egallagan maydonni egallagan taqdirda ko‘rsatadigan bosim). Ushbu qonun har bir tarkibiy qismga boshqa tarkibiy qismlarning mavjudligi ta'sir qilmasligini va aralashmaning tarkibidagi xususiyatlarning o‘zgarmaganligini ko‘rsatadi.

#### **Daltonning ikkita qonuni:**

1-qonun. Gazlar aralashmasining bosimi ularning qisman bosimlari yig‘indisiga teng. Bundan kelib chiqadiki, gaz aralashmasi tarkibiy qismining qisman bosimi aralashmaning bosimining ushbu komponentning molyar qismi bilan ko‘paytmasiga teng.

2-qonun. Gaz aralashmasi tarkibiy qismining ma'lum bir suyuqlikda doimiy haroratda eruvchanligi ushbu komponentning qisman bosimiga mutanosib va aralashmaning bosimi va boshqa komponentlarning tabiatiga bog‘liq emas.

Qonunlar 1801 va 1803 yillarda J. Dalton resp tomonidan ishlab chiqilgan.

Turli gazlar bir-biri bilan har qanday nisbatda aralashadi. Bunda har bir gaz o'zining parsial bosimi bilan tasniflanadi. Aralashmadagi alohida gazning parsial bosimi deganda, shu gazning bir o'zi aralashma hajmiga teng hajmini egallaganda hosil qiladigan bosimiga aytiladi. Aralashmaning bosimi (P) shu aralashmani hosil qilgan alohida gazlarning parsial bosimlari yig'indisiga teng:

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

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

$$P_{\text{umum}} = P_{\text{N}} + P_{\text{O}} + P_{\text{suv}} \quad P_{\text{N}} = P_{\text{umum}} - (P_{\text{suv}} + P_{\text{O}})$$

Aralashmadagi har bir gazning qisman bosimi, agar u aralashmaning butun hajmini bir xil haroratda egallagan bo'lsa, shu gazning bir xil massasi tomonidan hosil bo'ladigan bosimdir.

### **5.6- §. Real gazlar. Van-der-Vaals tenglamasi to'g'risida tushuncha**

Mendeleyev - Klapeyron tenglamasi ideal gaz holatini ifodalaydi. Bunday gazning molekulalarini bir - biri bilan ta'sirlashmaydigan material nuqtalar deb qarash mumkin. Lekin real gazlarning molekulalari, kichik bo'lsada, ma'lum hajmga ega bo'ladilar va ular o'zaro kichik kuchlar bilan bog'langanlar. Kichik haroratlarda yoki yuqori bosmlarda (molekulalar bir - biriga yaqin turganda) ularning hajmlari va ular orasidagi ta'sir kuchlari rol o'ynayboshlaydi. Bunda ideal gaz tenglamasi ishlamay qoladi.



Yoxannes Diderik van der Vaals (1837-1923) Gollandiyalik fizik, olim. Dastlab, u real gazning holati va harakatini katta aniqlik bilan hisoblash imkoniyatini beruvchi Van der Vaals tenglamasining muallifi sifatida tanilgan. Niderlandiya Qirollik Fanlar Akademiyasi a'zosi, 1896-1912 yillarda shu akademiyada kotib lavozimida faoliyat olib borgan. 1910 yilda fizika fani sohasidagi yutuqlari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan.

Real gazning holatini ifodalash uchun Van - der - Vaals 1873 yilda Mendeleev - Klapeyron tenglamasiga molekullarning hajmini va ular oʻrta sidagi tortishish kuchlarini hisobga oladigan hadlarni kiritdi. Bir mol gaz uchun u quyidagicha koʻrinishga ega:

$$\left( P + \frac{a}{V_{\mu}^2} \right) \cdot (V_{\mu} - b) = RT \quad (5.6.1.)$$

Bu yerda  $\frac{a}{V_{\mu}^2}$  - ichki bosimni bildiradi,  $a$  - konstanta,  $b$  - 1 mol molekullarning hajmlari, yigʻindisi, bunda molekullar oʻrta sidagi tirqishlar ham kiradi  $V_{\mu}$  - molekullar harakat qilayotgan hajm yoki gaz joylashgan idish hajmi.

Istalgan massa uchun Van - der - Vaals tenglamasi bunday:

$$\left( P + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left( V - \frac{m}{\mu} b \right) = \frac{m}{\mu} RT \quad (5.6.2.)$$

$\mu$  - 1 mol gazning massasi.

(5.6.2.) formuladan  $P$  ideal gaz joylashgan idish devorlarining gazga berayotgan tashqi bosimni bildiradi. Molekullarning oʻzaro tortishish kuchlari esa gazni siquvchi qoʻshimcha sabab boʻlib, ular ichki bosim  $P$  ning paydo boʻlishiga olib keladi. hisoblashlar shuni koʻrsatadiki, hosil boʻladigan qoʻshimcha bosim gaz

hajmining kvadratiga teskari proporsional ekan. Bir mol gaz uchun  $P' = \frac{a}{V_{\mu}^2}$  boʻlsa

( $a$  proporsionallik koeffitsiyenti), istalgan  $m$  massa uchun  $P' = \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2}$  boʻladi. Natijaviy bosim esa shu ikkala bosim  $P$  va  $P'$  larning yigʻindisiga teng boʻladi.

(5.6.1.) formuladagi  $V_{\mu}$  bir kilomol gazning egallagan hajmdir, boshqacha aytganda, gaz joylashgan idishning hajmi. Real gazda shu hajmning  $b$  ga teng qismlarini molekullarning oʻzi egallaydi, shuning uchun ularning harakati uchun

qoladigan hajm  $V_{\mu} = b$  ga teng bo‘ladi. Bundan ko‘rinib turibdiki, agar molekullarning hajmi  $b$  idish hajmi  $V_{\mu}$  teng bo‘lib qolsa, ular hech qanday harakat qilaolmagan bo‘lar edilar.

Agar (5.6.1.) formulani matematika nuqtai nazaridan normal ko‘rinishga keltirsak, u quyidagicha yoziladi.

$$PV_{\mu}^3 - (Pb + RT)V_{\mu}^2 + aV_{\mu} - ab = 0 \quad (5.6.3.)$$

Demak, Van - der - Waals tenglamasi  $V_{\mu}$  ga nisbatan uchunchi darajali tenglama ekan. har xil temperaturalar uchun  $P$  ning  $V_{\mu}$  ga bog‘liqligi Van - der - Waals izotermalari deyiladi va ular 5.6.1- rasmda ko‘rsatilgan.

Ko‘rinib turibdiki,  $T < T_k$  larda grafik to‘lqinsimon (minimum va maksimumlari bor) sohaga ega. Bu sohada  $P$  ning bitta qiymati uchun hajmning uchta  $V'_{\mu}, V''_{\mu}, V'''_{\mu}$  har xil qiymatga egalari to‘g‘ri keladi.  $T > T_k$  uchun esa hajmning bitta qiymati uchun bosimning bitta qiymati to‘g‘ri keladi.

Ma'lumki, uchunchi darajali tenglamaning yoki uchta haqiqiy yechimi bo‘ladi, yoki bitta haqiqiy va ikkita mavhum yechim bo‘ladi. Ko‘rinib turibdiki birinchi hol uchun bosimning bitta  $P_1$  qiymati uchun hajmning  $V'_{\mu}, V''_{\mu}, V'''_{\mu}$  qiymatlari to‘g‘ri keladi, ikkinchi hol uchun esa yuqori temperatura izotermasida bitta  $P$  qiymati uchun bitta  $V^x_{\mu}$  qiymati to‘g‘ri keladi.

Amalda Van - der - Waals izotermalarining bunday ko‘rinishini qanday tekshirib ko‘rishi mumkin? Bunday tekshirishni 1869 yilda Van - der - Waals o‘z tenglamasini chiqarmasdan avval, Endryus degan olim bajargan. Tajriba sxemasi 12.2-rasmda ko‘rsatilgan. Porshen tagiga 1 mol  $CO_2$  gazi kiritiladi. Gazning bosmi va hajmi monometr  $M$  va  $N$  shkala yordamida o‘lchanadi. Germetik ravishda yopilgan shisha deraza  $D$  orqali silindr ichidagi gaz kuzatilishi mumkin. Silindr termostatga o‘rnatiladi. Agar gazni 310S dan yuqori temperaturada siqilsa porshen tagiga ko‘zga ko‘rinadigan hech qanday voqea yuz bermaydi. Agar siqish

+310C dan past temperaturada amalga oshirilsa, u holda hajm ma'lum qiymatga erishganda porshen tagida suyuqlik tomchilari (tuman) paydo bo'ladi, va silindrning devoriga o'tiraboshlaydi. Provardida silindr butunlay suyuqlikka to'lib ketadi. Gazning suyuqlikka aylanishi o'zgarmas bosmda yuz beradi.

Demak, ekspremental izotermalarning gorizontal qismi («platasi») gazning suyuqlikka aylanishi jarayoning anglatadi. Platada suyuqlik va gaz birgalikda «yashaydi»,  $V'_\mu$  va  $V''_\mu$  oralig'ida hajm  $V'_\mu$  dan kichik bo'lganda CO<sub>2</sub> gazning hammasi suyuqlikka aylangan bo'ladi.

Nazariy, ham amaliy izotermalarni solishtirsak ular bir - biriga o'xshash ekanligini ko'rish mumkin, faqat bitta farqi shu yerdaki, gazning suyuqlikka aylanishi Endryus izotermasida platada yuz beradi, Van - der - Vaals izotermasida - to'lqinsimon uchastkada.

Endryus tajribasi shuni ko'rsatadiki, har qanday gaz suyuqlikka faqat shu gazga hos bulgan ma'lum temperatura  $T_k$  dan past temperaturada aylantirishi mumkin. Agar gaz temperaturasi  $T_k$  dan yuqori bo'lsa, uni hech qanday bosm ostida ham suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi. Bu  $T_k$  temperaturani kritik temperatura deb ataladi. Rasmda K nuqta kritik nuqta deb ataladi, bu nuqtada tegishli holat, hajim kritik hajm va bosim kritik bosim deb ataladi.

Misol:

Modda	Kritik temperatura (0C)	Kritik bosm (atm)
Suv	+374	218
Uglekislota (CO <sub>2</sub> )	+31	73
Kislorod	- 119	50
Azot	- 147	34
Vodorod	- 240	13
Geliy	- 268	2,3

Real gazlarning ichki energiyasi. Joule-Tomson effekti. Texnikada gazlarni suyultirish uchun musbat Joule - Tomson effektiga asoslangan Linde mashinasi ishlatiladi. Joule - Tomson effektining 2 hili bor:

1. Boshlang'ich past temperaturada hamma gazlar kengayganda soviydi (musbat Joule - Tomson effekti).
2. Boshlang'ich yuqori temperaturada hamma gazlar kengayganda isiydilar (manfiy Joule - Tomson effekti).

Bu effektini real gaz ichki energiyasi nuqtai nazaridan tahlil qilamiz. Real gazlar ichki energiyasi molekulalarning kinetik va potentsial energiyalari yig'indisidan iborat: Agar gaz tashqi ish bajarmasdan kengaysa va tashqi muhit bilan issiqlik almashmasa, uning ichki energiyasi o'zgarmay qolish kerak.

$$W = W_k + W_{\Pi} = const \quad (5.6.4.)$$

1. Boshlang'ich kichik temperaturada molekulalar o'rta sidagi o'rta cha masofa  $r$  tortishish kuchlari maksimal bo'ladigan masofa  $r_m$  dan kichik bo'ladi. Shuning uchun gaz kengayganda ular o'rta sidagi masofa oshadi, demak tortishish kuchlari  $r$  oshadi va potentsial energiyasi ham oshadi. (5.6.4.) formulaga binoan  $W_{\Pi}$  oshsa  $W_k$  kamayish kerak, demak T kamayadi (yoki gaz soviydi).
2. Agar boshlang'ich temperaturasi yuqori bo'lsa  $r > r_m$  bo'ladi, gaz kengaysa  $r$  yanada oshadi, tortishish kuchi kamayadi, demak potentsial energiya kamayadi, kinetik energiya  $W_{\Pi}$  oshadi, bu esa T oshganini bildiradi (gaz isiydi).

### **Molekulalararo dispersion, polyarizatsion va orientatsion ta'sirlar**

#### **to'g'risida tushuncha**

Atomlar orasidagi kabi, istalgan ikkita molekula orasida ham molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari deb nomlanuvchi elektr kuchlari ta'sir qiladi. Molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari ko'pincha Van-der-Vaals kuchlari deb ham ataladi. Ular modda agregat xolatining o'zgarishini, adsorbtsiya xodisasini tushintiradi va fazalar bo'linish chegarasida yuz beruvchi jarayonlarda asosiy rol o'ynaydi. Molekulalararo kuchlar elektrostatik tabiatga ega. Ular tortishish va itarishish

kuchlaridan iborat. Itarishish har xil molekulalarning elektron qobiqlarining o‘zaro ta’siri bilan aniqlanadi, tortishish esa ularning dipol momenti va qutblanuvchanligiga bog‘liqdir. Molekulalararo kuchlar qisqa ta’sirlashuvchi kuchlar hisoblanadi va zarrachalar orasidagi masofaning oshishi bilan tortishishga nisbatan itarishish tez kamayadi. Bir xil tabiatga ega bo‘lgan molekulalararo kuchlarining ta’siriga qarab uch guruhga ajratilgan: 1. Orientatsion 2. Induksion 3. Dispersion Endi bu kuchlar ustida to‘xtalib o‘tamiz. Orientatsion ta’sir: Molekulalar elektr xususiyatining asosiy xarakteristikalarining dipol momenti  $r$  va qutblanuvchanligi  $a$  dir. Bu kattaliklar molekulalar o‘rta sidagi o‘zaro ta’sir kuchini aniqlaydi. Bu kuchlar molekulalar o‘rta sidagi masofa kamayganda ularni bog‘laydi, gazlar suyuqlikka aylanadi va h.k. Molekulalarning bir - birini tortishiga sabab nima? Bunga javob berish uchun avval qutbli molekulalarni qaraymiz. Bunday molekulalarda (+) va (-) zaryadlarning joylashishi har xil bo‘lishiga qaramasdan, ular o‘zaro elastik kuch bilan tortishishlari mumkin.

Turli ishoraga ega bo‘lgan zaryadlarning o‘zaro tortishish va bir xil ishoraga ega bo‘lgan zaryadlarning itarishish energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$U = \frac{e^2}{(r+l)} - \frac{e^2}{(r)} + \frac{e^2}{(r)}$$

(1)ni boshqacha ko‘rinishda ham yozish mumkin:

$$U = \frac{2e^2l^2}{(r+2l)(r+l)r} \quad (1)$$

Agar 1 “r” deb olsak quyidagicha yozish mumkin :

$$U = -\frac{2e^2l^2}{r^3} \quad (2)$$

Ma'lumki, molekulaning dipol momenti  $r=el$ .

$$U = -\frac{2p^2}{r^3} \quad (2)$$

Bundan: Demak, oriyentasion ta'sir energiyasi:

$$U_{op} = -\frac{2p^2}{r^3} \quad (3)$$

Agar o'zaro ta'sir etuvchi molekulalarning dipol momentlari har xil bo'lsa, (3) formulani quyidagicha yozamiz:

$$U_{op} = -\frac{2p_1 p_2}{r^3} \quad (4)$$

Issqlik xarakati molekulaning oriyentasiyasiga ta'sir qiladi. Xuddi shuningdek, bu harakat oriyentasion ta'sir energiyasiga ham ta'sir ko'rsatadi. Shu tufayli oriyentasion ta'sir energiyasini bilish uchun issiqlik xarakatining ta'sirini hisobga olish kerak. Bu ta'sirni hisobga olish uchun a qutblanuvchanlikka ega bo'lgan sistemaning kuchlanganligi E bo'lgan maydondagi qutblanishini qaraymiz. Bunday maydon ta'sirida induksiyalangan dipol momenti r' hosil bo'ladi. Dipolning ana shu maydondagi energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$U = p' E \cos(p'E) \quad (5)$$

Molekulaning dipol momenti maydon tomonidan induksiyalanganligi uchun uning yo'nalishiga mos tushadi, natijada  $\cos(r'E)=1$  bo'ladi. Bu hosil bo'lgan maydon kattaligining o'zgarish chegarasi 0 dan E gacha bo'ladi. Natijada oriyentasion ta'sir energiyasi quyidagicha hisoblanadi:

$$U_{op} = -\int_0^E p' dE = -\int_0^E \alpha E dE = -\alpha \frac{E^2}{2}$$

$$U_{op} = -\alpha \frac{E^2}{2} \quad (6)$$

Endi o'z yo'nalishi bo'yicha dipolni hosil qilgan maydon kuchlanganligini hisoblaymiz:

$$E = -\frac{2}{r^2} - \frac{e}{(r+2l)^2}$$

Yoki

$$E = -\frac{2}{r^2} - \frac{e}{r^2+2rl} = \frac{2pr}{r^2+2^3l} \quad (7)$$



kichik miqdor bo'lganligi uchun (7) dagi  $2r$  ni hisobga olmasak ham bo'ladi, natijada:

$$E = -\frac{2pr}{r^4} = \frac{2p}{r^3} \quad (8)$$

Oriyentasion qutblanuvchanlik kattaligi:

$$a = p / 3kT$$

u holda oriyentasion ta'sir energiyasining ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$U_{op} = -\alpha \frac{E^2}{2} = -\frac{p^2}{3kT} \cdot \frac{(2p/r^3)}{3kT} = \frac{p^2}{3kT} \cdot \frac{4p^2}{2r^6} = -\frac{2p^4}{3kTr^6}$$

$$U_{op} = -\frac{2p^4}{3kTr^6} \quad (9)$$

Agar o'zaro ta'sir etuvchi molekullarning energiyasi har xil bo'lsa, uning oriyentasion energiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$U_{op} = -\frac{2p_1^2 p_2^2}{3kTr^6} \quad (10)$$

Energiyaning manfiy ishorasi ikkita dipolning tortishishini ko'rsatadi.

**Induksion ta'sir:** Xar bir dipol qo'shni molekulada o'z yo'nalishiga mos bo'lgan dipolni induksiyalaydi. Induksiyalovchi molekulaning qutblanuvchanligi a qancha katta bo'lsa, induksiyalangan dipol momenti ham shuncha katta bo'ladi. Endi doimiy dipol momentiga ega bo'lgan va induksiya natijasida hosil bo'lgan dipol momentlari o'rta sidagi o'zaro tortishish energiyasini aniqlaymiz. Bizga ma'lumki:

$$U_{op} = -\alpha \frac{E^2}{2}$$

edi. Xuddi shuningdek,

$$U_{ind} = -\alpha_{ind} \frac{E^2}{2} = -\alpha_{ind} \cdot \frac{(2p/r^3)^2}{2} = -\alpha_{ind} \frac{4p^2}{2r^6} \quad (11)$$

$$U_{ind} = -\alpha_{ind} \frac{2p^2}{r^6} \quad (12)$$

Induksion ta'sir birinchi marta Debay tomonidan hisoblangan edi. Shuning uchun ham ba'zan bu ta'sirga Debaycha ta'sir ham deyiladi. Induksion ta'sir,

oriyentasion ta'sirdan farqli o'laroq, temperaturaga bog'liq emas. Dispersion ta'sir: Doimiy dipol momentiga ega bo'lmagan molekullarning o'zaro ta'sirini hisoblash biroz boshqacharoq. Bunday molekullar ham o'zaro tortishish xususiyatiga egadirlar, chunki bu xususiyat bo'lmaganda temperaturani pasaytirib, bosimni oshirib gazlarni suyuqlikka aylantirib bo'lmas edi. Misol: havo bir necha simmetrik molekullar  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ , Ar larning aralashmasidan iborat. Dipolsiz atom yoki molekullarning o'zaro ta'sirini faqat kvant mexanikasi asosida tushuntirish mumkin. Londonning ko'rsatishicha, bu ta'sir molekulaning nolinchilari energiyaga ega ekanligi bilan bog'liq. Biz atomdagi elektronni o'z muvozanat holati atrofida garmonik tebranma xarakterda harakat qiluvchi zarracha yoki ossillyator deb qaraymiz.

Atomning dipol momenti nolga teng. Lekin elektronning tebranishi tufayli hosil bo'lgan ossillyator dipol momentining o'zgarish qiyamati nolga teng emas. Demak, ossillyatorlar o'zaro ta'sir qilishlari mumkin. Elektronlar o'z muvozanat holatlaridan chetga chiqqanlarida ossillyatorlarning o'zaro ta'sir energiyasi ega bo'ladi.

$N_2$  ta atomdan tashkil topgan molekullarda atomlar qandaydir kuch ta'sirida ushlab turiladi. Bu kuchlar uncha katta emas va shuning uchun molekullar absolyut qattiq bo'lmasdan atomlar o'zining muvozinat vaziyati atrofida kuchsiz tebranadi. (35) Agar vodorod atomi molekulada kuchli elektro manfiylikka ega bo'lgan atom bilan kimyoviy birikkan bo'lsa, u boshqa molekulaning yoki xuddi shu molekulaning boshqa manfiy zaryadi atomi bilan y ana bir qo'shimcha bog'lanishlar hosil qiladi. Lekin bu ikkinchi bog'lanish oddiy bog'lanishga qaraganda bo'sliroq bo'ladi. Bn turdagi bog'lanishga vodorod bog'lanish deb nom berilgan. Vodorod atomining bir vaqtning o'zida ikki bog'lanish hosil qilish qobiliyati XIX asming oxirida aniqlangan edi. Vodorod bog'lanish shartli A-N...V deb belgilanadi. Bunda A-N bog'lanishdagi elektronlarning zichligi (umumiy elektron jufti) A atomiga tomon kuchli siljigan bo'ladi. Buning natijasida vodorod atomi yaqinida elektronlar juda ziyrak bo'ladi, ya'ni yalang'ochlangan protonning yakka o'zi qoladi va ajoyib xususiyatlarga ega bo'ladi. Slmning uchun ham

vodorod ionii boshqa molekulaning manfiy zaryadli V atomiga tortiladi. Boshqa atomlar esa V ga yaqinlashganda itarishadi, chunki V ning manfiy zaryadi bilan molekulaning elektron qobig'i ta'sir qilishadilar. O'zaro ta'sirlashuvi atom V ning zaryadi qancha katta bo'lsa, o'lchami qancha kichik va A-N kovalent bog'lanishda qatnashuvi atomlarning manfiy zaryadlaridagi farq qancha katta bo'lsa, vodorod bog'lanish shuncha kuchli namoyon bo'ladi. Shuning uchun u fluor bilan kislorod birikmalarida eng kuchli bo'ladi, azotda kamroq, xlor bilan oltingugurtda yana ham kamroq. Masalan fluorli birikmalarda bu bog'lanish energiyasi 10 kkal/molni tashkil qiladi, S-N... V tipidagi komplekslarda 2-3 kkal/molni taslikil qiladi.

Shunday qilib spesifik o'zaro ta'sir bir yoki turli xil molekulaning ikkita funksional guruxsini o'z ichiga oladi. Bu guruxlardan biri A-N proton beruvchi (proton donor) ikkinchisi V esa proton qabul qiluvchi (akseptor) deyiladi. Odatda donor proton sifatida gidroksil guruxlar (O-N) aminoguruxlar (N-H) bo'ladi. Akseptor esa karbonil grappalardagi FCl va hokazolar bo'lishi mumkin. Agar N bog'lanish A-N va V guruhlarda bir turli va har xil turli ikki yoki undan ko'proq molekulalar orasida yuz bersa buni molekulalararo N-bog'lanish deyiladi. N-bog'lanish bir birkma molekulalari orasida yuz holatlari ham bo'ladi. Bunday bog'lanishni ichki molekulalar N-bog'lanish deyiladi. Molekulalararo va ichki molekulalar bog'lanishga qo'yidagilarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

Molekulalararo vodorod bog'lanishlar turli tarkibdagi qo'shilmalarning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Vodorod bog'lanishning eng ko'p turi ya'ni bir birikmaning ikki molekulasi orasida yoki ikki har xil birkma molekulalari orasida bog'lanishlardan iborat. Hosil bo'lgan komplekslar dimerlar deyiladi. Bundan tashqari bir vaqtning o'zida bir necha bir xil yoki har. xil molekulalar vodorod bog'lanish orqali o'zaro bog'lanishi mumkin. Ular trimmer, tetramer va x.k. bo'lishi mumkin. Molekulalararo vodorod bog'lanish ko'pchilik organik birikmalar uchun xosdir. Masalan, O- nitrofenolda ichki molekulalar vodorod bog'lanish bor. Parametrofenolda esa molekulalararo bog'lanish chunki bu birikmalar O-N guruxining vodorodi nitroguruxi kislorodidan uzoqlashgan bo'ladi. Vodorod bog'lanish ko'pgina fizik-ximik proseslarda mulim rol o'ynaydi, hamda

moddaning xossalarini belgiydi. Bu bog'lanish N atomi bo'lgan deyarli hamma moddaning liar kandy agregat holatida uchraydi. Keyingi yillarda vodorod bog'lanish haqidagi fikrlardan foydalangan Yangi sohalar viijudga kelmoqda va taraqqiy etmoqda. Masalan, adsorbsiya kataliz, fermentlar aktivligi va x.k. Vodorod bog'lanish tirik organizmda ham namoyon bo'ladi. Inson o'zi ham vodorod boglanishli birikmalardan tashkil topgan. Tirik organizmdagi murakkab molekulalarning tuzilishi va xossalari ko'p hollarda molekulalar ichidagi bog'lanishlarga bog'liq bo'ladi. Bitta katta molekula ichida bunday bog'lanishlardan bir nechyasi bo'lishi mumkin. Kaqiqatdan ham bu bog'lanishlar oqsil va nuklein kislotalar tuzilishida o'ziga xoslikni aniqlaydi va sintetik polmerning ko'pchiligida muhim rol o'ynaydi. Toza moddada yoki eritmada molekulalararo vodorod bog'lanishlarning hosil bo'lishi moddanining ko'p fizikaviy xossaligining o'zgarishiga olib keladi. Moddalaraing tuzilishini molekulyar qo'shilmalarning hosil bo'lishiga sabab bo'lishi o'zaro ta'sir kuchlari to'liq aniqlaydi. Moddalar qo'shilishida ularning xossalari odatda kuchli o'zgaradi va qo'shilishdan oldin hosil bo'lgan moddalarning xossalaridan ancha farq qiladi.

Xulosa qilib aytganimizda: molekulalar orasida orientatsion, induktsion va dispersion ta'sirlar mavjud. Ular 3 ga bo'linadi: orientatsion, induktsion va orientatsion. Dispersion-molekulalar orasida bir lahzada yuzaga keladigan mikrodipollar hosil bo'lishiga asoslangan. Molekulalar yaqinlashganda mikrodipollar paydo bo'ladi, bunda molekulalar tortiladi. Agar ikki molekulada mikrodipollar baravariga paydo bo'lmasa ular bir-biridan uzoqlashadi. Orientatsion ta'sirlar- qutblangan molekulalar orasida yuzaga keladi.

Molekulalarning tartibsiz issiqlik, harakati tufayli bir xil zaryadlangan dipollarning uchlari bir-biridan uzoqlashadi, qarama-qarshi zaryadlangan uchlari esa bir-biriga tortiladi. Molekulalar qanchalik qutblangan bo'lsa ular bir-biriga shunchalik kuchli tortiladi.

Induktsion ta'sir - molekulalarda yuzaga keladigan induktsiyalangan dipollar hisobiga sodir bo'ladi. Faraz qilaylik, qutblangan va qutblanmagan

molekulalarning uchlari uchrashdi. Qutblangan molekulalar ta'sirida qutblanmagan molekulalar egiladi va unda qoldiq (induktsiyalangan) dipol paydo bo'ladi. Induktsiyalangan dipol o'z navbatida polyar molekulaning elektrik dipol momentini kuchaytiradi. Ko'rib chiqilgan molekulalaro ta'sir 2 ta narsaga bog'liq. 1) molekulaning qutblanganligiga 2) molekulaning deformatsiyalanishiga bog'liq bo'ladi.

### **5.7- §. Gazlarning suyuqlanishi. Suyuq holatning tavsifi**

Gazlarni suyultirish - gazlarni kritik (chegaraviy) temperaturadan pastroq temperaturalarda siqish yo'li bilan suyuq holatga o'tkazish. Kritik temperaturasi atrof muhit temperaturasi (amalda 220 K) dan yuqori bo'lgan  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  va b. gazlarni sanoat maqsadlarida suyultirish uchun kompressorlar vositasida siqiladi, so'ngra issiqlik almashtirgichda kondensatsiyalanadi. Bu holda sovituvchi agent (suv yoki nomakob) gazning kondensatsiyalanish issiqligini olib ketadi. Kritik temperaturasi xona temperaturasidan past bo'lgan gazlarni suyultirish uchun tegishli sovitish sikllaridan foydalangan holda, dastavval, ularni har bir gazga xos bo'lgan kritik temperaturadan pastroq temperaturagacha sovitiladi, so'ngra tegishli bosim ostida siqib, suyuq holga keltiriladi. Past temperaturalarda qaynaydigan gazlar ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  va b.)ni suyultirishda kaskad usuli qo'llanilgan. Chuqur sovitish usulida quyidagilardan foydalaniladi: 1. Gazni drossellashda (maye, ventil orqali) gazning sovishi Joule— Tomson effekti tufayli yuz beradi. Bu holda drossellash oldidan gazning temperaturasi Joule — Tomson effekta tufayli o'z ishorasini o'zgartiradigan inversiya nuqtasidan pastroqqa tushirilishi lozim. Shu sababli ham, maye,  $\text{N}_2$  ni suyuq  $\text{N}_2$  b-n, Ne ni esa suyuq  $\text{N}_2$  bilan sovitiladi; havo ko'pincha ammiak yoki freon bilan sovitilib, suyuqlikning chiqish miqorini orttirish mumkin. 2. Gazni detanderda suyultirishda izoentropik kengaytirish usulidan foydalaniladi. Siklning termodinamik qaytuvchanligini oshirish uchun turlicha temperaturalar maromida ishlaydigan bir nechta detander ishlatiladi. Maye, Ne ni ikki detanderli siklda suyultirish uchun sovuqdik uch temperatura bosqichida hosil qilinadi.

Dastlabki havo suyultirish mashinalarida (nemis muhandislari K. Linde va Gempson, 1895) gazlarni kritik temperaturadan past temperaturagacha sovitib, soʻngra suyultirish uchun drossellash usulidan foydalanilgan. Bunda Joule — Tomson effektidan tashqari muhim usul — qarshi oqimda issiqdik almashish usulidan foydalanilgan. Vodorod va geliyni suyultirishda Joule—Tomson effektidan foydalanishga asoslangan ushbu usul hozirgi suyultirish texnikasining asosini tashkil etadi.

Gaz adiabatik kengayishda tashqi ish bajarib sovishi yuz beradigan detandarlardan birinchi bor fransuz muxandisi J. Klod havoni suyultirishda foydalandi (1902). Keyinchalik bu detanderlar takomillashtirildi. Yuqori samara bilan ishlaydigan turbodetander P. L. Kapitsa tomonidan yaratildi (1934). Bu mashina geliyni dastlab suyuq vodorod bilan emas, balki suyuq azot bilan sovitishga moslangan edi. Detanderda kengaytirish yoʻli bilan sovitish meʼyoriga yetkaziladi, gazni suyultirish esa bevosita drossellashda roʻy beradi. Ushbu usul yanada takomillashtirilib (amerikalik olim S. Kollinz, 1947), uning suyuq geliy tayyorlash unumdorligi 30 litr/soatgacha yetkazildi.

Suyultirilgan gazlar past temperaturalarni hosil qilishda muhim ahamiyatga ega. Suyuq gaz ustidagi bugni jadal haydash yoʻli bilan deyarli barcha gazlarni qotish temperaturasigacha sovitish, geliyning  $^3\text{Ne}$  izotopini jadal bugʻlatish orqali 0,3 K temperaturaga erishish mumkin. Shu holatda 3-106 Pa bosim ostida siqish orqaligina uni qattiq holatga oʻtkazish mumkin.

Moddalarning gazsimon holatida molekular yoki atomlar erkin harakatlanadi. Bunday holatda gazlar maʼlum shaklga ega emas. Gazlar qaysi idishga solinsa oʻsha idishni toʻldiradi. Har bir gazni holati uni harorati, bosimi va hajmi bilan tasniflanadi. Gazsimon holatda molekularning kinetik energiyasi yuqori, ular siyrak va betartib joylashgan. Gazlarning molekulari orasidagi masofa bosim taʼsiri ostida oʻzgartirilishi mumkin. Shuning uchun ham bosim ostida haroratni pasaytirib gazlarni suyultirish mumkin boʻladi. Bu usul bilan texnikada havo tarkibidagi gazlarni rektifikasiyalab tarkibiy qismlarga ajratiladi.

Gazlarning eng muhim xususiyatlaridan biri ularning diffuziyalanishidir. Chunki ikkita gaz qo'shilsa ular bir-biriga o'z-o'zidan aralashib ketadi. Agar moddani qizdirish orqali harorati ming, yuzming, hatto million °C ga oshirilsa modda ionlashgan gaz- plazma holatiga o'tadi. Moddaning plazma holati tartibsiz harakatlanayotgan atomlar, ionlar va atom yadrolarining aralashmasidir. 10 ming - 100 ming °C dagi haroratda —soviq plazma hosil bo'ladi. Agar plazma harorati million °C ga etkazilsa u —issiq plazma — deyiladi. Yerda plazma holati yashin chaqnaganda, elektr yoyida, argon, neon lampalarida, gaz gorkasi olovida hosil bo'ladi. Plazma holatida yulduzlar, quyosh va galaktikadagi osmon jismlarida uchraydi. Moddaning holatlari juda yuqori bosimda ham keskin o'zgaradi. Agar bosim  $10^9$  -  $10^{10}$  ga oshirilsa, kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofa keskin kamayib, kimyoviy bog'larning uzilishi ro'y beradi. Xuddi shunday jarayonlar haddan tashqari yuqori bosimda grafitning olmosga aylanishi, borazonning hosil bolishi, kvarsning yangi allotropik shakl o'zgarishi stishovitga aylanishi amalga oshadi. Kvarsning bu yangi allotropik shakl o'zgarishi zichligi 60% ga ortadi. Hozirgi paytda bunday jarayonlar o'ta qattiq materiallar olish maqsadida katta amaliy ahamiyatga ega.

Gazlar orasidagi suv bug'larining mavjudligi gazlar bilan suvlarning doimo birgalikda qatlam muhitida bo'lishligidir. Gazlardagi suv buglarining miqdori harorat, bosim va ularning tarkibiga bog'liq. Tarkibida mavjud suv bug'larining o'z gazda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng ko'p bug' miqдорiga nisbati gazning nisbiy namligi deyiladi.

Gaz gidratlari — ma'lum bir sharoitdagi bosim va haroratda gazlar molekulalari hosil qilgan kritik panjarasi orasidagi vodorod tufayli suv molekulalari ham kirib qolganda hosil bo'ladigan va ba'zan shunday uyumlar hosil qiladigan to'planmalarga gaz gidratlari deyiladi. Bunday hollarda suvning solishtirma hajmi  $1,26$ - $1,32$   $\text{sm}^3$  /, ga yetishi mumkin, muzning solishtirma hajmi esa  $1,09$   $\text{sm}^3$  /, ga teng bo'ladi. Demak, gidratning elementar bo'lagi gazva suvdan iboratdir. Gidrat holatida 1 hajmli suv 70-300 hajm gazni o'ziga bog'lashi mumkin. Gidratning hosil bo'lish jarayoni gazning tarkibiga, suvning holatiga

hamda bosim va haroratga bog'liq. Bosim yoki temperaturaning o'zgarishi gidratning gaz yoki suvda ajralishiga olib keladi .

Gazogidrat uyumlari— ma'lum bir termodinamik sharoitda qisman yoki butunlay gidrat holatida bo'lgan uyumlardir. Gidrat uyumlari hosil bo'lishi uchun o'kazmaydigan qatlam bo'lish shart, undan tashqari ular neft, gaz va suv bilan aloqada bo'lishi mumkin.

Quduqlar bosimida gazogidrat uyumlari mavjudligini geofizik usullar bilan bilish mumkin. Bunday qatlamlar quyidagicha ta'riflanadi:  $P_s$  ko'rsatkichli ko'lami oz, mikrogradient zond ko'rsatkichi yo'q yoki juda oz bo'lishi mumkin, ikkinchidan  $a \sim$  aktivlik ko'rsatkichi yuqori bo'lishi mumkin, quduq devorida gelli po'stloq yo'q, aksariyat  $P_k$  ko'rsatkichi yuqori bo'ladi. Bunday qatlamlarni ishga tushirishda juda katta miqdorda gaz hosil bo'lishi, anchagina suv ham ajralishi mumkin. Qatlam bosimi uzoq muddat davomida o'zgarmay qoladi.

**Masalan:**  $CH_4 \cdot H_2O$ ;  $C_2H_6 \cdot 8H_2O$ ;  $C_3H_8 \cdot 17H_2O$ ;  $C_4H_{10} \cdot 17H_2O$ .

Gaz tarkibidagi vadorodsulfid zararli qo'shimcha bo'lib , uning havodagi miqdori 0,01 ml.gr dan ortiq bo'lganda, ish zonalarini uchun juda xavfli hisoblanadi. Gaz tarkibida uning bo'lishi metall va jihozlarni zanglashini tezlashtiradi va avariya holatlarini ko'paytiradi. Olinayotgan gaz tarkibida is gazining bo'lishi yonish issiqligini kamaytiradi.

### **5.8- § Aralashgan holdagi suyuqliklarni bir-biridan ajratish usullari**

Aralashmalarning kimyoviy va fizik usullari. Aralashmani ajratish usullari. Sayyoramizdagi moddalarning aksariyati sof shaklda emas, balki boshqa moddalar bilan birgalikda aralashmalar va aralashmalardadir. Shunday qilib, granitda uchta ko'zga ko'rinadigan uchta modda mavjud. Ammo sut bizga nordon bo'lguncha bir hil bo'lib tuyuladi. Nordonsut shaffof zardobga va oq qattiq cho'kindi oqsilga bo'linadikazein. Odam uzoq vaqt bu moddalarni ishlatadi , sutga kirish, ularni ajratib ko'rsatish aralashmasidan. Kazein erimaydigan protein - kazein va erituvchidan tayyorlanadizardob oqsili klinik ovqatlanish uchun ishlatiladi.

Aralashmalarni qanday qilib ajratish mumkin?



1. Agar modda don (guruch, karabuğday, irmik va boshqalar), daryo qumi, bo‘r, loy kabi suvda erimaydigan bo‘lsa, siz filtrlash usulidan foydalanishingiz mumkin. Filtrlash suyuqliklarni (gazlarni) qattiq iflosliklardan tozalash uchun filtr orqali filtrlash.

1) Filtrni qo‘shing. Biz uni bir oz suvga namlangan huni ichiga joylashtiramiz.

2) Huni filtr bilan shishaga soling.

3) Eritilmagan modda va suv aralashmasini filtrdan o‘tkazing. Xulosa shundayki, filtrlangan suv filtr orqali bemalol o‘tdi; suvda erimaydigan modda filtrda qoldi.

2. Agar qattiq modda suvda eriydigan bo‘lsa (natriy xlorid, shakar, limon kislotasi), ularni ajratish uchun aralashmalar bug‘latish usuli bilan ajratilishi mumkin.

Bug‘lanish suyuqlikda erigan qattiq moddalarni bug‘ga aylantirish usuli bilan taqsimlanishi. Bir stakan suvda tuz yo‘qolmadi, garchi u ko‘rinmas holga kelgan - eritma shaffof. Bug‘lanish suvda erigan moddani moddalar aralashmasidan (suv va tuz) ajratib olishga imkon berdi. Natriy xloridning kristallari oynada ko‘rinadi. Bu xulosani tasdiqlaydi aralashmaning har bir moddasi (suv ham, tuz ham) o‘z xususiyatlarini saqlab qoladi. Xulosa Eriydigan moddalarni eritmada ajratib olish mumkin.<sup>3</sup> Bir-birida erigan suyuqliklarni ajratish, toza (aralashmasiz) suv olish uchun distillash usulidan foydalaning (yoki distillash) Distillash, suyuq aralashmalar tarkibidagi moddalarni qaynoq nuqtalariga qarab ajratish, so‘ngra bug‘ning sovishi. Tabiatda toza suv (tuzsiz) bo‘lmaydi. Okean, dengiz, daryo, quduq va buloq suvlari suvdagi tuzlarning turli xil eritmalaridir. Biroq, ko‘pincha odamlarga tuz bo‘lmagan toza suv kerak bo‘ladi (avtomobil dvigatellarida ishlatiladi; turli xil eritmalar va moddalar uchun kimyoviy ishlab chiqarishda; fotosuratlar tayyorlashda). Bunday suv distillangan deb ataladi va uni ishlab chiqarish usuli distillash deb ataladi.

Muzlu suvni gaz trubkasi ichiga solib uni tiqin bilan yoping va uni spirtli lampaning alangasi ustiga tuting. So‘ngra naycha uchini toza, quruq probirkaga soling. Probirkani stakan ichiga joylashtiring, muz bilan stakan ichida joylashgan

probirkaning pastida va devorlarida distillangan (tuzlar va har xil aralashmalardan tozalangan) suv tomchilari paydo bo‘ladi.

### Vazifa

1. Suv qaynatilgan bo‘sh choynakka qarang. Suvda erigan moddalarning devorlari va tubida (shkalasida) oq qoldiqlar bormi?
  2. Suv qaynatilgan choynakning qopqog‘idan suv tomchilari oqib chiqadi. Qaysi suvda - qopqoqda yoki chovgumda - ko‘proq tuz bor? Javobini tushuntiring.
  3. Rasmda ko‘rsatilgan jarayon qanday nomlanadi?
  4. Agar aralashmaning tarkibida temir bo‘lsa, uni olish uchun siz magnitdan foydalanishingiz mumkin, chunki temir va uning qotishmalari magnit tomonidan tortiladi.
  5. Ikkita ajralmas suyuqlikni (yog 'va suv, kungaboqar yog‘i va suv) ajratish uchun siz ajratuvchi huni ishlatishingiz kerak.
- Yuqori zichlikka ega bo‘lgan suyuqlik stakanga birlashadi va engil suyuqlik ajratuvchi hunida qoladi.

### 5.9-§ Qattiq holat va uning tavsifi. Qattiq moddalardagi kristall panjaralarning xillari va ularning modda xossalariga ta’siri haqida tushuncha

*Qattiq holatda* zarrachalar orasidagi masofani zarrachalarning o‘lchamlari bilan taqqoslash mumkin, chunki o‘rta cha tortishish potentsial energiyasi zarrachalarning o‘rta cha kinetik energiyasidan katta bo‘ladi:

$$E_{yM} = \left( U + \frac{mv^2}{2} \right) < 0 \quad |U| > \frac{mv^2}{2}$$

Bu yerda:  $U$  – potentsial energiya;  $\frac{mv^2}{2}$  - kinetik energiya. Zarrachalar o‘rta sida ta’sir qilayotgan tortishuv kuchi ularni muvozanat masofasi yaqinida ushlab turadi. Qattiq agregat holatda molekulalararo tortishuv kuchlari juda yuqori bo‘lganligidan zarrachalarning joylashishi kuchli tartibga bo‘ysunadi. Qattiq moddalarning kristall panjaralarida panjara uchlarida turgan har bir ion, atom yoki molekula amplitudasi uncha katta bo‘lmagan tebranma harakatda bo‘ladi, ular

aylanma harakatda bo'la olmaganligi sababli panjara uchlaridan uzoqqa siljiy olmaydi.

Zarrachalarning tebranma issiqlik energiyasi zarrachalar orasidagi tortishish energiyasidan kichik bo'ladi.

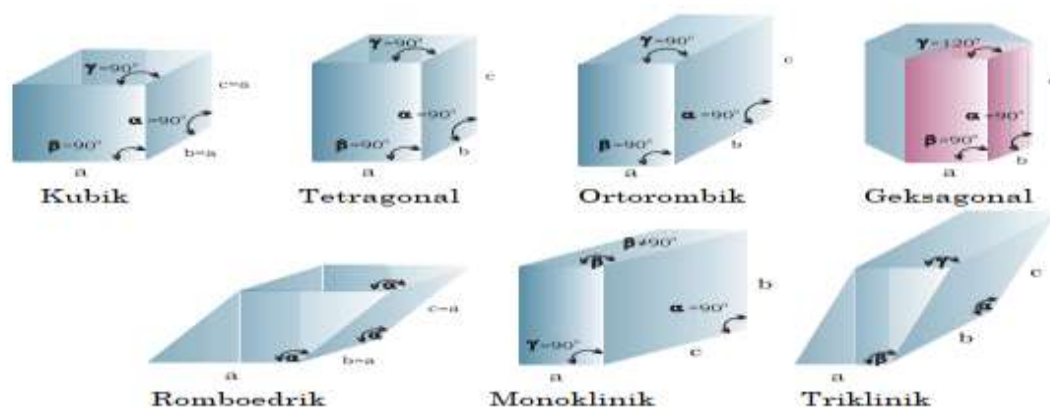
Fazaviy holatlari bo'yicha qattiq moddalar amorf va kristall tuzilishli bo'lishi mumkin.

*Amorf moddaning* aniq bir suyuqlanish temperaturasi bo'lmaydi, u qizdirilganda asta-sekin yumshaydi va qattiq holatdan suyuq holatga uzluksiz ravishda o'tadi. Qattiq amorf moddaning tuzilishi suyuqliklarning ustki molekulyar tuzilishiga o'xshaydi. Oddiy sharoitda simob bilan galliy ( $t_c = 30^{\circ}C$ ) dan boshqa barcha metallar tipik qattiq moddalardir. Amorf holatdagi modda aniq biror-bir fazoviy panjaraga ega emas, zarrachalarning joylashuvi ham betartib bo'lib, ular turlicha kattalikdagi "dona" lar, yaxlit sirtli yoki kukunsimon ko'rinishga ega bo'ladi. Ularning sirt yuzasi g'ovak bo'lganligidan boshqa moddalarning adsorbilanishi oson bo'ladi va shu sababli ularning tozalik darajasi ham past bo'ladi. Shisha, kraxmal, tuproq va ko'pgina polimerlar amorf holatdagi moddalardir.

Kristall holatda amorf holatdagidan farqli modda zarrachalari tartibli joylashadi. Modda kristalik holatining asosiy belgilari quyidagilardan iborat bo'ladi;

- Kristall moddalar aniq bir haroratda suyuq holatga o'tadi;
- Kristall moddalar o'ziga xos aniq geometrik shaklga ega;
- Zarrachalar yuqori tartibda, aniq masofa va aniq burchak ostida joylashadi.
- Kristaldagi zarrachalar simmetrik joylanib, fazoviy panjara hosil qiladi;
- Kristall panjaraning yoqlari, qirralari, tugunlari va burchaklari bog'larning uzunligi bilan tavsiflanadi.

Kristall panjaralar asosan: kubsimon, tetragonal, ortorombik, monoklinik, triklinik, geksagonal va romboedrik shakllarga ega bo‘lishi mumkin (5.1-rasm).



5.1-rasm. Moddada molekularning bo‘lishi mumkin bo‘lgan kristall panjaralarining shakllari.

Tuzilishiga ko‘ra kristallarning yoqlari bir nechta bo‘ladi va yoqlarining ma’lum burchak ostida kesishishi natijasida kristallarning to‘g‘ri chiziqli qirralari hosil bo‘ladi. Kristallarning qirralari  $a, b, c$  harflari bilan belgilanib, hosil qilgan burchaklari ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) kabi harflar bilan belgilanadi.

Kristall tuzilishli moddalarning *anizotropik*, *izotropik* xususiyatlari kristallarning bir jinsli bo‘lishiga qaramasdan, tuzilishi, yorug‘likka munosabati, barqarorligi va issiklik o‘tkazuvchanlik xususiyatlari ularning har bir o‘q ( $a, b, c$ ) lari yo‘nalishlarida turlicha bo‘lishi bilan izohlanadi. Kristallar xususiyatlarining ( $a, b, c$ ) o‘qlari bo‘yicha bir-biridan farq qilish hodisasi kristallarning anizotropiyasi deyiladi. Kristallar xususiyatlarining o‘qlari bo‘yicha o‘xshashligi esa izotropiya hodisasi.

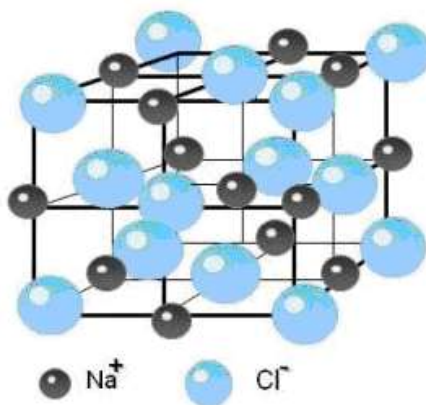
Kimyoviy tarkibi turlicha bo‘lgan moddalar bir xil kristall tuzilishga ega bo‘lishi mumkin. Ularning kimyoviy formulalari o‘xshash bo‘lib, bir xil geometrik shakldagi kristallarni hosil qiladi. Bunday hodisani *izomorfizm* hodisasi bo‘lib, bu moddalar o‘zaro izomorf moddalardir. Har xil achchiqtoshlar masalan,  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  bilan  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  larning kristallari o‘zaro bir xil

tuzilishga ega, ular izomorf moddalarga misol bo‘ladi. Kristall panjaralarining o‘lchami bir-biriga yaqin bo‘lganligidan *Al* va *Cr* atomlari bir-birining o‘rniga joylashishi mumkin. Shuningdek,  $K^+$  va  $NH_4^+$  ionlarining radiuslari bir-biriga juda yaqin bo‘lganligi uchun  $MgNH_4PO_4$  va  $MgKPO_4$  kabi moddalar ham o‘zaro izomorf moddalar hisoblanadi.

Aksincha bir moddaning turli kristall tuzilishga ega bo‘lish hodisasi polimorfizm hodisasi deyiladi. *S*, *Fe*,  $SiO_2$  kabi moddalar tuzilishi turlicha kristallarni hosil qilganligi uchun *polimorf moddalar* deyiladi.

Panjara uchlarida qanday zarracha turishiga qarab, kristall panjaralar ionli, atom, molekulyar va metall turlarga ajratiladi.

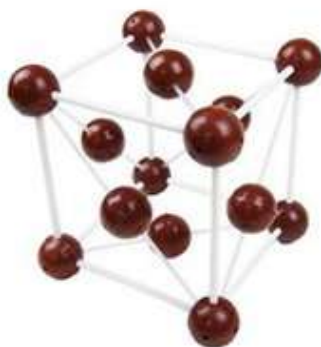
Agar kristall panjaraning o‘qlari kesishgan nuqtasining tugunlarida ionlar joylashgan bo‘lsa, ionli kristall panjaralar deyiladi (2-rasm). Ularga asosan molekulasi ionli bog‘lanishga ega bo‘lgan *NaCl*, *KCl*, *CsCl*, *RbCl*, *NaF*, *KF*,  $CaF_2$ , *CsF* kabi moddalar kiradi.



5.2-rasm. Natriy xloridning ion kristall panjarasi.

Agar kristall panjara tugunlarida atomlar joylashgan bo‘lsa, atomar kristal panjara deyiladi. Bularga metallar, olmos, grafit, silitsiy (IV)-oksidi kabi moddalarni kiritish mumkin.

Metallardagi atomlarning tebranishi klassik garmonik tebranish hisoblanadi. Ularning tebranishi ham uch o‘lchamli fazoda yuz beradi.



5.3-rasm. Mis atomlari hosil qilgan kristall panjara

Agar kristall panjara tugunlarida molekular joylashgan bo'lsa, molekulyar kristal panjaralar deyiladi. Bunday kristall panjaralar  $CO_2$  (*quruq muz*),  $H_2O$  (*muz*),  $J_2$  (*kristall*) kabi moddalar uchun xosdir.

Kristall tuzilishli moddalar aniq suyuqlanish haroratiga ega.

### Kristall panjara turlari

1	Molekulyar kristall panjara –	kristall panjara tugunlarida molekular joylashadi.
2	Molekulyar kristall panjara –	Kimyoviy bog'lanish turi qutbli yoki qutbsiz kovalent.
3	Molekulyar kristall panjarali moddalar xossalari:	past temperaturada suyuqlanadi, suvda kam yoki yomon eriydi, organik erituvchilarda yaxshi eriydi, elektr tokini o'tkazmaydi.
4	Molekulyar kristall panjarali moddalar:	$NH_3$ , $N_2$ , $O_2$ , $H_2O$ , $F_2$ , $Cl_2$ , nodir gazlar, oq fosfor, S, organik moddalar, qutbsiz va qutbli kovalent bog'lanishli moddalar.
5	Ionli kristall panjara	kristall panjara tugunlarida ionlar joylashadi
6	Ionli kristall panjara	Kimyoviy bog'lanish turi ionli.
7	Ionli kristall panjarali moddalar xossalari:	Ularning kristallari qattiq, faqat yuqori temperaturada suyuqlanadi, qutbli erituvchilarda yaxshi eriydi, eritmalarda ham suyuqlanmalarda ham elektr tokini o'tkazadi.

8	Ionli kristall panjarali moddalar:	Tuzlar, metall oksidlar, asoslar.
9	Atom kristall panjara	kristall panjara tugunlarida ionlar joylashadi.
10	Atom kristall panjara	Kimyoviy bogʻlanish turi kuchli kovalent xususiyatga ega.
11	Atom kristall panjarali moddalar xossalari:	Ularning kristallari juda qattiq (olmos, SiC) yuqori temperaturada suyuqlanadi, nurni kuchli sindiradi (olmosda), elektr tokini oʻtkazadi (grafitda).
12	Atom kristall panjarali moddalar:	olmos, grafit, karbin, qizil fosfor, qora fosfor, SiO <sub>2</sub> , Ge, Si, B, B <sub>4</sub> C <sub>3</sub> , SiC
13	Metall kristall panjara -	kristall panjara tugunlarida metall atomlari joylashadi.
14	Metall kristall panjara -	Kimyoviy bogʻlanish turi metall bogʻlanishli xususiyatga ega.
15	Metall kristall panjarali moddalar xossalari	Elektr tokini va issiqlikni yaxshi oʻtkazadi, bolgʻalanuvchan, choʻziluvchan.
16	Metall kristall panjarali moddalar:	barcha metallar.

### NAZORAT SAVOLLARI:

1. Qaysi moddalar molekulyar kristall panjaraga ega?

1) muz; 2) oltingugurt; 3) rubidiy yodid; 4) grafit; 5) piridin.

A) 1,2,4 B) 1,3,5 C) 2,4,5 D) 1,2,5 E) 1,3,6

2. Muzning kristall panjara turi va suv molekulasidagi kislorod atomining gibridlanish turini aniqlang?

A) atom panjara, burchakli molekula

B) molekulyar panjara, sp<sup>2</sup>- gibridlanish

C) molekulyar panjara,  $sp^3$ -gibndlamsh

D) atomli panjara, sp- gibrldlanish

E) ionli panjara,  $sp^3$ - gibrldlanish

3. Modda atom kristall panjaraga ega bo'lishini tavsiflaydigan belgilarini ko'rsating.

A) suvda yaxshi eriydigan, kristal holda

B) qattiq, qiyin suyuqlanuvchan, amalda suvda erimaydigan

C) kristall panjara tugunlarida molekulalar joylashgan

D) qattiq, organik erituvchilarda eriydigan

E) suyuq, suvda eriydigan

4. Ammiak qanday tuzilishga ega?

A) tekis B) to'g'ri chiziqli C) trigonal-piramidai

D) oktaedrik E) tetraedrik

5. Qaysi moddalar atom kristall panjarali tuzilishga ega?

1.  $CH_3-CHO$ ; 2.  $CH_3OH$  3.  $TiO_2$  4. C; 5. NaF; 6.  $SiO_2$

A) 1,2,3 B) 3,4,6 C) 2,3,4 D) 3,4,5 E) 1,3,4

6. Eng qattiq va qiyin suyuqlanuvchan moddalar kristall panjarasi qanday tuzilgan bo'ladi?

1) ion; 2) molekulyar; 3) atom; 4) metall

A) 3 B) 4 C) 1 D) 1,2 E) 2

7. Quruq muz ( $CO_2$ ) ning kristall panjarasi qanday tuzilgan moddalar jumlasiga kiradi?

1) ion; 2) molekulyar; 3) atomli; 4) metall.

A) 1 B) 2 C) 3 D) 2,3 E) 4

8. Juda qattiq va qiyin suyuqlanuvchan moddalar qanday kristall panjarali bo'ladi.

1) ionli; 2) atomli; 3) molekulali; 4) metal

A) 3 B) 1,3 C) 2 D) 4 E) 1

9. Osh tuzi fazoviy holati qanday tuzilishga ega?

A) tekis uchburchakli B) kubsimon C) tetraedr

D) piramida E) bipiramida



10. Qattiq uglerod (IV)-oksid (“quruq muz”ning tuzilishi qanday xususiyatlar bilan ifodalanadi?)

- A)  $Sp$ -gibridlanish, burchak  $180^\circ$ , molekulyar kristall panjarali
- B)  $Sp^2$  - gibridlanish, burchak  $120^\circ$ , molekulyar kristall panjarali
- C)  $Sp^3$ - gibridlanish, burchak  $109^\circ$ , molekulyar kristall panjarali
- D)  $Sp$ -gibridlanish, burchak  $180^\circ$ , atom kristall panjarali
- E)  $Sp^2$  - gibritlanish, burchak  $120^\circ$ , atom kristal panjarali

11. Quyidagi qattiq moddalardan qaysilari atomli kristall panjara hosil qiladi?

1) olmos 2) Temir 3) Yod 5) Kremniy 6) Qizil fosfor

- A) 1,2 va 3      B) 2,3 va 4      C) 3,4 va 5
- D) 1,3 va 4      E) 1,4 va 5

12. Qaysi modda molekulyar kristall panjaraga ega?

- A) yod      B) olmos      C) grafit      D) ishqor      E) temir



### **Taqdimot № 5**

## **I BOB. STEXIOMETRIYA ASOSLARI VA KIMYONING ASOSIY QONUNLARI. KIMYOVIY TENGLAMALAR. KIMYOVIY REAKSIYA TURLARI**

### **6.1-§. Massaning saqlanish qonuni energiyaning saqlanish qonunning xususiy roli ekanligi. Yadro jarayonlarida massa defekti**

XVIII asrda M.V.Lomonosov qadimgi yunon faylasuflari Levkipp va Demokritning “hamma moddalar juda mayda zarrachalar – atomlardan tuzilgan hamda ular doimiy va uzluksiz harakatda bo‘ladi, dunyoda sodir bo‘ladigan barcha o‘zgarishlar atomlarning birikishi yoki bir-biridan ajralishi natijasidir”, - degan atomistik tasavvurlarini rivojlantirib, sistema soldi. U ham o‘z ta’limotiga barcha moddalar juda mayda zarrachalardan tuzilgan, degan fikrni asos qilib oldi. Lomonosov zarrachalarni ikki turga bo‘ldi: Atomlarni “elementlar” deb, molekulalarni esa “korpuskulalar” deb atadi. Molekulalar hosil bo‘lishida atomlar bir-biri bilan miqdoriy nisbatlarda birikadi. Molekulalarning xossalari faqat

ularning tarkibiga kirgan atomlar sonigagina bog‘liq bo‘lmay, balki atomlarning molekulada joylashish tartibiga ham bog‘liqdir.

Lomonosov kimyoga birinchi atom-molekulyar ta’limotni kiritdi va shu asosda element, oddiy hamda murakkab moddalarga ta’rif berdi. Bu (ta’limot) tasavvurlar o‘sha davr fanidan ancha ilgari ketdi. Faqat 60 yildan keyingina J.Dalton shunga o‘xshash fikrlar aytdi.

Bu qonun haqidagi ma’lumot sizga 7-sinfda bayon etilgan edi. “Kimyoviy reaksiyalar vaqtida hosil bo‘lgan moddalarning massalari yig‘indisi reaksiyaga kirishgan moddalarning massalari yig‘indisiga teng bo‘ladi”. Uning ta’rifi faqat kimyoviy jarayonlar uchungina o‘z kuchini saqlab qoladi, lekin boshqa jarayonlarda u o‘z kuchini yo‘qotadi va mutlaq xususiyatga ega emas.

Har qanday o‘z-o‘zidan sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar natijasida sistemaning energiya\_zaxirasi o‘zgaradi, bunday vaziyatda tabiatning umumiy qonuni asosida har qanday harakat (kimyoviy reaksiyalar ham harakat turlaridan biridir) davomida reaksiyada qatnashuvchi moddalar massasining o‘zgarishi yotadi.

Kimyoviy jarayonlarda ajralib chiqadigan energiyaning qiymati massaning taxminan  $10^{-7}$  % ga proporsional bo‘ladi.

Har qanday atomning ayrim nuklonlar va elektronlardan hosil bo‘lishida massaning o‘zgarishini quyidagicha hisoblash mumkin: uglerod atomining hosil bo‘lishida 6 ta proton ( $6 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27}$  kg), 6 ta neytron ( $6 \cdot 1,675 \cdot 10^{-27}$  kg) va 6 ta elektron ( $6 \cdot 9,109 \cdot 10^{-31}$  kg) qatnashganda massalar yig‘indisi  $2,0093 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng bo‘ladi. Tabiiy uglerod atomining massasi esa  $1,9927 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng. Olingan raqamlar farqi  $2,0093 \cdot 10^{-26} - 1,9927 \cdot 10^{-26} = 0,166 \cdot 10^{-26}$  ga teng bo‘ladi (massa defekti). Bu massa (0,0990 m.a.b. ga teng) yadrodagi nuklonlar orasidagi bog‘lanishga sarf bo‘ladi.

A. Eynshteynning massa va energiyaning bog‘lovchi tenglamasi  $E = mc^2$  bo‘yicha bu energiya  $8,9 \cdot 10^{11}$  kJ/molni tashkil etadi.

Formuladagi E – moddaning tinch holatdagi energiyesi, m – moddaning massasi, c – vakuumda yorug‘lik tezligi, u  $3 \cdot 10^8$  m/s ga teng. Ajralib chiqqan energiyaning miqdori katta bo‘lsa ham massa juda kichik kattalikka o‘zgaradi.

Shu sababli kimyoviy jarayonlarda massaning saqlanish qonuni o'z kuchini saqlab qoladi, deb qabul qilamiz. Bu qonun kimyoning asosiy qonunlaridan biri hisoblanadi. Uning asosida kimyoviy reaksiyalar tenglamalari, turli kimyoviy hisoblashlar amalga oshiriladi.

Mendeleyev jadvalidagi elementning o'rniga qarab yadrosida nechta proton va nechta neytron borligi ma'lum.

Masalan, geliy yadrosining massasi:  $2 \cdot 1,0076 + 2 \cdot 1,0089 = 4,0330$  m. a.b.ga teng. Lekin juda aniq o'lchashlarga ko'ra geliy yadrosining massasi 4,003 m. a. b.ga teng, bu esa erkin neytron va erkin protonlar massasining umumiy og'irligidan 0,03 m. a. b. kam, demak, proton va neytronlardan atom yadrosi hosil bo'lganda ma'lum miqdorda massa yo'qolar ekan. Massaning bu miqdori **massa defekti deyiladi**. Massa defekti har bir atomning o'ziga xos bo'ladi. Mac, uranda 0,07, geliyda 0,03, berilliyda 0,04 m. a. b.ga teng.

Energiyaning saqlanish qonuni asosida kimyoviy jarayonlarda energiyaning ajralishi yoki yutilishigina emas, balki reaksiyalarning tenglamalari ham tuziladi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Modda massasining saqlanish qonuni ta'rifini ayting.
2. Massa defekti deb nimaga aytiladi?
3. Energiyaning saqlanish qonunini kim kashf etgan?
4. Massasi 15,2 g bo'lgan xrom(III) oksidni qaytarish uchun necha gramm alyuminiy kerak bo'ladi?  
A) 4,8 B) 5,2 C) 5,8 D) 5,4
5. Necha gramm kislorod 2,7 g alyuminiy bilan reaksiyaga kirishadi?  
A) 2,4 B) 4,8 C) 7,2 D) 9,6
6. 24 g oltingugurt bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishadigan alyuminiy massasini toping.  
A) 14,2 B) 14,0 C) 13,5 D) 13,0
7. 4,9 g sulfat kislotani neytrallash uchun necha gramm miqdorda kaliy gidroksid olinadi?  
A) 11,2 B) 5,6 C) 5,8 D) 6,0

### **Modda massasining saqlanish qonuniga doir masalalar ishlash.**

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

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 erda shuncha 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 berkitilgan idishlarda metallarni qattiq qizdirish tajribalarini o‘tkazib, moddalarda bo‘ladigan kimyoviy o‘zgarishlarning asosiy qonunini (1748 yilda) kashf etdi.

Ma’lumki, kimyoviy jarayonlar moddalar molekulari, atomlari va ionlari o‘rta sida ro‘y berib, ular o‘zaro ma’lum miqdor yoki og‘irlik nisbatlarida ta’sirlashadilar. Reaksiya davomida moddalarning shakli, rangi, tarkibi o‘zgarsada, ularning umumiy miqdori o‘zgarmay qoladi. Shu og‘irlik miqdori bilan bog‘liq munosabatlarni o‘rganuvchi asosiy qonun **moddalar massasining saqlanish** qonunidir:

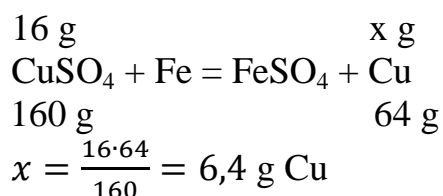
*Reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasining yig‘indisi reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalar massalari yig‘indisiga tengdir.*

Lomonosovdan keyin mustaqil ravishda bu qonunni 1789 yilda frantsuz kimyogari Lavuaze ham ta'riflab berdi. U ham metallarning oksidlanishiga doir ko'p reaksiyalarni o'rganib, qonunni tajribada isbotladi.

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

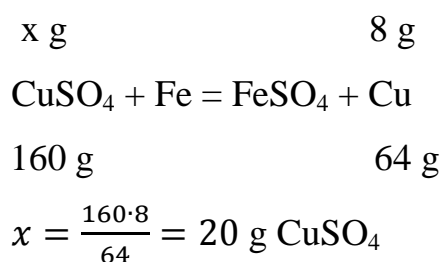
**1-misol.** 16 g mis (II)-sulfat eritmasiga kerakli miqdorda temir ta'sir ettirish natijasida qancha mis olish mumkin?

**Yechish.** Mis (II)-sulfat bilan temir orasidagi o'zaro ta'sir reaksiya tenglamasini tuzamiz. Berilgan miqdorni va topilishi lozim bo'lgan miqdorni tenglamadagi ayni moddaning formulasini ustiga yozamiz va quyidagicha hisoblaymiz:



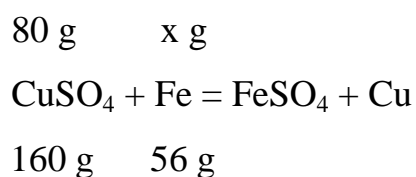
**2-misol.** 8 g misni ajratib olish uchun qancha mis(II)-sulfat temirni o'zaro ta'sir ettirish kerak?

**Yechish.** Oldingi masalaga o'xshash reaksiya tenglamasini tuzish orqali yechamiz:



**3-misol.** 80 g mis(II)-sulfat eritmasidan hamma misni siqib chiqarish uchun necha gramm temir zarur bo'ladi?

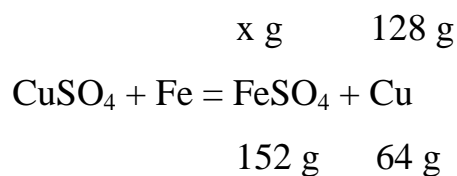
**Yechish.**



$$x = \frac{80 \cdot 56}{160} = 28 \text{ g Fe}$$

**4-misol.** Mis(II)-sulfat bilan yetarli miqdorda temirning o‘zaro ta’siridan 128 g mis ajralib chiqan bo‘lsa, necha gramm temir(II)-sulfat hosil bo‘lgan?

Yechish.



$$x = \frac{152 \cdot 128}{64} = 304 \text{ g FeSO}_4$$

***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

1. Alyuminotermik usulda xrom(III) oksiddan 26 g xrom olish uchun necha gramm alyuminiy sarf qilish lozim?  
A) 13,5 B) 14,0 C) 14,5 D) 15,0
2. 7,2 g temir(II) oksid vodorod yordamida qaytarilganda, necha gramm temir olish mumkin?  
A) 5,2 B) 5,3 C) 5,4 D) 5,6
3. 8,0 g mis(II) oksid vodorod bilan to‘liq qaytarilganda, necha gramm mis hosil bo‘ladi?  
A) 6,0 B) 6,2 C) 6,4 D) 3,5
4. 20 g o‘yuvchi natriy neytrallash uchun qancha (g) sulfat kislota sarf bo‘ladi?  
A) 20 B) 22,5 C) 24,5 D) 26,0
5. 21,7 g simob oksid parchalanganda, necha gramm kislorod ajraladi?  
A) 1,5 B) 1,4 C) 1,6 D) 1,7
6. 27,3 g vanadiy(V) oksidga toza alyuminiy ta’sir ettirib, necha gramm vanadiy olish mumkin?  
A) 30,6 B) 45,9 C) 15,3 D) 20,4
7. 410 g alyuminiy nitrid qizdirilgan suv bug‘lari bilan reaksiyaga kirishganda, necha gramm ammiak olish mumkin?  
A) 150 B) 340 C) 85 D) 170

8. Massasi 16,4 g bo'lgan natriy fosfatini olish uchun qancha natriy gidroksid (g) kerak bo'ladi?

A) 14,0 B) 13,0 C) 8,0 D) 12,0

9. Massaning saqlanish qonuni qanday ta'riflanadi?

A) Har qanday murakkab moddaning tarkibi, qaysi usul bilan olinishidan qat'iy nazar, bir xil bo'ladi.

B) Elektrodda ajralib chiqqan modda massasi elektrolitdan o'tgan tok kuchiga bog'liq bo'ladi.

C) Agar ikki element o'zaro bir necha birikma hosil qilsa, bir element boshqa elementning bir xil va muayyan miqdori bilan birikadigan og'irlik miqdorlari o'zaro kichik butun sonlar kabi nisbatda bo'ladi.

D) Kimyoviy reaksiyaga kirishgan moddalar-ning massasi hosil bo'lgan moddalarning massasiga hamma vaqt teng bo'ladi.

10. Massasi 516 g bo'lgan tabiiy gips kuydirilganda hosil bo'lgan alebastrning massasini toping.

A) 425; B) 435; C) 440; D) 450.

### **6.2-§. Modda va maydon materiyaning 2 xil mavjud bo'lish shakli ekanligi**

Materiya harakatining xillari juda ko'p. Tebranma harakat, ilgarilanma harakat, jismlarning qizishi va sovushi, nur sochish, elektr toki, kimyoviy o'zgarishlar, hayotiy jarayonlarning barchasi materiya harakatining turli shakllaridir. Materiya harakatining bir shakli boshqa shakliga aylana oladi. Masalan, mexanik harakat issiqlik harakatiga, issiqlik harakati kimyoviy harakatga, kimyoviy harakat elektrik harakatga oson aylanadi va hokazo. Materiya tushunchasi bilan harakat tushunchasi o'zaro bog'liqdir. Demak materiya yashash shaklining birinchisi modda. Modda tinch massaga ega va u mikrozarralardan iborat sistemadir. Ko'p sonli mikrozarralar to'plamidan moddalar, moddalardan esa makrosistemalar paydo bo'ladi. Makrosistemalarning hosil bo'lishi ham ma'lum bir qonuniyatlarga bo'ysunadi.

Modda zarrachalarining harakat tezligi turlicha bo‘ladi, modda zarrachalari erishadigan eng katta tezlik yorug‘lik tezligi ( $3 \times 10^8$  kmG‘s) ga teng.

Materiya mavjudligining ikkinchi shakli – fizik maydon bo‘lib (yorug‘lik maydoni, magnit maydoni, gravitatsion maydon) maydonni tashkil qiluvchi zarrachalar, foton ( $\gamma$ )lar «tinch massa» ga ega emas. Fizik maydon materiyaning shunday shakli, u modda zarrachalarini bir-biri bilan bog‘lab turadi va bu zarrachalar orasida o‘zaro ta’sirni amalga oshiradi. Shuning uchun modda bor joyda maydonning bo‘lishi muqarrardir. Demak, moddalarni tashkil qiluvchi fundamental va elementar zarrachalar maydonlarni hosil qiladi.

Moddalarning barcha xossalarini va ular haqidagi barcha qonuniyatlarni kimyo fani o‘rgansa maydonlar fizika qonunlariga bo‘ysunadi va uni fizika fani o‘rganadi. Modda bilan maydon bir-biriga o‘tishi mumkin. Masalan, elektron bilan pozitron o‘zaro qo‘shilib 2 ta kvant hosil qilishi, ma’lum sharoitlarda aksincha 2 ta kvant asosida elektron va pozitronning hosil bo‘lish kabi jarayonlarni misol qilish mumkin. Zamonaviy tasavvurlarga ko‘ra, modda materiyaning tinch holatidagi massasiga ega bo‘lgan ko‘rinishidir. Moddaning eng muhim zarrachalari jumlasiga «elementar zarrachalar», «atom zarrachalar», «molekulyar zarrachalar», shuningdek ularning «assotsillanish» va «agregatlanish mahsulotlari kiradi.

### **6.3-§. Tarkibning doimiylik qonuni. Karrali nisbatlar qonuni**

Tarkibning doimiylik qonuni kimyoning asosiy qonunlari qatoriga kiradi:

***Har qanday toza modda, olinish usulidan qat’iy nazar, o‘zgarmas sifat va miqdoriy tarkibga ega bo‘ladi.***

Masalan, uglerod (IV) oksid (karbonat anhidrid)  $\text{CO}_2$  ning tarkibini ko‘rib chiqamiz. U uglerod bilan kisloroddan tarkib topgan (sifat tarkibi).  $\text{CO}_2$  da uglerodning miqdori 27,27%, kislorodniki – 72,73% (miqdoriy tarkibi). Karbonat anhidridni ko‘p usullar: uglerod bilan kisloroddan; uglerod (II) oksid bilan kisloroddan sintez qilish, karbonatlarga kislotalar ta’sir ettirish va boshqa usullar



bilan olish mumkin. Barcha hollarda toza uglerod (IV) oksid, olinish usulidan qat'iy nazar, yuqorida keltirilgan tarkibga ega bo'ladi.

Atom-molekulyar ta'limot tarkibning doimiylik qonunini tushuntirishga imkon beradi. Atomlarning massasi tarkibi ham umuman o'zgarmas bo'ladi.

Tarkibning doimiylik qonunini dastlab fransuz kimyogar olimi J.Prust 1808-yilda ta'riflab berdi. U "Yerning bir qutbidan boshqa qutbigacha bo'lgan joydagi birikmalarning tarkibi bir xil va xossalari ham bir xil bo'ladi. Janubiy yarimshardagi temir oksid bilan shimoliy yarimshardagi temir oksid orasida hech qanday farq yo'q. Sibirdagi malaxitning tarkibi Ispaniyadagi malaxitning tarkibi bilan bir xil. Butun dunyoda faqat bir xil kinovar bor", deb yozgan edi.

Qonunning bu ta'rifida yuqorida keltirilgan ta'rifidagi kabi olinish usulidan va qayerda bo'lishidan qat'iy nazar, birikmaning tarkibi o'zgarmas bo'lishi ta'kidlanadi.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko'rsatadiki, o'zgarmas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda, o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo'lar ekan. N.S.Kurnakovning taklifiga ko'ra o'zgarmas tarkibli birikmalar *daltonidlar* (ingliz kimyogari va fizigi Daltonning xotirasiga), o'zgaruvchan tarkiblilari – *bertollidlar* (shunday birikmalar borligini oldindan aytgan fransuz kimyogari Bertolle xotirasiga) deb ataladi. Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan,  $H_2O$ ,  $HI$ ,  $CCl_4$ ,  $CO_2$ . Bertollitlarning 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  $UO_{3,0}$  gacha bo'ladi. Olinish sharoitiga qarab, vanadiy (II) oksidning tarkibi  $VO_{0,9}$  dan  $VO_{1,3}$  gacha bo'lishi mumkin. Sirkoniy azot bilan o'zaro ta'sir ettiriganda sirkoniy nitrit hosil bo'ladi. ZrN tarkibli birikmadan tashqari  $ZrN_{0,59}$ ,  $ZrN_{0,69}$ ,  $ZrN_{0,74}$  va  $ZrN_{0,89}$  nitridlar ham bo'ladi. Bertollidlar oksidlar, gidridlar, sulfidlar, nitridlar, karbidlar (uglerodli birikmalar), silitsidlar (kremniyli birikmalar) va kristall strukturaga ega bo'lgan boshqa anorganik birikmalar orasida uchraydi. O'zgaruvchan tarkibli birikmalar

borligi munosabati bilan tarkibning doimiylik qonunining hozirgi ta'rifiga aniqlik kiritish kerak bo'ladi.

Molekulyar strukturali, ya'ni molekulalardan tuzilgan birikmalarning tarkibi, olinish usulidan qat'iy nazar o'zgarmas bo'ladi, nomolekulyar strukturali (atomli, ionli va metall panjarali) birikmalarning tarkibi esa o'zgaruvchandir va olinish sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Masalan, vanadiy (II) oksidning tarkibi temperaturaga va sintezda ishlatiladigan kislorodning bosimiga bog'liq bo'ladi. Elementlarning izotop tarkibini ham hisobga olish kerak: masalan, odatdagi suvda 11,19%, og'ir suvda esa – 20% vodorod bo'ladi.

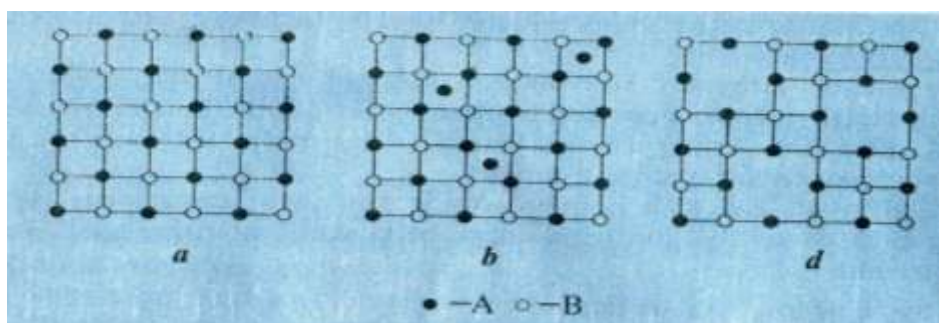
Ilmiy izlanishlarda kimyoviy moddalarni ularning tuzilishiga ko'ra, molekulyar va nomolekulyar turlarga bo'lingan edi. Anorganik tabiatga ega bo'lgan moddalarning taxminan 5% igina molekulyar tuzilishga ega. Ular qatoriga oddiy gazlar (nodir gazlar,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ , galogenlar), oddiy sharoitda gaz holidagi yoki qaynash temperaturasi unchalik yuqori bo'lmagan molekulyar tuzilishga ega bo'lgan moddalar (suv, ammiak, uglerod(II) va uglerod(IV) oksidlar) va boshqalarni kiritish mumkin. Bunday moddalar molekulalari tarkibidagi atomlar soni ko'p bo'lmaydi, ular molekulalari orasidagi bog'lanish juda zaif; boshqacha aytganda, molekulalar orasidagi bog' atomlar orasidagi kovalent bog' energiyasidan 10 martalar zaif bo'ladi. Bunday turkumdagi moddalarning tarkibi ularning olinish usuliga bog'liq emas, ularning tarkibi doimiydir.

Anorganik moddalarning deyarli 95% miqdori nomolekulyar turga taalluqli. Ko'pincha kristall holatdagi anorganik moddalar atom yoki ionlardan tuzilgan bo'lib, ularning tarkibi doimiy bo'lmaydigan holatlar ko'p uchraydi. Bunga kristall tuzilishning defekti (kamchiligi) sabab bo'ladi.

Ko'pincha defekt ikki xil bo'ladi. Misol tariqasida tarkibida ikki xil atom (yoki ion) bo'lgan AB moddani olaylik. Struktura elementlari kristall hosil qilishda uch xil holatda bo'lishi mumkin (6.3.1-rasm).

Ideal holatdagi kristall panjara tugunlarida atom (yoki ion)lar muntazam tartibda joylashadi (a-holat). Real kristallarda esa ular tugunidagi zarrachalardan

tashqari tugunlar oralig'ida qo'shimcha atomlar (ularning xili ahamiyatga ega emas) joylashgan (b-holat) yoki tugunlar atom yoki ionlar bilan ishg'ol etilmay qolgan holat (d-holat) yuzaga kelishi mumkin.



6.1-rasm. Tarkibi AB bo'lgan moddani kristall panjara tuzilishida buzilish turlari:  
 a – ideal tuzilishga ega bo'lgan modda panjarasi; b – stexiometriyaga nisbatan A zarrachani ko'proq tutgan modda panjarasi; d – stexiometriyaga nisbatan B zarrachani ko'proq tutgan modda panjarasi.

Stexiometrik qonuniyatdan chetlashishdagi miqdoriy farqlar katta bo'lmisligi sababli, kimyoviy tahlil natijalarini aniqlashda yo'l qo'yiladigan amaliy xatolar tufayli, uzoq vaqtlar davomida bunday birikmalar mavjud ekanligini aniqlashning iloji bo'lmagan.

Zamonaviy tekshirishlar asosida titan(II) oksidning tarkibi  $TiO_{0,8}$  dan  $TiO_{1,2}$  gacha, mis(I) oksidning tarkibi  $Cu_{1,8}O$  dan  $Cu_2O$  gacha, titan(IV) oksidniki esa  $TiO_{1,46}$  dan  $TiO_{1,56}$  gacha, temir(II) oksidniki –  $Fe_{0,89}O$  dan  $Fe_{0,95}O$  gacha, uning sulfidniki –  $Fe_{1,1}S$  dan  $FeS_{1,1}$  gacha bo'lishi aniqlangan.

Shunday o'zgaruvchan tarkibli qattiq holatdagi moddalarning mavjudligi ularning xossalari, masalan, magnit xossalari, rangi, elektr tokining o'tkazuvchanligini tekshirish natijalari asosida aniqlandi. Bunday birikmalar d-elementlarning oksidlari, gidridlari, karbidlari, nitridlari va sulfidlari orasida keng tarqalgan. Ular ko'pincha ravshan rangli, yarim o'tkazuvchan xossaga ega, ularda reaksiyon va katalitik xususiyatlar doimiy tarkibga ega bo'lgan moddalarnikiga qaraganda ustun ekanligi aniqlangan.

### Nazorat savollari:

1. Tarkibning doimiylik qonuniga ta'rif bering.
2. Qanday tuzilishli moddalar tarkibning doimiylik qonuniga bo'ysunmaydi?
3. Bertolidlarga misollar keltiring.
4. Daltonidlarga misollar keltiring.
5. 3,15 g marganes oksid alyuminotermiya usuli bilan qaytarilganda,  $1,806 \cdot 10^{22}$  ta alyuminiy oksid hosil bo'ldi. Qaytarilgan oksid formulasini toping.  
A)  $MnO_2$  B)  $MnO$  C)  $Mn_2O_3$  D)  $Mn_2O_7$
6. Mis va oltindan iborat 70 g qotishmadagi misning massa ulushi 80% bo'lsa, unga necha gramm oltin qo'shilganda  $Cu_3Au$  tarkibli qotishmaga aylanadi?  
A) 50,65 B) 43,47 C) 49,35 D) 30,65
7. Mis va oltindan iborat 80 g qotishmadagi misning massa ulushi 65% bo'lsa, unga necha gramm oltin qo'shilganda  $Cu_3Au$  tarkibli birikma birikma olinadi?  
A) 25,3 B) 52,3 C) 43,5 D) 28,4
8. Oltin va misdan iborat 50 g qotishmadagi misning massa ulushi 80% bo'lsa, unga necha gramm oltin qo'shilganda  $Cu_3Au$  tarkibli qotishmaga aylanadi?  
A) 27 B) 40 C) 50 D) 31
9. Natriy va qalaydan iborat 200 g qotishmadagi natriyning massa ulushi 20,5% bo'lsa, unga necha gramm qalay qo'shilganda  $Na_2Sn_3$  tarkibli qotishmaga aylanadi?  
A) 92 B) 41 C) 212 D) 159

### Tarkibning doimiylik qonuniga oid masalalar ishlash

Tarkibning doimiylik qonuniga doir dastlabki ilmiy tasavvurlar buyuk mutafakkir olim Abu Ali ibn Sino tomonidan 1011-1014-yillarda yozilgan "Kitob al-qonun fi-t-tiib" ("Tib qonunlari") kitobidagi "Sodda dorilar" bo'limida bayon qilingan bo'lib, dorivor moddalar toza bo'lishligi, ularning rangi, mazasi, hidi va boshqa xossalari moddaning tarkibiga bog'liq bo'lishligi ta'kidlangan. Har qanday dorivor toza modda ma'lum tarkibga ega bo'lishligini ko'rsatish orqali ibn Sino tomonidan tarkibning doimiylik qonuniga dastlabki ilmiy poydevor qo'yilgan deb e'tirof etish o'rinlidir.

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

Kimyoning asosiy qonunlaridan bo'lmish, tarkibning doimiylik qonuni asosida biz quyidagicha masalalar ishlash yo'llari bilan tanishamiz.

Moddaning tarkibini kimyoviy belgilar bilan ifodalab, moddaning kimyoviy formulasidan quyidagilarni aniqlash mumkin:

1. Moddaning sifat tarkibini – u qanday kimyoviy elementlardan tarkib topganligini;
2. Moddaning nisbiy molekulyar massasini;
3. Modda molekulasi tarkibiga kirgan har qaysi element atomlari sonini va valentligini;
4. Moddaning miqdor tarkibini – modda tarkibiga kiruvchi elementlarning massa ulushlarini;
5. Moddaning nomini;
6. Shu formulaga qarab, ayni modda oddiy yoki murakkab modda ekanligini;
7. Uning bitta molekulasini;
8. Uning molekulasi tarkibiga kirgan har qaysi elementning nechtadan atomi kirganligini;
9. Modda tarkibiga kiruvchi elementlar qanday og'irlik nisbatda ekanligini.

Moddaning kimyoviy formulasi 2 xil bo'ladi; 1) eng oddiy formula; 2) haqiqiy yoki molekulyar 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 moddaning eng oddiy formulasini chiqarish uchun uning og'irlik tarkibini va shu modda tarkibidagi elementlarning atom massalarini bilish kerak.

Quyida biz moddaning foiz tarkibini hisoblashga doir masalalarning yechilishi bilan tanishamiz.

**1-misol.** Sulfat kislota tarkibini toping.

Yechish: *1-usul.* Formulaga qo'yish usuli bo'lib,  $\omega_{\%} = \frac{Ar_{(el-t)}}{Mr} \cdot 100\%$  dan foydalanamiz. Buning uchun avvalo sulfat kislotaning nisbiy molekulyar massasini hisoblab topamiz.

a) Molekulyar massa topamiz:  $Mr(H_2SO_4) = 1 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ g/mol}$

b) Tarkib chiqaramiz:  $\omega_{\%(H)} = \frac{2}{98} \cdot 100\% = 2,041\%$

$$\omega_{\%(S)} = \frac{32}{98} \cdot 100\% = 32,65\%$$

$$\omega_{\%(O)} = \frac{64}{98} \cdot 100\% = 65,31\%$$

c) Natijalarni tekshiramiz:  $\omega(H) + \omega(S) + \omega(O) = 100\%$   
 $2,041 + 32,65 + 65,31 = 100\%$

*2-usul.* Proportsiya tuzish orqali hisoblash.

a) 98 g sulfat kislotani 100% deb olsak,

2 g vodorodni  $x_1$  deb olamiz

$$x_1 = \frac{2 \times 100}{98} = 2,041\%$$

b) 98 g sulfat kislotani 100% deb olsak,

32 g oltingugurtni  $x_2$  deb olamiz

$$x_2 = \frac{32 \times 100}{98} = 32,65\%$$

c) 98 g sulfat kislotani 100% deb olsak,

64 g kislorodni  $x_3$  deb olamiz

$$x_3 = \frac{64 \times 100}{98} = 65,31\%$$

g) Natijalarni tekshiramiz:  $\omega(H) + \omega(S) + \omega(O) = 100\%$

$$2,041 + 32,65 + 65,31 = 100\%$$

**2-misol.** Fosfat angidrid ( $P_2O_5$ ) tarkibidagi fosforning foiz tarkibini aniqlang.

Yechish : *1-usul.*

a) Molekulyar massa topamiz:  $Mr(P_2O_5) = 31 \cdot 2 + 16 \cdot 5 = 142 \text{ g/mol}$

b) Tarkib chiqaramiz:  $\omega_{\%(P)} = \frac{62}{142} \cdot 100\% = 43,66\%$

*2-usul.* Proportsiya tuzish orqali hisoblash.  $Mr(P_2O_5) = 31 \cdot 2 + 16 \cdot 5 = 142 \text{ g/mol}$

142 g fosfat angidridni 100% deb olsak,

62 g fosforni  $x_1$  deb olamiz

$$x_1 = \frac{62 \times 100}{142} = 43,66\%$$

***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

1. Birikmalardan qaysi birida xlorning massa ulushi eng kichik?

A) xlor(II) oksid

B) xlor(I) oksid

C) xlor(VII) oksid

D) perxlorat kislota

2. Pretsipitatdagi fosforning massa ulushini (%) aniqlang.

A) 43,66 B) 15,12 C) 18,02 D) 12,25

3. Nitrat kislotasi tarkibidagi azotning massa ulushi nimaga teng?

A) 0,11 B) 0,18 C) 0,22 D) 0,30

4. Quyidagi birikmalarning qaysi birida uglerodning massa ulushi uning atomining massasiga teng?

A)  $H_2CO_3$  B) CO C)  $CaCO_3$  D)  $Ca(CH_3COO)_2$

5. Quyidagi birikmalardan qaysi birida xlorning massa ulushi eng katta?

1)  $Cl_2O$  2)  $Cl_2O_3$  3)  $Cl_2O_5$  4)  $Cl_2O_7$

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1

6. Quyidagi birikmalarni qaysi birida azotning massa ulushi eng katta?

1)  $NH_4NO_3$  2) NO 3)  $N_2O_4$  4)  $N_2O$

A) 2 B) 4 C) 3 D) 1

7. Quyidagi raqamlar qatorining qaysi biri kalsiy digidrofosfatdagi elementlar massa ulushlariga mos keladi?

A) 17, 2, 26, 55 B) 11, 4, 20, 65 C) 20, 5, 17, 58 D) 32, 8, 14, 46

8. Oddiy shisha tarkibidagi CaO ning massa ulushini aniqlang.  
 A) 12,3 B) 11,7 C) 15,6 D) 13,4
9. To‘rtinchi guruh elementlaridan birining kislorodli birikmasi tarkibida 53,3% kislorod borligi aniqlangan bo‘lsa, shu element nomini ko‘rsating.  
 A) uglerod B) kremniy C) germaniy D) qalay
10. Ammoniy digidrofosfat tarkibidagi fosforning foiz miqdorini hisoblang.  
 A) 23,5 B) 20,8 C) 27,4 D) 26,9

#### 6.4-§. 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 “ekvivalent” 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‘rnini oladigan og‘irlik qismini ko‘rsatuvchi son shu elementning ekvivalenti deyiladi. Ekvivalentlar qonuni shunday ta’riflanadi: *elementlar o‘zaro ekvivalentlarga proporsional miqdorlarda birikadi va almashinadi*. Masalan, 1,008 og‘irlik qism vodorod 35,54 og‘irlik qism xlor, 23 og‘irlik qism natriy, 19 og‘irlik qism fluor, 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, alyuminiyning ekvivalenti esa 9 ga teng.

Elementlarni ekvivalent (E) og‘irligini topish uchun element atom og‘irligini (Ar) uning valentligiga (V) bo‘linadi:

$$E = \frac{Ar}{V}$$

Bu yerda: E – ekvivalent; Ar – atom massasi (g); V – valentlik



Endi shu formula orqali kislorod moddasining tarkibidagi kislorod atomi ekvivalentini topamiz:

Kislorod elementining atom massasi 16 ga teng. Kislorod molekulasida kislorodning valentligi 2 ga teng ( $O=O$ ).

$$E_{(O)} = \frac{Ar}{V} = \frac{16}{2} = 8$$

Vodorod moddasidagi vodorodning ekvivalentini topamiz:

Vodorodning atom massasi ham valentligi ham 1 ga teng. Demak uning ekvivalent massasi ham 1 ga teng ekan.

$$E_{(H)} = \frac{1}{1} = 1$$

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  $CO_2$  da esa uglerod to‘rt valentli va uning ekvivalenti 3 ga teng bo‘ladi. Bu yerda 12:32 yoki 3:8 nisbatda birikkan.

1. Oddiy moddalarning ekvivalentini toppish uchun uning atom massasini valentligiga bo‘lish asosida topiladi. Masalan:

Ftor moddasi tarkibidagi ftorning ekvivalentini topamiz:

Ftorning atom massasi 19 ga teng. Ftor molekulasida ftorning valentligi 1 ga teng (F-F). (Izoh: galogenlar ya’ni  $F_2$ ;  $Cl_2$ ;  $Br_2$ ;  $J_2$  molekulari I valentlikni namoyon qiladilar)

$$E_{(F)} = \frac{Ar}{V} = \frac{19}{1} = 19$$

Azot molekulasidagi azotning ekvivalentini topamiz:

Azotning atom massasi 14 ga teng. Azot molekulasida azotning valentligi 3 ga teng ( $N\equiv N$ ).

$$E_{(N)} = \frac{Ar}{V} = \frac{14}{3} = 4,67$$

2. Oksidning ekvivalentini aniqlash uchun oksid molyar massasini, oksid hosil qiluvchi elementni indeksi (n) va uning valentligi (V) ko'paytmasiga bo'lish kerak.

$$E_{(oksid)} = \frac{Mr_{(oksid)}}{n \cdot V}$$

$E_{(oksid)}$  – oksid ekvivalent massasi;

$Mr_{(oksid)}$  – oksid molyar massasi (g);

n – element indeksi;

V – element valentligi.

Savol:  $Al_2O_3$  ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab  $Al_2O_3$  ning molyar massasini topamiz ( $27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 102$ ).  
Alyuminiyning valentligi III ga, indeksi esa 2 ga teng.

$$E_{(oksid)} = \frac{Mr_{(oksid)}}{n \cdot V} = \frac{102}{2 \cdot 3} = 17$$

3. Kislota ning ekvivalentini aniqlash uchun kislota molyar massasini uning tarkibidagi metall atomiga o'rnini beradigan vodorod soniga bo'lish kerak.

$$E_{(kislota)} = \frac{Mr_{(kislota)}}{n(H)}$$

$E_{(kislota)}$  - kislota ekvivalent massasi; g

$Mr_{(kislota)}$  - kislota molyar massasi (g)

n(H) - metallga o'rnini bera oladigan vodorodlar soni

Savol:  $H_2SO_4$  ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab  $H_2SO_4$  ning molyar massasini topamiz ( $2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98$ ).  $H_2SO_4$  tarkibida 2 ta H atomi bor.

$$E_{(kislota)} = \frac{Mr_{(kislota)}}{n(H)} = \frac{98}{2} = 49$$

4. Asosning ekvivalentini aniqlash uchun asos molyar massasini gidroksil (OH) guruh soniga bo'lish kerak.

$$E_{(asos)} = \frac{Mr_{(asos)}}{n(OH)}$$

$E_{(asos)}$  – asos ekvivalent massasi

$Mr_{(asos)}$  – asos molyar massasi (g)

$n(OH)$  – gidroksid (OH) guruhlar soni

Savol:  $Ca(OH)_2$  ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab  $Ca(OH)_2$  ning molyar massasini topamiz ( $40+17\cdot 2=74$ ).  $Ca(OH)_2$  tarkibida 2 ta OH guruhi bor.

$$E_{(asos)} = \frac{Mr_{(asos)}}{n(OH)} = \frac{74}{2} = 37$$

5. Tuzning ekvivalentini aniqlash uchun tuz molyar massasini metall indeksi ( $n$ ) va valentligi ( $V$ ) ko'paytmasiga bo'lish kerak.

$$E_{(tuz)} = \frac{Mr_{(tuz)}}{n \cdot V}$$

$E_{(tuz)}$  - tuz ekvivalent massasi

$Mr_{(tuz)}$  - tuz molyar massasi (g)

$n$  - metall (kation) indeksi

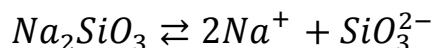
$V$  - metall (kation) valentligi

Savol:  $Al_2(SO_4)_3$  ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab  $Al_2(SO_4)_3$  ning molyar massasini topamiz ( $27\cdot 2+96\cdot 3=342$ ).  $Al_2(SO_4)_3$  da alyuminiy III valentli va indeksi 2 ga teng.

$$E_{(tuz)} = \frac{Mr_{(tuz)}}{n \cdot V} = \frac{342}{2 \cdot 3} = 57$$

6. Ionning (kation yoki anionning) ekvivalentining massasini ( $Mr$ ) zaryadiga ( $Z$ ) bo'linganda chiqadigan bo'linmaga teng bo'ladi. Masalan:



$$E_{(Na^+)} = \frac{Mr}{Z} = \frac{23}{1} = 23$$

$$E_{(SiO_3^{2-})} = \frac{Mr}{Z} = \frac{76}{2} = 38$$

Barcha moddalar bir-birlari bilan ekvivalent miqdorida reaksiyaga kirishadi.

Bu esa reaksiyaga kirishuvchi va reaksiyadan keyin hosil bo'luvchi moddalarning miqdorini avvaldan aniqlashga imkon beradi. Masalan, kislotani neytrallashga 0,2 g/ekv ishqor sarf qilingan bo'lsa, kislotadan ham 0,2 g/ekv

reaksiyaga kirishgan bo‘ladi. Ekvivalentlar qonunining matematik ifodasini quyidagi nisbat bilan ko‘rsatish mumkin:

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

bunda,  $m_1$  va  $m_2$  o‘zaro ta’sirlashayotgan birinchi va ikkinchi moddalarning massalaridir.  $E_1$  va  $E_2$  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.

#### **Nazorat savollari:**

- 1,575 g kislotani neytrallash uchun 1 g natriy gidroksid sarflandi. Kislotani ekvivalent molyar massasini toping.  
A) 63,0 B) 98 C) 64 D) 49,0
- Tarkibida 30% kislorod bo‘lgan oksid tarkibidagi metalning ekvivalent molyar massasini aniqlang.  
A) 20 B) 18,68 C) 17,67 D) 9
- $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{HClO}_4$  birikmalaridagi xlorning ekvivalentligi to‘g‘ri keltirilgan qatorni belgilang.  
A) 71; 71,83; 44,5; 7,1 B) 35,5; 35,5; 35,5; 35,5  
C) 71; 35,5; 9; 17,75 D) 35,5; 11,83; 35,5; 5,07
- Metall gidridi tarkibida 4,76% vodorod bo‘lsa, metallning ekvivalentini aniqlang.  
A) 20 B) 10,35 C) 3 D) 12,15
- Bir xil miqdordagi metall 0,4 g kislorodni yoki 0,95 g galogeni biriktirib olishi mumkin. Galogenning ekvivalenti nechaga teng?  
A) 35,5 B) 19 C) 80 D) 127

6. 1,23 g fosfit kislotani neytrallash uchun 0,03 mol kaliy gidroksid sarf bo'ldi. Kislotaning ekvivalentini toping.  
A) 20,5 B) 32,8 C) 41 D) 49 E) 27,33
7. 0,1 l ortofosfat kislotaning 0,1 mol/l eritmasini neytrallash uchun 448 ml (n.sh.) ammiak sarflandi. Kislotaning ekvivalentini toping.  
A) 98 B) 39,2 C) 49 D) 32,67
8. 2 g to'rt valentli element 0,378 l (n.sh.) kislorodni biriktirsa, shu elementni va uning ekvivalentini toping.  
A) Pb; 51,75 B) N; 3,5 C) Sn; 29,63 D) S; 8
9. 12 g metall oksidlanishidan 16,8 g oksid hosil bo'lgan. Qaysi metall oksidlangan?  
A) Fe B) Ba C) Ca D) K
10. Alyuminiy xloridning tarkibida 20,2% Al va 79,8% Cl bor. Alyuminiyning ekvivalentini toping.  
A) 3 B) 27 C) 44,5 D) 9

### **Ekvivalentlar qonuni bo'yicha masalalar ishlash**

Moddaning ekvivalent massasiga son jihatdan teng qilib, grammlar hisobida olingan miqdor **gramm-ekvivalent** deyiladi. U quyidagicha topiladi:

$$n_{ekv} = \frac{m}{E}$$

Bu yerda  $n_{ekv}$  – moddaning gram-ekvivalent miqdori;

$m$  – moddaning massasi;

$E$  – moddaning ekvivalent massasi.

**Ekvivalent hajm.** Biror moddani ekvivalent og'irligiga teng massasini egallagan hajmi shu moddaning ekvivalent hajmi deyiladi.

Moddalar ekvivalent og'irliklari topilgani kabi ularning ekvivalent hajmlarini ham topish mumkin.

Masalan, vodorod 2 g massasi normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi. Vodorodning ekvivalent massasi 1 g ga teng bo'lsa u normal sharoitda 11,2 l hajmni egallaydi.

$$\begin{array}{r}
 22,4 \text{ l} \quad 2 \text{ g H}_2 \\
 x \text{ l} \quad 1 \text{ g H}_2 \\
 x = \frac{22,4 \cdot 1}{2} = 11,2 \text{ l}
 \end{array}$$

Topilgan 11,2 l qiymat vodorodning ekvivalent hajmidir.

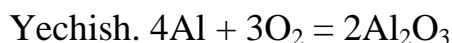
Xuddi shunday holda kislorodning ekvivalent hajmini aniqlash mumkin.

32 g O<sub>2</sub> normal sharoitda 22,4 l hajmi egallaydi, uning ekvivalent massasi 8 g kislorod normal sharoitda qanday hajmi egallashini topamiz.

$$\begin{array}{r}
 22,4 \text{ l} \quad 32 \text{ g O}_2 \\
 x \text{ l} \quad 8 \text{ g O}_2 \\
 x = \frac{22,4 \cdot 8}{32} = 5,6 \text{ l}
 \end{array}$$

Demak kislorodning ekvivalent hajmi 5,6 l ga teng ekan.

1-misol. 5 g alyuminiy yonganda 9,44 g alyuminiy oksid hosil bo'ladi, Alyuminiyning ekvivalentini aniqlang.



$$5 \text{ g} \quad x \quad 9,44 \text{ g}$$

Ekvivalentlar qonuniga binoan, har qanday modda boshqa bir modda bilan o'zaro ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi. Shunga asosan, 5 g alyuminiy bilan qancha kislorod teng qiymatli ekanligini topamiz:

$$9,44 \text{ g Al}_2\text{O}_3 - 5 \text{ g Al} = 4,44 \text{ g O}_2$$

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

$$\begin{array}{l}
 \frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}, \\
 \frac{5}{4,44} = \frac{E_1}{8}; E_1 = 9
 \end{array}$$

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

Yechish. Bu masalani ikki xil usul bilan yechish mumkin. 1-usul:

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-usul. Elementlarning ekvivalentini olchashda 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

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

b) metalning ekvivalentini topamiz:

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

$$\frac{3,06}{0,250} = \frac{E_1}{1}; E_1 = 12,24 \text{ g}$$

3-misol. 2 g metall mis tuzi eritmasidan 1,132 g misni siqib chiqaradi. E<sub>Cu</sub> = 31,8 ekanligini e'tiborga olib, metallning ekvivalentini aniqlang.

Yechish. Ekvivaleritlar 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

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

**4-misol.** 2,6 g metall gidroksididan 5,7 g metall sulfat hosil bo'ldi. Metallning ekvivalentini toping.

Yechish. a) metall gidroksidining ekvivalenti metall ekvivalenti bilan gidroksid guruxsi (OH<sup>-</sup>) ekvivalentining yig'indisiga teng.

$$E_{\text{gid}} = E_{\text{Me}^+} + E_{\text{OH}^-} \text{ bunda } E_{\text{OH}^-} = \frac{17}{1} = 17 \text{ } E_{\text{gid}} = E_{\text{Me}} + 17 \text{ bo'ladi.}$$

b) metall sulfatning ekvivalenti metall ekvivalenti bilan kislota qoldig'i ( $SO_4^{2-}$ ) ekvivalentlarining yig'indisiga teng.

$$E_{Mesulfat} = E_{Me} + E_{SO_4^{2-}}$$

$$E_{Mesulfat} = E_{Me} + 48$$

c) ekvivalentlar qonuniga muvofiq quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$\frac{2,6}{5,7} = \frac{E_{Me} + 17}{E_{Me} + 48}$$

$$E_{Me} = 9$$

***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

1. 25 g metall oksidni qaytarish uchun 1,345 g uglerod sarflandi. Hosil bo'lgan metallni ishqorda eritilganda vodorod ajralib chiqdi. Metall oksid formulasini aniqlang.

A) CaO B)  $Li_2O$  C)  $K_2O$  D) NiO

2. 4,56 g magniy yonganda 7,56 g magniy oksidi hosil bo'ldi. Magniyning ekvivalentini aniqlang:

A) 20,16 B) 1,71 C) 12,16 D) 5,26

3.  $8,43 \cdot 10^{-3}$  kg metallni eritish uchun 5% li sulfat kislota eritmasidan 0,147 kg sarflandi. Metallning ekvivalenti hamda ajralib chiqqan vodorodning hajmini (l, n.sh.) hisoblang:

A) 9; 1,68 B) 56; 2; 1,68 C) 20; 1,372 D) 52; 1,372

4. 2,5 g ikki valentli metall karbonatiga nitrat kislota ta'sir ettirilganda 4,1 g metall nitrati hosil bo'ldi. Bu qaysi metall?

A) Fe B) Mg C) Ca D) Co

5. 16,8 g metallni eritish uchun 0,15 mol sulfat kislota sarflandi. Metallning ekvivalentini va reaksiya natijasida ajralib chiqqan vodorodning hajmini (l, n.sh.) toping.

A) 20; 5,6 B) 3,25; 5,04 C) 56; 3,36 D) 9; 11,2

6. 2,45 g kislotani neytrallash uchun 2 g natriy gidroksid sarflandi. Kislotaning ekvivalent molyar massasini aniqlang.

A) 36,5 B) 32,7 C) 63,0 D) 49,0



7. Ortofosfat kislotaning metallar bilan reaksiyaga kirisha oladigan ekvivalent molyar massasini (g/mol) aniqlang.

A) 41 B) 82 C) 48 D) 32,7

8. Tarkibida 47% kislorod bo'lgan oksid tarkibidagi metallning ekvivalent molyar massasini aniqlang.

A) 12 B) 23 C) 20 D) 9

9. 10 g metall n.sh.da 6 l xlor bilan to'liq reaksiyaga kirishdi. Shu metallning nomini va valentligini aniqlang.

A) Cr, 2 B) Fe, 2 C) Cr, 3 D) Fe, 3

10. Agar 2,69 g metall xloriddan 1,95 g metall gidroksid olingan bo'lsa, metallning ekvivalent massasini (g/mol) aniqlang.

A) 27,25 B) 31,75 C) 33,45 D) 35,15

### **Kimyoviy birikmalarning formulalarini topish**

Kimyoviy formulalarning oddiy va haqiqiy formulalarga bo'linishini bilgan holda, oddiy formula modda molekulasida tarkibidagi har bir element atomlari soni orasidagi nisbatni, haqiqiy formula esa modda molekulasida har bir element atomlarining haqiqiy sonini ko'rsatishini angladik. Kimyoviy birikmalarning oddiy formulasini topish uchun birik-ma tarkibiga kirgan elementlarning massa protsentini yoki massa ulushini bilish kerak.

**1-misol.** Bir moddadagi elementlarning massa ulushlari quyidagicha: uglerod-39,9%, vodorod-6,6%, kislorod-53,2%. Shu moddaning eng oddiy formulasini hisoblab chiqaring.

Yechish. Bu modda formulasining umumiy ko'rinishini  $C_xH_yO_z$  shaklda yozish mumkin. Elementlarning massa ulushlarini ularning nisbiy atom massalariga bo'lish orqali biz molekula tarkibidagi elementlarning atom sonlari orasidagi nisbatni keltirib chiqaramiz.

$$C : H : O = \frac{39,98}{12} : \frac{6,6}{1} : \frac{53,2}{16} = 3,3 : 6,6 : 3,3$$

Bundan ko'ramizki, ayni modda molekulasida 3,3 ta uglerod atomiga 6,6 ta vodorod atomi hamda 3,3 ta kislorod atomi to'g'ri keladi. Molekulada atomlar soni

butun sonlar bilan ifodalanganligini nazarda tutib, bu sonlarning barchasini (3,3 : 6,6 : 3,3) ularning eng kichigiga bo‘lamiz.

$$C : H : O = 3,3 : 6,6 : 3,3 = \frac{3,3}{3,3} : \frac{6,6}{3,3} : \frac{3,3}{3,3} = 1 : 2 : 1$$

Binobarin, ayni modda molekulasida elementlarning atomlari orasidagi eng kichik nisbat 1:2:1 ni tashkil etadi, ya’ni bitta uglerod atomiga 2 ta vodorod atomi hamda 1 ta kislorod atomi to‘g‘ri keladi: formula  $\text{CH}_2\text{O}$  ko‘rinishga ega bo‘ladi.

**2-misol.** Biror modda tarkibida ikkita element bor: biri azot, ikkinchisi kislorod. Azotdan 30,43%, kisloroddan 69,57%. Bu modda bug‘ining vodorodga nisbatan zichligi 46 ga teng. Uning haqiqiy formulasini toping.

Yechish: 1. Modda formulasini  $\text{N}_x\text{O}_y$  shaklida yozamiz.

2. Elementlarning massa qismlarini atom massalariga bo‘lib, elementlarning atom sonlari orasidagi nisbatni topamiz:

$$N : O = \frac{30,43}{14} : \frac{69,57}{16} = 2,17 : 4,34 = \frac{2,17}{2,17} : \frac{4,34}{2,17} = 1 : 2$$

Ko‘ramizki modda molekulasida azot va kislorod atom sonlari orasidagi nisbat 1:2 ga teng. Binobarin moddaning eng oddiy formulasi  $\text{NO}_2$ . Endi, haqiqiy formulani topish uchun avval nisbiy molekulyar massani hisoblab chiqaramiz:  $M_r = 2D_{H_2} = 2 \times 46 = 92$

Bu qiymat moddaning nisbiy molekulyar massasi 92 ekanligini ko‘rsatadi.  $\text{NO}_2$  dan topilgan  $M_r=46$ ; binobarin, bu sonni ikkiga ko‘paytirish kerak. Demak moddaning molekulyar massasi:  $M_r = 2 \cdot 46 = 92$ . Uning formulasi  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

**3-misol.** 0,68 g murakkab modda yonganda 1,28 g sulfid angidrid va 0,36 g suv hosil bo‘ldi. Shu moddaning oddiy formulasini toping.

Yechish: Murakkab modda yonganda suv va sulfid angidrid hosil bo‘lganligi uchun, uning tarkibini asosan vodorod va oltingugurt tashkil etadi. Bundan tashqari uning tarkibiga kislorod ham kirgan bo‘lishi mumkin, kislorod hisoblash orqali aniqlanadi.

1) Sulfid angidrid hamda suv massalaridan foydalanib, ular tarkibidagi oltingugurt va vodorod massalarini topamiz;

64 g SO<sub>2</sub> da 32 g S bor

1,28 g SO<sub>2</sub> da X<sub>1</sub> g S bor

$$x_1 = \frac{1,28 \cdot 32}{64} = 0,64 \text{ g S}$$

b) 18 g H<sub>2</sub>O da 2 g H<sub>2</sub> bor

0,36 g H<sub>2</sub>O da X<sub>2</sub> g H<sub>2</sub> bor

$$x_1 = \frac{0,36 \cdot 2}{18} = 0,04 \text{ g H}$$

2) Modda tarkibida kislorod borligini tekshiramiz:

$$m_{\text{modda}} = m_{(S)} + m_{(H)}$$

$$0,68 = 0,64 + 0,04$$

Demak, yondirilgan modda faqat oltingugurt bilan vodoroddan iborat. Agar bu miqdor masala shartidagi miqdordan kam chiqsa, uning tarkibida kislorod ham bo'lar edi.

3) Endi masalani yuqoridagi usul bilan echamiz.

$$H : S = \frac{0,04}{1} : \frac{0,64}{32} = 0,04 : 0,02 = \frac{0,04}{0,02} : \frac{0,02}{0,02} = 2 : 1$$

Murakkab moddaning formulasi H<sub>2</sub>S ekan.

**4-misol.** 0,3 g modda yondirilganda 336 ml karbonat angidrid va 0,36 g suv hosil bo'ldi. Modda bug'ining vodorodga nisbatan zichligi 30 ga teng. Uning molekulyar formulasini toping.

Yechish: Murakkab modda yonganda karbonat angidrid va suv hosil bo'lganligi uchun, uning tarkibini asosan uglerod va vodorod tashkil etadi. Bundan tashqari uning tarkibiga kislorod ham kirgan bo'lishi mumkin, kislorod hisoblash orqali aniqlanadi.

1) Karbonat angidrid hamda suv miqdorlaridan foydalanib, ular tarkibidagi uglerod va vodorod massalarini topamiz.

22400 ml CO<sub>2</sub> da 12 g C bor

336 ml CO<sub>2</sub> da X<sub>1</sub> g C bor

$$x_1 = \frac{336 \cdot 12}{22400} = 0,18 \text{ g C}$$

18 g H<sub>2</sub>O da 2 g H<sub>2</sub> bor

0,36 g H<sub>2</sub>O da X<sub>2</sub> g H<sub>2</sub> bor

$$x_2 = \frac{0,36 \cdot 2}{18} = 0,04 \text{ g H}$$

2) Modda tarkibida kislorod borligini tekshiramiz:

$$m_{\text{modda}} = m_{(C)} + m_{(H)}$$

$$0,3 \neq 0,18 + 0,04$$

Demak, yondirilgan modda faqat uglerod bilan vodoroddan iborat emas. Uning tarkibida kislorod ham bor ekan. Kislorod massasi quyidagicha topiladi:

$$m_{(O)} = m_{(\text{modda})} - m_{(C+H)} = 0,3 - (0,18 + 0,04) = 0,08$$

3) Endi masalani yuqoridagi formula topish usuli bilan echamiz:

$$C : H : O = \frac{0,18}{12} : \frac{0,04}{1} : \frac{0,08}{16} = 0,015 : 0,04 : 0,005 = \frac{0,015}{0,005} : \frac{0,04}{0,005} : \frac{0,005}{0,005} = 3 : 8 : 1$$

Topilgan sonlarga asosan moddaning oddiy formulasi C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O ekanligi aniqlandi. Uning molekulyar massasi 60 ga teng. Masala shartida berilgan nisbatan zichlikdan foydalanib moddaning haqiqiy molyar massasini topamiz: Mr = 2 · 30 = 60. Demak moddaning haqiqiy formulasi C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O ekan.

**5-misol.** Vodorodli birikmasining formulasi HE bo‘lgan elementning yuqori oksidi tarkibida 61,2% kislorod bor. Bu qaysi element?

Yechish: Vodorodli birikmasining formulasi HE bo‘lgan elementning yuqori oksidi formulasi E<sub>2</sub>O<sub>7</sub> bo‘lishini bilamiz. Shunga muvofiq oksid tarkibidagi kislorod foiz ulushidan foydalanib, noma‘lum elementning foiz ulushini topamiz. Chunki har qanday modda yaxlit 100% bo‘ladi.

$$\omega_{(E)} = 100 - 61,2 = 38,8\%.$$

Oksid formulasidan foydalanib element nisbiy atom massasini topamiz.

38,8 g elementga 61,2 g kislorod to‘g‘ri keladi

X g elementga 112 g kislorod to‘g‘ri keladi

$$x = \frac{112 \cdot 38,8}{61,2} = 71$$

$E_2O_7$  formulada E 2 ta ekanligini e'tiborga olsak,  $Ar_{(E)} = 71 : 2 = 35,5$  demak bu element xlor ekanligi kelib chiqadi  $Ar_{(Cl)} = 35,5$ .

***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

1. Vodorod, azot va kislorodning moddadagi massa ulushlari tegishli 5; 35 va 60% ga teng. Shu moddaning eng oddiy formulasini aniqlang.

- A) nitrit kislota
- B) azot(IV) oksidning monogidрати
- C) nitrat kislota
- D) ammoniy nitrat

2. Kumushning massa ulushi 87% bo'lsa, alyuminiy bilan kumush birikmasining formulasini aniqlang.

- A)  $Ag_4Al_2$  B)  $AgAl_2$  C)  $Ag_5Al_3$  D)  $Ag_3Al_2$

3. Jez tarkibida 60% Cu, 40% Zn bo'lsa, uning formulasini toping.

- A)  $Cu_2Zn$  B)  $Cu_3Zn_5$  C)  $Cu_3Zn_2$  D)  $Cu_2Zn_3$

4. Qalay xlorid tarkibida 37,4% xlor bo'lsa, qalay xloridning formulasini aniqlang.

- A)  $SnCl_4$  B)  $SnCl$  C)  $SnCl_2$  D)  $SnCl_5$

5. Qalay bilan natriy birikmasida 20,5% natriy bo'lsa, birikmaning formulasini aniqlang:

- A)  $Na_2Sn$  B)  $Na_2Sn_3$  C)  $Na_4Sn_3$  D)  $Na_4Sn_2$

6. Fosforning ftorli birikmasi tarkibidagi ftorning massa ulushi 0,65 bo'lsa, modda formulasini toping.

- A)  $PF_5$  B)  $PF_3$  C)  $H[PF_6]$  D)  $H[PF_4]$

7. Tarkibida marganesning massa ulushi 49%, kislorodniki 51% bo'lgan oksid formulasini ko'rsating.

- A)  $Mn_2O_3$  B)  $MnO_2$  C)  $MnO$  D)  $Mn_2O_7$

8. Azot oksidlaridan birida azot bilan kislorodning massa ulushlari 7:20 nisbatda bo'ladi. Shu oksidning formulasini chiqaring.

- A)  $N_2O$  B)  $N_2O_5$  C)  $N_2O_3$  D)  $N_2O_4$

9. Xlor oksidlaridan birida kislorodning 112 og'irlik qismiga xlarning 71 og'irlik qismi to'g'ri keladi. Xlarning atom massasi 35,5 ga teng bo'lsa, bu birikmaning formulasi va undagi xlarning valentligi qanday?

1)  $\text{Cl}_2\text{O}$ ; 1 2)  $\text{Cl}_2\text{O}_3$ ; 3 3)  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ; 5 4)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ; 7

A) 4 B) 1 C) 2 D) 3

10. Tarkibida azotning massa ulushi 63,63%, kislorodniki esa 36,37% bo'lgan azot oksidining formulasini ko'rsating

1)  $\text{N}_2\text{O}$  2)  $\text{N}_2\text{O}_3$  3)  $\text{N}_2\text{O}_5$  4)  $\text{NO}$

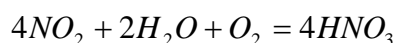
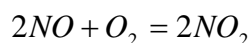
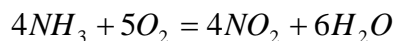
A) 3 B) 4 C) 2 D) 1

### 6.5-§. Kimyoviy tenglamalar va ular bo'yicha hisoblashlar

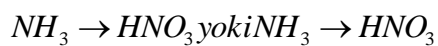
Kimyoviy tenglamalardan foydalanib masalalar yechish eng ko'p qo'llaniladi. Masalalarning bu xili masala shartiga ko'ra moddalarning kimyoviy o'zgarishlari: neytrallanish, ajralish, birikish, o'rin olish, almashinish, oksidlanish-qaytarilish va shu kabi reaksiyalar sodir bo'ladigan hollarning hammasida uchraydi. Bu xildagi masalalarni yechishda reaksiyalarning tenglamalarini to'g'ri yozish, masalaning shartida bayon etilgan moddalarning formulalari tagiga molekulyar massalarining qiymatlarini qo'yib chiqish va gramm-molekulyar qiymatlardan yoki proporsiya usulidan foydalangan holda masalani yechish kerak. Gramm-molekulyar qiymatlardan foydalanib masalalar yechish oson va qulaydir, chunki bunda arifmetik mashqlarni bajarishga ancha kam vaqt ketadi va masala yechuvchi ko'rib chiqilayotgan reaksiyada bo'lishi mumkin bo'lgan o'zgarishlar hamda hosil bo'ladigan moddalarning miqdori haqida birmuncha to'liq tasavvurga ega bo'ladi. Proporsiya usulidan foydalanilganda esa kimyoviy tenglamalar, butun kimyoviy protsessning o'zi ham ikkinchi planga surib qo'yilib, masala yechuvchining butun e'tibori faqat molekulyar massalarning son qiymatlariga va masala shartidagi ma'lumotlargagina jalb etilib qoladi.

Agar masalaning shartiga ko'ra biror moddaning olinishi bir necha reaksiyaning sodir bo'lishiga bog'liq bo'lsa-yu, masalada faqat reaksiya uchun olingan va reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar berilgan bo'lsa, reaksiyaning

barcha oraliq bosqichlari tenglamalaridan foydalanish mutlaqo shart emas. Dastlabki moddalarning oxirgi moddalarga aylanish sxemasidan foydalanish mumkin. Masalan, nitrat kislota ishlab chiqarishda ammiak platina katalizator ishtirokida yondiriladi. Soʻngra hosil boʻlgan azot (II)- oksid kislorodi bilan oksidlanib, azot (IV)- oksidga aylantiriladi, ammiakni katalitik oksidlab nitrat kislota olishning barcha protsessini quyidagi reaksiya tenglamalari bilan ifodalash mumkin:



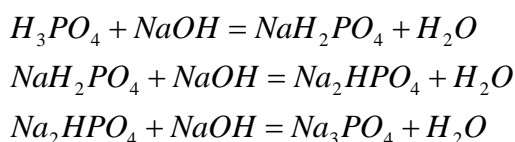
Maʼlum miqdor ammiak yonishidan hosil boʻladigan nitrat kislota miqdorini yoki maʼlum miqdordagi nitrat kislota ishlab chiqarish uchun kerak boʻladigan ammiak miqdorini aniqlash uchun uchala tenglamaning hammasidan foydalanib hisob yuritish shart emas. Buning uchun quyidagi birgina sxemaning oʻzi kifoya:



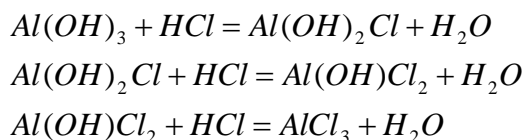
chunki ammiakning nitrat kislota aylanishida 1 g-mol  $NH_3$  dan 1 g-mol  $HNO_3$  hosil boʻladi.

Almashinish reaksiyalariga asoslanadigan masalalarni, yaxshisi gramm-molekulyar qiymatlardan foydalanib yechish kerak: agar reaksiyaga kirishuvchi moddalarning gramm-molekulalari miqdori maʼlum boʻlsa, reaksiyaga kirishgan moddalarning gramm-molekulalari miqdorini ham, reaksiyada hosil boʻlgan mahsulotlarning gramm-molekulalari miqdorini ham reaksiya tenglamasidan osongina topsa boʻladi. Bunday holda arifmetik amallar moddalarning gramm-molekulalarini grammlarga aylantirishdan iborat boʻladi.

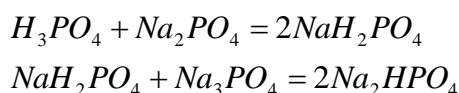
Neytrallanish reaksiyalariga asoslangan masalalar boshqa xil masalalardan farq qiladi, chunki bunday reaksiyalarda reaksiyaga kirishuvchi moddalarning miqdorlariga qarab har xil mahsulotlar hosil boʻladi. Masalan, fosfat kislota ishqor bilan neytrallanganda ishqor bilan kislotaning molyar nisbatlariga qarab reaksiyaning quyidagi mahsulotlari olinishi mumkin:



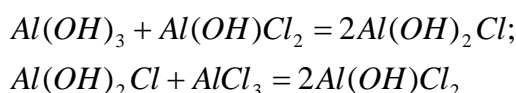
Ko‘p atomli asoslarning neytrallanish protsessi shunga o‘xshash bo‘ladi:



Shuni esda tutish kerakki, kislota yoki asos to‘liq neytrallanmaganda ikki birikmaning aralashmasi hosil bo‘lib, ular bir-biriga aylanib turadi. Chunonchi, fosfat kislota neytrallanganda  $H_3PO_4$  bilan  $NaH_2PO_4$  ning,  $NaH_2PO_4$  bilan  $Na_2HPO_4$  ning,  $Na_2HPO_4$  bilan  $Na_3PO_4$  ning,  $Na_3PO_4$  bilan  $NaOH$  ning aralashmalari hosil bo‘lishi mumkin.  $H_3PO_4$  bilan  $Na_2HPO_4$  ning yoki  $NaH_2PO_4$  bilan  $Na_3PO_4$  ning aralashmalari hosil bo‘la olmaydi, chunki ular bir-biri bilan reaksiyaga kirishadi:



Xuddi shunga o‘xshash asos kislota bilan asta-sekin neytrallanganda ham  $Al(OH)_3$  bilan  $Al(OH)Cl_2$  ning yoki  $Al(OH)_2Cl$  bilan  $AlCl_3$  ning aralashmalari hosil bo‘lmaydi:



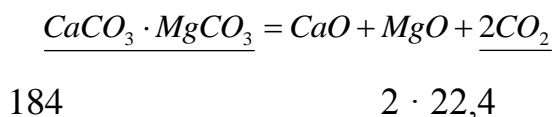
Neytrallanish reaksiyalariga asoslangan masalalarni yechishda tuzlar gidrolizi haqida aniq tasavvurga ega bo‘lish kerak. Tuzlar, odatda, eritmada yaxshi dissotsilanadi. Ayni bir vaqtda suv ham, garchi nihoyatda oz miqdorda bo‘lsa-da, dissotsilanadi. Kuchsiz kislotalarning anionlari vodorod ionlarini biriktirib, gidroksil ionlari konsentratsiyasini oshiradi, kuchsiz asoslarning kationlari esa gidroksil ionlarini biriktirib, vodorod ionlari konsentratsiyasini oshiradi.

Masalalarning bunday xilini yechishda masala shartida berilgan o‘lchov birliklaridan foydalaniladi. Kilogrammlarni grammlarga yoki millilitrlarni litrlarga aylantirish juda katta yoki juda kichik sonlardan foydalanishga majbur qilib, yana ortiqcha qiyinchiliklar tug‘diradi.



**1-masala.** Tarkibida dolomit  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  bo'lgan rudaning 40 grammi parchalanganda 8,96 l  $\text{CO}_2$  (normal sharoitda) ajralib chiqadi. Ruda tarkibida necha protsent dolomit borligini aniqlang.

**Yechish.** Dolomitning termik parchalanishi quyidagi tenglamaga muvofiq boradi.



**Birinchi usul.** Masala shartiga ko'ra 8,96 l yoki  $\frac{8,96}{22,4} = 0,4$  g-mol  $\text{CO}_2$  ajralib chiqqan. Reaksiya tenglamasiga muvofiq 1 g-mol dolomit parchalanishidan 2 g-mol  $\text{CO}_2$  hosil bo'ladi, 0,2 g-mol dolomit parchalanishidan esa 0,4 g-mol  $\text{CO}_2$  hosil bo'ladi. Demak, 40 g ruda tarkibida 0,2 g-mol yoki  $0,2 \cdot 184 = 36,8$  dolomit bo'ladi, bu esa  $\frac{36,8 \cdot 100}{40} = 92\%$  ni tashkil etadi.

**Ikkinchi usul.** Dolomitning parchalanish reaksiyasi tenglamasidan ko'rinib turibdiki, 44,8 l  $\text{CO}_2$  ajralishi uchun 184 g dolomit parchalanishi kerak.

8,96 l  $\text{CO}_2$  ajralishi uchun x g dolomit parchalanishi kerak.

$$x = \frac{8,96 \cdot 184}{44,8} = 36,8 \text{ g}$$

Binobarin, 40 g ruda tarkibida 36,8 g dolomit bo'lgan, bu esa 92% ni tashkil etadi.

**2-masala.** 56 m<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  (normal sharoitda) ishlab chiqarish uchun tarkibida 8% bekorchi jins bo'lgan dolomitdan qancha kerak bo'ladi?

**Yechish. Birinchi usul.** Masala shartiga ko'ra 56 m<sup>3</sup> yoki  $\frac{56}{22,4} = 2,5$  kg-mol  $\text{CO}_2$  olinishi kerak. Yuqorida keltirilgan reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, 1 kg-mol dolomitdan 2 kg-mol  $\text{CO}_2$ ,  $\frac{2,5}{2} = 1,25$  kg-mol yoki  $1,25 \cdot 184 = 230$  kg dolomitdan 2,5 kg-mol  $\text{CO}_2$  hosil bo'ladi. Modomiki, bu miqdor umumiy rudaning faqat 92% ini ( $100 - 8 = 92$ ) tashkil etar ekan, rudadan  $\frac{230 \cdot 100}{92} = 250$  kg olinishi kerak.

**Ikkinchi usul.** Masala shartiga ko'ra  $56 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$  olinishi kerak. Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki,

$44,8 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$  184 kg dolomit parchalanishidan hosil bo'ladi,

$56 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$  x kg dolomit parchalanishidan hosil bo'ladi.

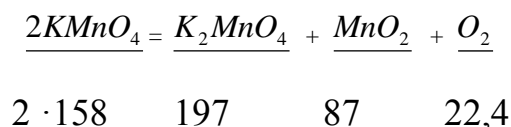
$$x = \frac{56 \cdot 184}{44,8} = 230 \text{ kg}$$

Modomiki, rudaning tarkibida faqat 92% dolomit bor ekan, rudadan

$$\frac{230 \cdot 100}{92} = 250 \text{ kg olinishi kerak.}$$

**3-masala.** Kaliy permanganat termik parchalanganda kaliy manganat  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ , marganes (IV)-oksid  $\text{MnO}_2$  va kislorod hosil bo'ladi. Tarkibida 1,25% begona jins bo'lgan 12,8 g aralashma bo'lgan kaliy permanganat parchalanganda ajralib chiqadigan kislorod hajmini (normal sharoitda) aniqlang.

**Yechish.** Kaliy permanganatning parchalanishi mana bunday tenglamaga muvofiq boradi:



Masala shartiga ko'ra olingan 12,8 g tuz tarkibida  $\frac{12,8 \cdot 1,25}{100} = 0,16 \text{ g}$  bekorchi jins va 12,64 g ( $12,8 - 0,16 = 12,64$ ) kaliy permanganat bo'ladi.

**Birinchi usul.** Masala shartiga ko'ra 12,64 g yoki  $\frac{12,64}{158} = 0,08 \text{ g-mol}$  kaliy permanganat parchalangan. Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, 2 g-mol  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda 1 g-mol  $\text{O}_2$  ajraladi, 0,08 g-mol  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda esa 0,04 g-mol yoki  $0,04 \cdot 22,4 = 0,896 \text{ l}$  yoki 896 ml  $\text{O}_2$  ajralishi kerak.

**Ikkinchi usul.** Masala shartiga ko'ra 12,64 g kaliy permanganat ajralgan. Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, 316 g  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda 22,4 l  $\text{O}_2$  hosil bo'ladi. 12,64 g  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda x l  $\text{O}_2$  hosil bo'ladi,

$$x = \frac{22,4 \cdot 12,64}{316} = 0,896 \text{ l}$$

Shunday qilib, 12,64 g kaliy permanganat parchalanganda 0,896 l yoki 896 ml kislorod ajralar ekan.

***Mustaqil ishlash uchun masalalar.***

1. Tarkibida 21% mineral aralashma bo'lgan 40 g kaliy permanganat parchalanganda 37,44 g qattiq qoldiq hosil bo'lgan. Qattiq qoldiqning tarkibini aniqlang.
2. 20 g kaliy xlorid aralashgan bertole tuzi parchalanganda 12,32 g kaliy xlorid hosil bo'lgan. Berilgan aralashmaning tarkibiy qismlarini protsent hisobida ifodalang.
3. 147 g bertole tuzi parchalanganda uning bir qismi kislorod ajratib parchalandi, qolgan esa perxlorat va kaliy xlorid hosil qilib parchalandi. Bunda 20,16 l kislorod (normal sharoitda) ajralganligini hisobga olib, qattiq qoldiq tarkibini aniqlang.
4. Ishlab chiqarish protsessida ammiakning 98,56% i nitrat kislotaga aylanadigan bo'lsa, 99% li 700 kg nitrat kislota hosil qilish uchun qancha hajm (normal sharoitda) ammiak yondirilishi kerak?
5. Unumi amaliy jihatdan hisoblanganda 95% ni tashkil etadigan 836 kg sirka aldegid olish uchun qancha ohaktoshni kalsiy karbidga aylantirish kerakligini aniqlang.
6. Benzol suvsiz alyuminiy xlorid ishtirokida etilen bilan o'zaro ta'sirlashganda etilbenzol  $C_6H_5 - C_2H_5$  hosil bo'ladi. Reaksiya uchun 776 kg benzol va  $200\text{ m}^3$  etilen (normal sharoitda) olingan va etilenning faqat 89,6 protsenti reaksiyaga kirishgan. Hosil bo'lgan mahsulotning tarkibini aniqlang.
7. Tarkibida 5,4 g mis (II)-xlorid bo'lgan eritmaga tarkibida 1,7 g vodorod sulfid bo'lgan eritma qo'shildi. Eritma bug'latildi. Hosil bo'lgan mis (II)-sulfidning miqdorini aniqlang.
8. Tarkibida 5,88 g fosfat kislota bo'lgan eritmaga tarkibida 8,4 g kaliy ishqori bo'lgan eritma qo'shildi. Hosil bo'lgan cho'kmaning eritma batamom bug'latilgandan keyin qolgan quruq qoldiqning tarkibini aniqlang.

9. Tarkibida 11,9 g kumush nitrat bo'lgan eritmaga tarkibida 2,67 g alyuminiy xlorid bo'lgan eritma qo'shildi. Cho'kmani filtrlab, filtrat bug'latildi. Hosil bo'lgan kumush xloridning va filtrat bug'latilgandan keyingi qoldiqning (bunda alyuminiy nitrat kristallhidrati  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'lishini hisobga oling) massasi va tarkibini aniqlang.

10. Tarkibida 7,84 g xrom (III)-sulfat bo'lgan eritmaga tarkibida 16,64 g bariy xlorid bo'lgan eritma qo'shildi. Hosil bo'lgan bariy sulfat cho'kmasi filtrlab olindi va filtrat bug'latildi. Bariy sulfat filtrat bug'latilgandan keyingi cho'kmaning (bunda kristallhidrat tuzlari –  $\text{BaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi) massasi va tarkibini aniqlang.

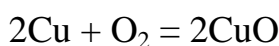
### 6.6-§. Kimyoviy reaksiyalarning turlari

Kimyoviy reaksiya uchun olingan boshlang'ich va reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar soni hamda tarkibiga asoslanib, kimyoviy reaksiyalarni asosiy turlarga ajratib olishimiz mumkin.

Kimyoviy reaksiyalar reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalar (reagentlar) va reaksiya mahsulotlari sonining o'zgarishiga qarab sinflanadi.

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:

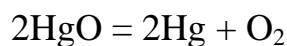


Ammiak gaziga vodorod xlorid gazi ta'sir ettirsak, oq kristall modda – ammoniy xlorid hosil bo'ladi:

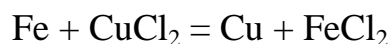
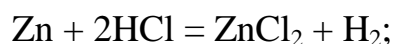


**2. Ajralish reaksiyalari.** Bitta modda molekularidan bir nechta yangi modda molekulari hosil bo'ladigan reaksiyalar ajralish reaksiyalari deyiladi. Masalan:

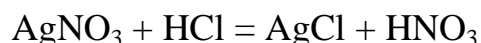
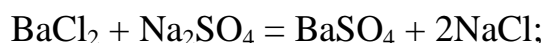




**3. O‘rin olish reaksiyalari.** Oddiy modda atomlarining murakkab modda molekularidagi atomlar o‘rnini olish reaksiyasi o‘rin olish reaksiyalari deyiladi. Masalan, aktiv elementlar o‘zidan passivroq elementlarni birikmalari tarkibidan siqib chiqaradi. Bu reaksiya siqib chiqarish reaksiyasi ham deyiladi.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



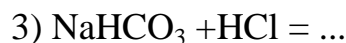
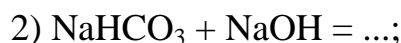
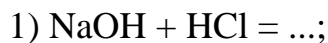
**4. Almashinish reaksiyalari.** Ikkita modda molekulari o‘zining tarkibiy qismlarini bir-biriga almashtirib, ikkita yangi modda molekularini hosil qiladigan reaksiyalar almashinish reaksiyalari deyiladi. Masalan:



Shuningdek, kimyoviy reaksiyalar reaksiya vaqtida issiqlikni yutilishi va ajralishiga ko‘ra endotermik va ekzotermik reaksiyalarga, reaksiyaga kirishayotgan elementlarni oksidlanish darajalarini o‘zgarishi yoki o‘zgarmasligiga ko‘ra oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga ham bo‘linadi.

#### **Nazorat savollari.**

1. Almashinish reaksiyalariga misollar keltiring.
2. O‘rin olish reaksiyalariga misollar keltiring.
3. Quyidagilarning qaysilari neytrallashtirish reaksiyalari hisoblanadi?

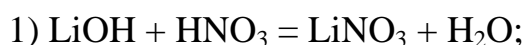


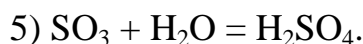
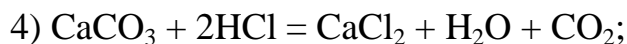
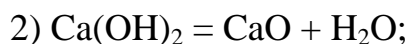
A) 1 B) 2 C) 3 D) 2 va 3

4. Quyidagi tenglama  $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  reaksiya turlarining qaysi birlariga taalluqli?

A) parchalanish B) birikish C) almashinish D) o‘rin olish

5. Keltirilgan tenglamalardan qaysi biri parchalanish reaksiyasi?





A) 2 B) 4 C) 5 D) 3

6. Ionli ko‘rinishda yozilgan tenglama  $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2 + \text{Fe}^{2+}$  qaysi turdagi reaksiyaga xos?

A) o‘rin olish B) oksidlanish-qaytarilish C) birikish D) almashinish

7. Simob (II) nitrat eritmasi bilan misning ta’sirlashuvi kimyoviy reaksiyalarning qaysi sinfiga mansub?

1) birikish; 2) ajralish; 3) o‘rin olish; 4) almashinish; 5) oksidlanish-qaytarilish.

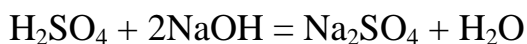
A) 1,5 B) 2, 5 C) 3, 5 D) 4, 5

8. Quyidagi jarayonlardan qaysilari birikish reaksiyalariga misol bo‘la oladi?

1) neytrallanish; 2) gidratlanish; 3) gidrogenlanish; 4) eterifikatsiya; 5) gidroliz.

A) 1 va 2 B) 2 va 3 C) 1 va 4 D) 4 va 5

9. Quyidagi reaksiya qaysi reaksiyalar sinfiga kiradi?



A) oksidlanish-qaytarilish B) birikish C) parchalanish D) neytrallanish

10. Yuzasi tozalangan temir mix qo‘rg‘oshin atsetat eritmasiga tushirilganda uning yuzasi to‘q kulrang tusga o‘tgan. Bu jarayonda qanday turdagi reaksiya sodir bo‘lgan?

A) o‘rin olish B) parchalanish C) birikish D) almashinish

### 6.7-§. Kimyoviy reaksiya turlari bo‘yicha masalalar ishlash

**1. Tarkibida ma’lum protsent qo‘shimchalar bor yoki ma’lum protsentli eritmalar holatida olingan dastlabki moddalardan reaksiya mahsuloti miqdorini hisoblash.**

Misol. Tarkibida 94%  $\text{CaCO}_3$  bo‘lgan 10 kg ohaktoshni kuydirishdan qancha uglerod(IV)-oksid olish mumkin?

**Yechish.** 1) Berilgan ohaktosh namunasining 10 kg da qancha  $\text{CaCO}_3$  borligini topamiz;  $m(\text{CaCO}_3) = 10 \text{ kg} \cdot 94\% = 9,4 \text{ kg}$ .

2) 9,4 kg  $\text{CaCO}_3$  kuydirilganda qancha  $\text{CO}_2$  hosil bo'lishini aniqlaymiz.

$$\begin{array}{r} 9,4 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad x \text{ kg} \\ \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \\ 100 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad 44 \text{ kg} \\ x = \frac{9,4 \cdot 44}{100} = 4,136 \text{ kg CO}_2 \end{array}$$

**2. Nazariy hisoblanganda chiqishi mumkin bo'lgan miqdorga nisbatan reaksiya mahsulotining chiqish protsentini aniqlash.**

Misol. 40 mol suv elektroliz qilinganda 65 g vodorod olindi. Bu nazariy hisoblanganda chiqishi mumkin bo'lgan miqdorning necha protsentini tashkil etadi?

Yechish. 1) Nazariy hisoblanganda 40 mol suvdan qancha vodorod olinishini topamiz.

$$\begin{array}{r} 40 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad x \text{ g} \\ 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2 \\ 2 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 4 \text{ g} \\ x = \frac{40 \cdot 4}{2} = 80 \text{ g H}_2 \end{array}$$

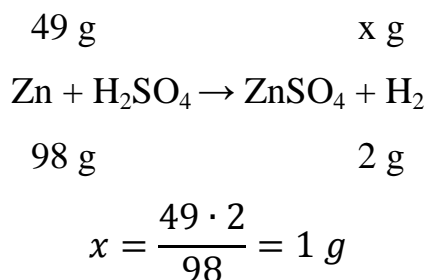
2) Vodorodning chiqishi qancha protsentni tashkil etishini aniqlaymiz.

$$\begin{array}{r} 80 \text{ g vodorod} \qquad \qquad 100\% \text{ ni tashkil etadi.} \\ 65 \text{ g vodorod} \qquad \qquad x \% \text{ ni tashkil etadi.} \\ x = \frac{65 \cdot 100}{80} = 81,25\% \end{array}$$

**3. Agar reaksiya mahsuloti nazariy hisoblanganda chiqishi mumkin bo'lgan miqdorining ma'lum protsent qismini tashkil etsa, uning miqdorini aniqlash.**

Misol. Agar reaksiya unumi 98% ni tashkil etsa, 49 g sulfat kislota bilan yetarli miqdordagi ruxning o'zaro ta'siridan qancha vodorod olish mumkin?

Yechish. 1) Reaksiya unumini 100% deb olib, 48 g sulfat kislotadan qancha vodorod olish kerakligini hisoblaymiz.



2) Reaksiya unumidan foydalanib, vodorodning chiqishi mumkin bo'lgan miqdorining 98% ini hisoblaymiz.

$$m(\text{H}_2) = 1 \cdot 0,98\% = 0,98 \text{ g.}$$

**4. Reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalarning miqdori ma'lum bo'lib , ulardan birining miqdori ortiqcha olingan bo'lsa, reaksiya mahsulotining miqdorini hisoblash.**

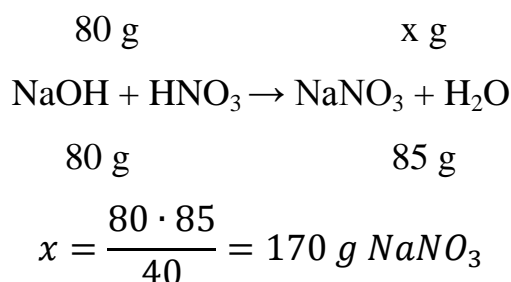
Misol. 130 g nitrat kislota bilan tarkibida 80 g o'yuvchi natriy bo'lgan eritmaning o'zaro ta'siridan necha gramm natriy nitrat olish mumkin?

Yechish. 1) Bunday masalalarni yechishda dastlabki moddalardan qaysi biri ortiqcha olinganligini aniqlash kerak. Buning uchun dastlabki moddalarning miqdorini aniqlaymiz.

$$n_{(\text{HNO}_3)} = \frac{m(\text{HNO}_3)}{Mr(\text{HNO}_3)} = \frac{130}{63} = 2,063 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{NaOH})} = \frac{m_{(\text{NaOH})}}{Mr_{(\text{NaOH})}} = \frac{80}{40} = 2 \text{ mol}$$

2) Miqdori kichik bo'lganidan foydalanib, qancha natriy nitrat hosil bo'lishini topamiz.





***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

1. Tarkibida 25% qo'shimcha modda bo'lgan 75,3 g  $\text{CaC}_2$  ga suv ta'sir ettirilsa, necha litr gaz ajralib chiqadi (n.sh.)?  
A) 33,6 B) 19,8 C) 5,6 D) 22,4
2. 10 g temir va rux qotishmasiga xlorid kislota ta'sir ettirilganda necha litr (n.sh.da) vodorod ajralib chiqadi? Qotishmada ruxning massa ulushi 60% ga teng.  
A) 3,66 B) 6,2 C) 2,36 D) 1,6
3. Tarkibida 38% mis bo'lgan oltin qotishmasini 10 g miqdorini eritish uchun tarkibida necha gramm nitrat kislota bo'lgan eritma talab etiladi? Nitrat kislota NO holigacha qaytariladi.  
A) 9,975 B) 12 C) 26,25 D) 30,4
4. Tarkibida 45%  $\text{FeS}_2$  bo'lgan bir tonna qotishmadan necha kilogramm  $\text{H}_2\text{SO}_4$  olish mumkin?  
A) 367,5 B) 90 C) 898 D) 735
5. 10 g alyuminiy va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aralashmasiga xlorid kislota ta'sir ettirilganda qancha hajm (l, n.sh.) vodorod ajralib chiqadi? Aralashmada  $\text{Al}_2\text{O}_3$  60% ni tashkil etadi.  
A) 6,22 B) 3,88 C) 7,47 D) 4,98
6. Tarkibida 40% qo'shimchasi bo'lgan 40 g temir kolchedanidan necha gramm  $\text{SO}_2$  olish mumkin?  
A) 8,53 B) 42,67 C) 17,06 D) 25,6
7. Xlorid kislotaning 500 g 20% li eritmasini neytrallash uchun qancha (g) NaOH kerak?  
A) 102,5 B) 107,6 C) 109,6 D) 100
8. Ozonning hajmiy ulushi 28% bo'lgan, azot va ozondan iborat 20 l (n.sh.) aralashma yetarli miqdordagi kaliy yodid eritmasi orqali o'tkazilganda necha gramm yod ajraladi?  
A) 63,5 B) 89,7 C) 57,3 D) 75,6
9. Laboratoriyada 26,88 l (n.sh.) ammiak olish uchun 25% qo'shimchasi bo'lgan kaltsiy gidroksiddan necha gramm zarur bo'ladi?  
A) 84,4 B) 59,2 C) 36 D) 44,4

10. Tarkibida 96%  $\text{CaCO}_3$  bo'lgan 1 kg marmardan necha litr (n.sh.) uglerod(IV) oksid olish mumkin?

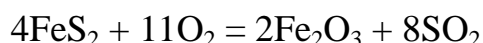
A) 115 B) 105 C) 205 D) 215

### 6.8-§. Stexiometrik sxema asosida masalalar yechish.

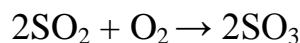
Kimyoviy tenglamalar asosida hisoblanadigan masalalar, kimyoviy tenglamalarni tuzishdan boshlash umumiy usul deb qabul qilingan. Tenglamalarga reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning stexiometrik miqdorlari yoziladi va noma'lum son hisoblab topiladi.

Stexiometrik sxema usulidan foydalanib masalalarni yechish qabul qilingan ximiyaviy tenglamalar tuzish bilan hisoblashga nisbatan ma'lum afzallikka ega, chunki hisoblash uchun va yozish uchun kamroq vaqt sarf bo'ladi. Stexiometrik sxemani tuzishda eng avvalo shu narsaga e'tibor berish kerakki, dastlabki va reaksiyadan keyingi moddalar tarkibidagi zaruriy element atomlarining soni bir xil bo'lishi kerak, formulalar oldiga qo'yiladigan koeffitsientlar hisoblashda tushirib qoldiriladi. Dastlabki moddalar bilan oxirgi moddalar orasiga strelka qo'yiladi.

Masalan, sulfat kislota ishlab chiqarishda asosiy xomashyo temir kolchedan  $\text{FeS}_2$  dir, uni boshqacha oltingugurt kolchedani yoki pirit deb ham nomlanadi. Dastlab kolchedan kuydiriladi; buning natijasida temir (III)-oksid va oltingugurt (IV)-oksid hosil bo'ladi:



Olingan oltingugurt (IV)-oksid  $\text{SO}_2$  havo kislorodi yordamida oksidlanib, sulfat angidrid  $\text{SO}_3$  ga aylantiriladi:

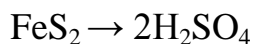


Nihoyat, sulfat angidrid suv bilan sulfat kislota hosil qiladi:

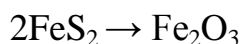


Agar berilgan miqdordagi piritdan hosil bo'ladigan sulfat kislota miqdori hisoblanadigan bo'lsa, zaruriy element – oltingugurt bo'ladi va u pirit va sulfat kislota uchun umumiydir. Dastlabki modda – pirit, oxirgi modda sulfat

kislotadir. Bunday holda masalani stexiometrik yechish sxemasi quyidagicha bo‘ladi:

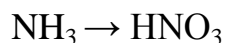


Agar ishlatiladigan ma’lum miqdordagi piritdan hosil bo‘ladigan temir (III)-oksid miqdori hisoblanadigan bo‘lsa, zaruriy element temir bo‘ladi. Dastlabki modda pirit, oxirgi modda temir (III)-oksid bo‘lsa, masalani stexiometrik yechish sxemasi quyidagicha bo‘ladi:



1-misol. Ammiakni katalitik oksidlashda NO ning unumi 96%, gazni yuttirish kolonnasida HNO<sub>3</sub> kislotaning chiqishi 92% bo‘lsa, 1 l NH<sub>3</sub> dan necha litr 52% li ( $\rho = 1,432 \text{ g/ml}$ ) nitrat kislota olish mumkin?

Yechish. 1) Bu masalada zaruriy element azot bo‘lib , reaksiyaning stexiometrik sxemasi quyidagicha bo‘ladi:



$$22,4 \text{ l} \quad 63 \text{ g} \quad x = 2,8125 \text{ g}$$

2) Reaksiya unumlarini e’tiborga olamiz:

$$\text{Oksidlanish } 96\% \text{ bo‘lsa, } m(\text{HNO}_3) = 2,8125 \cdot 0,96 = 2,7 \text{ g}$$

$$\text{Kislotaning chiqish unumi } 92\% \text{ bo‘lsa, } m(\text{HNO}_3) = 2,7 \cdot 0,92 = 2,484 \text{ g.}$$

3) Kislotani 52% li eritmaga aylantiramiz:

$$100 \text{ g eritma tarkibida} \quad 52 \text{ g HNO}_3 \text{ bo‘ladi}$$

$$x \text{ g eritma tarkibida} \quad 2,484 \text{ g HNO}_3 \text{ bo‘ladi} \quad x = 4,777 \text{ g.}$$

4) Kislota eritmasi zichligidan foydalanib, uning hajmini topamiz:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4,777}{1,432} = 3,33 \text{ ml}$$

2-misol. Tarkibida 42% oltingugurt bo‘lgan 400 t piritdan qancha sulfat kislota olish mumkin?

Yechish. Bu masalani ishlashda pirit bilan sulfat kislota  $\text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

bir-biriga stexiometrik nisbat bo'la olmaydi, chunki masala shartida pirit tarkibidagi oltingugurt miqdori berilgan. Shuning uchun stexiometrik nisbat sifatida  $S \rightarrow H_2SO_4$  sxema tuzamiz.

1) Tarkibida 42% oltingugurt bo'lgan 400 t piritda qancha oltingugurt borligini hisoblaymiz:  $m(S) = 400 \cdot 0,42 = 168$  t.

2) 168 t oltingugurtdan qancha sulfat kislota olish mumkinligi topamiz:

168     x

$S \rightarrow H_2SO_4$

32     98             x = 514,5 t.

Javobi: Tarkibida 42% oltingugurt bo'lgan 400 t piritdan 514,5 t sulfat kislota olish mumkin.

***Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.***

11. Massa ulushi 88% bo'lgan 0,1 kg temir sulfiddan normal sharoitda o'lchangan necha litr vodorod sulfid olish mumkin?

A) 22,4 B) 224 C) 33,6 D) 2,24

12. 200 g 20% li sulfat kislota bilan qanday hajmdagi (l) ammiak reaksiyaga kirishib, ammoniy sulfat hosil qiladi?

A) 11,2 B) 5,6 C) 18,3 D) 15,4

13. Massasi 10 g cho'yandan olingan namunani kislorod oqimida yondirish natijasida 1,1 g karbonat angidrid gazi hosil bo'lgan. Cho'yan tarkibidagi uglerodning massa ulushini aniqlang?

A) 3 B) 0,3 C) 0,01 D) 0,03

14. 20 g texnik alyuminiyga o'yuvchi kaliyning mo'l eritmasi bilan ta'sir qilindi, natijada 20,9 l vodorod (n.sh.) da ajralib chiqdi. Texnik alyuminiyning tarkibida necha foiz sof alyuminiy bo'lgan?

A) 30 B) 80 C) 20 D) 10

15. Massasi 18,6 g bo'lgan kaliy permanganat qizdirilganda 0,656 l (n.sh.) kislorod olindi. Kislorodning chiqish unumini (%) toping.

A) 70 B) 50 C) 80 D) 40

16. 500 g ruda kuydirilganda, 405 g rux oksidi olingan bo'lsa, rudadagi ruxning massa ulushi qancha bo'ladi?

A) 0,52 B) 0,65 C) 0,23 D) 0,70

17. 10 kg texnik pirit qizdirilganda 3500 l (n.sh.) SO<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Piritning tozalik darajasini (%) hisoblang.

A) 93,75 B) 29 C) 2,86 D) 34,28

18. 10 g texnik kalsiy karbid suv bilan ta'sirlashganda 2,24 l atsetilen olindi. Namunadagi CaC<sub>2</sub> ning massa ulushi (%) qanday?

A) 64 B) 79 C) 36 D) 44

9. Reaksiya unumi 70% bo'lsa, 1,19 g ammiak olish uchun necha litr (n.sh.) vodorod kerak?

A) 1,64 B) 1,56 C) 2,35 D) 0,78



### Laboratoriya № 6.9

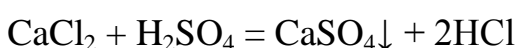
#### Kimyoviy reaksiya belgilari

**Ishning maqsadi:** Kimyoviy reaksiyalarda gaz ajralishi, cho'kma hosil bo'lish va issiqlik ajralishi belgilarini amalda kuzatish.

#### Nazariy muqaddima

Kimyoviy reaksiyalar quyidagi belgilarga ega bo'lishi mumkin:

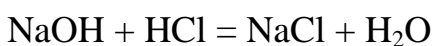
1. Reaksiya mahsulotlari sifatida cho'kma hosil bo'lishi. Masalan:



2. Reaksiya mahsulotlari sifatida gaz modda hosil bo'lishi. Masalan:



3. Kam ionlanadigan birikma, masalan, suv hosil bo'lishi.



4. Reaksiya davomida katta miqdorda energiya ajralsa, masalan, magniyning yonishi:



**Asbob va reaktivlar:** CuSO<sub>4</sub>, NaOH, HCl, marmar bo'lakchalari, distillangan suv, kolbalar, probirkalar, pipetka, distillangan suv.

**Ishning bajarilishi:**

1. Probirkaga  $\text{CuSO}_4$  eritmasidan solib ustiga NaOH eritmasidan bir necha tomchi qo'shing. Hosil bo'lgan suyuqlikni chayqatib, yarmisini boshqa probirkaga quyung. Probirkalardan biriga HCl ikkinchisiga NaOH eritmasidan mo'l miqdorda qo'shing va jarayon haqida xulosa chiqaring. Hosil bo'lgan chokmani ko'p maqsadli sentrifugasi yordamida ajratib oling. Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

2. Probirkaga konsentrlangan HCl eritmasidan 2-3 ml solib, ustiga bir bo'lak marmar soling. Reaksiya natijasida gaz ajralishini kuzating va jarayon haqida xulosa chiqaring. Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

### **Nazorat savollari.**

1. Kimyoviy reaksiyalar tashqi belgilariga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
2. Issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalarga misollar keltiring.
3. Neytrallanish reaksiyalari deb qanday reaksiyalarga aytiladi?
4. Kimyoviy reaksiyalar reaksiyaga kirishayotgan moddalar tarkibini o'zgarishiga qarab qanday turlarga bo'linadi?



### **Taqdimot № 6**

## **VII BOB. DISPERS SISTEMALAR. ERITMALAR VA ULARNING XOSSALARI**

### **7.1-§. Geterogen, mikroheterogen va gomogen dispers sistemalar. Dispersion muhit va dispers faza. Disperslik darajasi**

Kimyo fanining boshlang'ich qismlarida eritmalar mavzusi bilan tanishganda o'quvchilar bunday sistemalar ikki toifaga bo'linishi haqidagi ma'lumotga ega bo'lishgan. Bunday sistemalardan biri chin eritmalar (ko'p komponentli va bir jinsli) bo'lsa, ikkinchilari esa kolloid eritmalarini tashkil etadi. Ba'zi shunday eritmalarda dispers faza (eritmada tarqalgan modda) zarrachalarini ko'z yoki ultramikroskop yordamida ko'rish mumkin.

Chin eritmalarini hosil qilgan zarrachalar diametri  $1 \text{ nm}$  ( $1 \cdot 10^{-9}$  metr) dan ham kichikroq bo'ladi, kolloid eritmalarda loyqa (*suspenziya*)lar zarrachalari diametri  $100 \text{ nm}$  dan kattaroq bo'lib, bu zarrachalar qisqa vaqt davomida eritma

tagiga choʻkishi mumkin (*dagʻal dispers sistemalar*).

Ikkita bir-birida erimaydigan suyuq moddalar oʻzaro maydalangan dispers holatdagi aralashma – *emulsiya* hosil qilishi mumkin (bunday sistemaga mayda yogʻ tomchilarining suvda tekis tarqalgan holati – sutni misol keltirish mumkin). Bunday dispers sistemalardagi zarrachalarning diametri ham 100 nm dan katta boʻlishi mumkin.

Agar dispers sistemadagi zarrachalar diametri 100 nm dan kamroq boʻlsa, ularni *mayin dispers sistemalar* deb ataladi. Umuman olganda, diametri 1-100 nm oraligʻidagi mayin dispers sistemalar turgʻun boʻlib, oʻlchami 100 nm dan kattaroq boʻlgan dagʻal dispers sistemalar qisqa vaqtda oʻz gomogenligini yoʻqotishi mumkin.

Dispers sistemalarda agregat holatlari uch xil (gaz, suyuq yoki qattiq) boʻlib, ular oʻzaro aralashganda 9 xil sistemalarni yuzaga keltirib chiqarishini 7.1.-1-jadvaldan koʻrish mumkin.

Dispers muhit va dispers fazaning qaysi agregat holatidan qatʻiy nazar dispers sistemalarni uchta guruhga: *chin eritmalar, kolloid va dagʻal dispers sistemalar*ga boʻlinadi. Ularning qisqacha asosiy tavsiflari quyida keltirilgan:

— *chin eritmalar*da dispers faza molekular yoki ion holdagi zarrachalardan iborat; oʻlchamlari (kattalıkları) bir-biriga yaqin; ular uzoq vaqt davomida turgʻun, dispers muhit va dispers faza bir-biridan ajralishi (tashqi muhit taʻsiri boʻlmagan holatda) kuzatilmaydi; dispers faza zarrachalarining diametri 1 nm dan katta boʻlmaydi;

— *kolloid sistemalar*da dispers faza zarrachalari yuzlab, baʻzan minglab molekula yoki ionlardan tashkil topgan boʻlishi mumkin; sistema bir jinsli boʻlsa ham, dispers faza zarrachalari bilan dispers muhit orasida chegara mavjud; erigan moddalar zarrachalari diametri 1-100 nm oraligʻida boʻlishi mumkin (polidispers xususiyat);

— *dagʻal dispers sistemalar*da dispers faza zarrachalari qisqa vaqt davomidagina turgʻun, ular tezgina ikki fazali chegara hosil qiladi (loyqa choʻkishi, sutning qaymogʻi, qatiqning ayroni ajralishi va shunga oʻxshashlar).

Kolloid va dag'al dispers sistemalarda zarrachalar kattaligi har xil bo'lgan *polidispers* sistemalaridir.

Yuqorida keltirilgan dispers sistemalarning birinchisidan qolgan hammasida kolloid va dispers holatlar kuzatilishi mumkin. Ular orasida ahamiyati katta bo'lgan tuman, tutun, chang, ko'pik, emelsiya, suspenziya, qotgan ko'pik sistemalar, qattiq emelsiyalar hayotda ko'plab uchrab turadi.

Kolloid eritmalardagi dispers faza va dispers muhit orasidagi o'zaro munosabatni ikki turga bo'linadi:

1. Qayar xususiyatga ega bo'lgan kolloid eritmalar – *liofil* (yunoncha *lios* – suyuqlik, *filio* – yoqtirish) sistemalarda dispers faza, dispers ion, muhit molekullari yoki ionlari orasida ta'sirlashuv kuzatiladi.

2. Qaytmas xususiyatga ega bo'lgan kolloid eritmalar – *liofob* (yunoncha *fobo* – yoqtirmaydi) dispers faza dispers muhit bilan o'zidan o'zi aralashib ketavermaydi. Bunday kolloid eritmalarda dispers faza qismi odatda kichik konsentratsiyali bo'ladi. Ular kuchli elektrolit eritmalar bilan aralashganda dispers faza cho'kmaga tushadi (*koagulyatsiyaga* uchraydi) va o'zi bilan dispers sistemani qo'shib olmasdan cho'kadi.

### Ikki komponentli dispers sistmlar

Dispers muhitning agregat holati	Dispers fazaning agregat holati	Misollar
Gaz	Gaz	Havo, gazlar aralashmasi
Gaz	Suyuq	Havodagi namlik, havoga purkalgan suyuqliklar (aerozollar)
Gaz	Qattiq	Tutun, chang
Suyuq	Gaz	Gaz moddalarning suvdagi eritmaları, (chin eritma)
Suyuq	Suyuq	Sulfat kislotaning suvdagi eritmasi (chin eritma), sut (emulsiya)
Suyuq	Qattiq	Osh tuzi, shakar, qutbli molekullari moddalarning suvdagi chin eritmaları, loyqa



		suv (dag'al dispers sistema)
Qattiq	Gaz	Aktivlangan ko'mir ustida gaz moddalarning adsorbsiyalanishi, penoplastlar, penobeton, pemza shlak, non, patir
Qattiq	Suyuq	Nam uproq, mevalarda erigan suyuqlik, tabiiy marvarid.
Qattiq	Qattiq	Qotishmalar, sement, beton, rangli shisha, emallar, ko'pchilik nodir toshlar

Qaytar kolloid sistemalarda dispers faza konsentratsiyasi yuqori bo'lib, ular elektrolitlar ta'siriga nisbatan deyarli befarq, lekin konsentratsiyasi yuqori bo'lgan elektrolitlar ta'sirida o'ziga dispers muhitning sezilarli miqdorini biriktirib olgan, hajmi katta, yopishqoq faza hosil qilib cho'kadi.

Kolloid sistemalarda har qanday mayin zarrachalar tutgan eritmalarni "zol" deb ataladi. *Aerozollarda* dispers muhit sifatida gazlar, *liozollarda* dispers muhit suyuq bo'ladi. Dispers muhit suv bo'lganda *gidrozollar* yoki soddagina qilib *zollar* deb ataladi.

O'z turg'unligini yo'qotishi natijasida cho'kkan zollarni, ko'pincha, gellar (ba'zan *liogellar*) deb ataladi, ular bir jinsli va katta ko'lamli bo'lib, ulardagi zarrachalar o'zaro molekulyar kuchlar vositasida bog'langan umumiy sistemani hosil qiladi (masalan, sut achiganda hosil bo'ladigan quyushlangan sistema).

Shunday vaziyatda qattiq faza dispers muhitdan ayrim holda ajralsa, bunday sistemani *kaogel* deb ataladi.

#### Nazorat savollari:

1. Dispers sistemalar deb qanday sistemalarga aytiladi?
  2. Dag'al dispers sistemalarga misollar keltiring.
  3. Zarrachalar o'lchamiga ko'ra dispers sistemalar qanday turlarga bo'linadi?
  4. Zarrachalarning o'lchami  $5 \cdot 10^{-10}$  m bo'lgan eritma qanday turdagi sistemalarga kiradi?
- A) dag'al dispers sistema B) nozik dispers sistema C) chin eritma D) suspenziya

5. Kolloid eritmalarga qanday xususiyatlar xos? 1) eritmaning shaffofligi; 2) zarrachalarining o'lchami 100 nm dan kattaligi; 3) zarrachalarning o'lchami 1–100 nm orasida bo'lishi; 4) zarrachalarning qo'shib yiriklashishi;  
A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 2,3
6. Kolloid zarrachalarning o'lchami qanday? 1) 1 nm dan kichik; 2) 1–50 nm; 3) 100 nm dan katta; 4) 50–100 nm;  
A) 1,2 B) 2,3 C) 3,4 D) 2,4
7. Quyidagilar: 1) loyqa suv; 2) sut; 3) tuman; qaysi dispers sistemalarga taalluqli?  
A) Suspenziya, aerazol, emulsiya B) emulsiya, suspenziya, aerazol  
C) Aerazol, emulsiya, suspenziya D) suspenziya, emulsiya, aerazol
8. Suyuq yoki qattiq zarrachalar gaz holdagi dispersion muhitda tarqalgan sistema qanday nomlanadi?  
A) suspenziya B) chin eritma C) kolloid eritma D) aerazol
9. Qattiq moddaning mayda zarrachalari suv molekulari orasida bir meyorda taqsimlangan muallaq zarrachali suyuqliklar qanday nomlanadi?  
A) emulsiyalar B) suspenziyalar C) gomogen eritmalar D) chin eritmalar
10. Temir(III)gidroksidning o'lchamlari 100 nm dan katta bo'lgan zarrachalari suvda tarqalishidan hosil bo'lgan eritma qaysi dispers sistemaga kiradi?  
1) chin eritmalar; 2) kolloid eritmalar; 3) dag'al dispers sistemalar; 4) suspenziyalar; 5) emulsiyalar;  
A) 1 B) 2 C) 3 D) 3 va 4

## 7.2-§. Moddalarning eruvchanligi

### ➤ *Eruvchanlik:*

---

moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish xususiyatidir. Suvda yoki boshqa erituvchida qattiq, suyuq va gaz holdagi 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*.

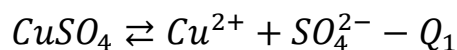
Yaxshi eriydigan moddalarga ayrim tuzlar ( $KCl$ ,  $KNO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NaNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ , ...), ishqo‘rlar, organik moddalar (shakar, spirt, atseton) va gazlar ( $HCl$ ,  $NH_3$ ) misol bo‘la oladi. Oz eriydigan moddalarga  $CaSO_4$ ,  $PbSO_4$ ,  $MgCO_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $AgCl$ ,  $BaSO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$  (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 temperature 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.

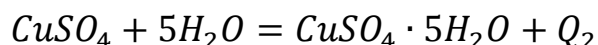
Gazlarning eruvchanligi temperatura ko‘tarilishi bilan kamayadi, bosim ortishi bilan esa ko‘payadi. Gazlarning erishida issiqlik ajralib chiqadi, ya’ni ularning erish jarayoni ekzotermik jaravondir. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, temperatura ko‘tarilishi bilan muvozanat chap tomonga siljiydi, suyuqlik 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 kislota yoki natriy gidroksid suvda eriganda eritma temperaturasi keskin ko'tariladi.

#### Nazorat savollari:

1. Moddalar suvda eruvchanligiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
2. Moddalarning suvda eruvchanligi qanday omillarga bog'liq?
3. Solvatlar deb nimaga aytiladi?
4. Eruvchanlik deb nimaga aytiladi?
5. Qattiq, suyuq va gaz holidagi moddalarning eruvchanliklarini taqqoslang.
6. Qattiq modda suvda eritilganda, temperatura ko'tarilgan sari uning eruvchanligi odatda, ... gazsimon moddalarning eruvchanligi esa ...  
A) kamayadi, o'zgarmaydi    B) ortadi, kamayadi  
C) o'zgarmaydi, kamayadi    D) kamayadi, ortadi
7. Eritma isitilganda gazlarning suvda eruvchanligi qanday o'zgaradi?

A) ortadi B) kamayadi C) o'zgarmaydi D) ma'lum temperaturagacha ortadi

8. Ohakning suvda erishida issiqlik ajralib chiqadi. Temperaturaning ortishi ohakning erishiga qanday ta'sir etadi? 1) eruvchanlik kamayadi; 2) eruvchanlik ortadi; 3) ta'sir etmaydi; 4) o'zgarmaydi;

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

9. Qattiq moddalarning eruvchanligi qanday omillarga bog'liq? 1) temperaturaga; 2) bosimga; 3) katalizatorga; 4) erituvchining tabiatiga; 5) erigan moddaning tabiatiga;

A) 1,3,4 B) 2,3,4 C) 1,2,3 D) 1,4,5

10. Harorat ortishi bilan tuz eruvchanligining ortishi qanday jarayonga bog'liq bo'ladi? 1. tuz eriganda, issiqlik chiqishi; 2. tuz eriganda, issiqlik yutilishi; 3. tuz eriganda, haroratning o'zgarmasligi;

A) 1,2 B) 1,3 C) 2,3 D) 2

### 7.3-§. Moddlarning eruvchanligi bo'yicha masalar ishlash

Ko'pchilik qattiq va suyuq moddalarning eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Agar ancha yuqori temperaturada tayyorlangan to'yingan eritma ancha past temperaturagacha sovutilsa, bunday holda eritilgan modda kristall holatda ajralib chiqadi. Gazlarning suyuqliklardagi eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan kamayadi. Suyuqliklar isitilganda gaz eritmadan ajralib chiqadi.

**1-masala.** Kaliy sulfatning 40°C dagi eruvchanligi 64 g ga teng. Shundan foydalanib, tarkibida 80% kaliy sulfat bo'lgan 200 g tuzni shu temperaturada erita oladigan eritmaning konsentratsiyasini va suvning miqdorini toping.

**Yechish:** 200 g tuzda  $200 \cdot 0,8 = 160$  g  $K_2SO_4$  bor. Masalaning shartiga ko'ra,  $K_2SO_4$  ning 40°C dagi eruvchanligi 64 g ga teng. Bundan:

64 g  $K_2SO_4$                       100 g  $H_2O$  da eriydi,

160 g  $K_2SO_4$                       x g  $H_2O$  eriydi,

$$x = \frac{160 \cdot 100}{64} = 250 \text{ g.}$$

160 g  $K_2SO_4$  250 g suvda eritilganda 410 g ( $160 + 250 = 410$ ) eritma hosil bo‘lib ,  
uning kontsentratsi  $\frac{160 \cdot 100}{410} = 39\%$  bo‘ladi

**2-masala.** Magniy xloridning to‘yingan eritmasini hosil qilish uchun tarkibida 84,58% magniy xlorid kristallgidrati  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  bor 900 g tuzni  $80^\circ C$  da eritildi. Suvsiz magniy xloridning  $80^\circ C$  dagi eruvchanligi 6,6 g ga teng, eritishga kerak bo‘lgan suvning miqdorini aniqlang.

**Yechish:** 1 g-mol yoki 203 g  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  tarkibida 95 g  $MgCl_2$  bilan 108  $H_2O$  bo‘ladi. Masalaning shartiga ko‘ra tarkibida 84,58 % yoki  $960 \cdot 0,8458 = 812$  g  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  bo‘lgan 960 g tuz eritilishi kerak.

**Birinchi usul.** Masalaning shartiga ko‘ra, tarkibida 4 g-mol yoki  $4 \cdot 95 = 380$  g  $MgCl_2$  bo‘lgan 812 g yoki  $\frac{812}{203} = 4$  g-mol  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  eritilishi kerak.

Modomiki,  $MgCl_2$  ning  $80^\circ C$  dagi eruvchanligi 66 g ga teng ekan, u holda uning 380 grammi  $\frac{380 \cdot 100}{66} = 576$  g  $H_2O$  da erishi kerak. Demak, 380 g  $MgCl_2$  956 g ( $576 + 380 = 956$ ) eritmada bo‘ladi. Modomiki, 380 g  $MgCl_2$  812 g kristallgidratda bo‘lar ekan, u holda uni eritish uchun 144 g ( $956 - 812 = 144$ )  $H_2O$  kerak.

**Ikkinchi usul.** Magniy xlorid kristallgidrati formulasidan ravshanki,

203 g  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  tarkibida 95 g  $MgCl_2$  bor

812 g  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  tarkibida x g  $MgCl_2$  bor

$$x = \frac{812 \cdot 95}{203} = 380 \text{ g}$$

$MgCl_2$  ning  $80^\circ C$  dagi eruvchanligi 66 g ga teng bo‘lganligidan

66 g  $MgCl_2$  100 g  $H_2O$  eriydi,

380 g  $MgCl_2$   $x_1$  g  $H_2O$  eriydi,

$$x_1 = \frac{380 \cdot 100}{66} = 576 \text{ g}$$

Natijada tarkibida 380 g  $MgCl_2$  bo‘lgan 956 g ( $576 + 380 = 956$ ) eritma hosil bo‘ladi. 380 g  $MgCl_2$  812 g kristallgidratda bo‘lganidan, bunday miqdordagi kristallgidratni eritish uchun 144 g ( $956 - 812 = 144$ ) suv talab etiladi.

**3-masala.** Vodorod xloridning  $60^{\circ}\text{C}$  dagi eruvchanligi 56,1 g ga teng. Shundan foydalanib ana shu temperaturada 560 l vodorod xloridning (normal sharoitda) eritilishidan hosil bo'lgan to'yingan eritmaning protsent konsentratsiyasini aniqlang.

**Yechish: Birinchi usul.** Masalaning shartiga ko'ra 560 l yoki  $\frac{560}{22,4} = 25$  g-mol yoki  $25 \cdot 36,5 = 912,5$  g vodorod xlorid eritilishi kerak.

HCl ning  $60^{\circ}\text{C}$  dagi eruvchanligi 56,1 ga teng. Demak, uning 912,5 grammi  $\frac{912,5 \cdot 100}{56,1} = 1626,5$  g  $\text{H}_2\text{O}$  da eriy oladi. Bunda 2539 g ( $912,5 + 1626,5 = 2539$ )

xlorid kislota eritmasi hosil bo'ladi, uning konsentratsiyasi  $\frac{912,5 \cdot 100}{2539} = 35,9\%$  bo'ladi,

**Ikkinchi usul.** Vodorod xlorid formulasidan ko'rinib turibdiki,

22,4 l HCl 36,5 g keladi,

560 l HCl x g keladi,

$$x = \frac{560 \cdot 100}{22,4} = 912,5 \text{ g teng.}$$

Vodorod xloridning  $60^{\circ}\text{C}$  dagi eruvchanligi 56,1 Demak,

56,1 g HCl 100 g  $\text{H}_2\text{O}$  da eriydi,

912,5 g HCl  $x_1$  g  $\text{H}_2\text{O}$  da eriydi.

$$x_1 = \frac{912,5 \cdot 100}{56,1} = 1626,5 \text{ g}$$

912,5 g HCl 1626,5 g suvda eritilganda konsentratsiyasi  $\frac{912,5 \cdot 100}{2539} = 35,9\%$

ga teng bo'lgan 2539 g xlorid kislota eritmasi hosil bo'ladi.

**4-masala.**  $60^{\circ}\text{C}$  da to'yingan 840 g eritma sovilib  $20^{\circ}\text{C}$  ga keltirilganda kristall holatda ajralib chiqadigan kaliy nitrat miqdorini aniqlang.  $S(60^{\circ}\text{C})=110$  g,  $S(20^{\circ}\text{C})=31,6$  g.

**Yechish:** Kaliy nitratning  $60^{\circ}\text{C}$  dagi eruvchanligi 110 g,  $20^{\circ}\text{C}$  da esa 31,6 g ga teng.  $60^{\circ}\text{C}$  da to'yingan 210 g ( $100 + 110 = 210$ ) eritmada 110 g  $\text{KNO}_3$  bo'ladi,

shunday sharoitdagi 840 g eritmada esa  $\frac{110 \cdot 840}{210} = 440$  g  $\text{KNO}_3$  va 400 g ( $840 - 440 = 400$ ) suv bo‘ladi.  $\text{KNO}_3$  eritmada kristallanganda erituvchi hisoblangan suvning miqdori o‘zgarmaydi, chunki  $\text{KNO}_3$  suvsiz tuz holida kristallanadi.  $20^\circ\text{C}$  da 400 g suvda  $31,6 \cdot 4 = 126,4$  g  $\text{KNO}_3$  erishi mumkin, qolgan 313,6 grammi ( $440 - 126,4 = 313,6$ )  $\text{KNO}_3$  kristall holatga o‘tadi.

### Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.

1.  $\text{KNO}_3$  ning  $60^\circ\text{C}$  dagi to‘yingan eritmasida 52,4 % tuz mavjud. Shu temperaturadagi tuzning eruvchanlik koeffitsientini aniqlang.

A) 35,5 B) 52,4 C) 524 D) 110

2. Kaliy nitratning  $40^\circ\text{C}$  dagi eruvchanlik koeffitsienti 61 ga teng. Uning 250 g to‘yingan eritmasini bug‘latish natijasida olingan tuz massasini (g) va shu temperaturadagi eritmada erigan tuzning massa ulushini toping.

A) 94,7 va 0,38 B) 82,1 va 0,27 C) 86,6 va 0,32 D) 80,3 va 0,36

3. Kaliy dixromatning  $20^\circ\text{C}$  dagi eruvchanligi 12,5 g ni tashkil etadi. Shu moddaning 400 g suv bilan hosil qilgan to‘yingan eritmasining massasi necha gramm bo‘ladi?

A) 437,5 B) 412,5 C) 425 D) 450

4. Kaliy sulfatning  $50^\circ\text{C}$  dagi to‘yingan eritmasidan 58 g miqdorini bug‘latilgandan keyin 8 g tuz qolgan. Tuzning eruvchanligini aniqlang.

A) 8 B) 14 C) 16 D) 28

5.  $80^\circ\text{C}$  da natriy xloridning 600 g to‘yingan eritmasi  $0^\circ\text{C}$  ga qadar sovutilganda, necha gramm tuz cho‘kmaga tushadi? Osh tuzining  $80^\circ\text{C}$  dagi eruvchanligi 38 g ga,  $0^\circ\text{C}$  dagisi esa 35,8 g ga teng.

A) 4,5 B) 6,5 C) 7,5 D) 9,6

6.  $60^\circ\text{C}$  da 540 g to‘yingan litiy sulfat eritmasi bug‘latilishi natijasida 96 g litiy sulfat tuzi olindi. Litiy sulfatning shu temperaturadagi eruvchanlik koeffitsientini toping.

A) 21,6 B) 31,6 C) 41,6 D) 63,1



7. Kaliy dixromatning  $78^{\circ}\text{C}$  dagi to‘yingan 500 g eritmasi  $18^{\circ}\text{C}$  gacha sovutilganda, qancha massa kaliy dixromat cho‘kmaga tushadi?  $S(78^{\circ}\text{C})=48$ ;  $S(18^{\circ}\text{C})=10$   
 A) 128,4 B) 116,8 C) 360 D) 107
8. Kaliy bromidning  $80^{\circ}\text{C}$  dagi to‘yingan eritmasi  $20^{\circ}\text{C}$  gacha sovutilganda, 120 g tuz cho‘kmaga tushishi uchun zarur bo‘lgan eritmani tayyorlash uchun talab etiladigan tuz va suvning massasini toping.  $S(80^{\circ}\text{C})=95$ ;  $S(20^{\circ}\text{C})=65$   
 A) 500; 475 B) 325; 500 C) 380; 400 D) 475; 500
9. Kumush nitratning  $60^{\circ}\text{C}$  dagi to‘yingan eritmasi  $20^{\circ}\text{C}$  gacha sovutilganda, 15 g tuz cho‘kmaga tushishi uchun zarur bo‘lgan eritmani tayyorlash uchun talab etiladigan tuz va suvning massasini toping.  $S(20^{\circ}\text{C})=222$ ;  $S(60^{\circ}\text{C})=450$   
 A) 11,8; 6 B) 36,2; 8,04 C) 29,6; 6,6 D) 16,1; 4
10. Agar ammoniy xloridning  $100^{\circ}\text{C}$  dagi to‘yingan eritmasi tarkibida 50 ml suv bo‘lsa, bu eritma  $0^{\circ}\text{C}$  gacha sovutilganda, qancha ammoniy xlorid cho‘kmaga tushadi?  $S(0^{\circ}\text{C})=37,0$ ;  $S(100^{\circ}\text{C})=77,0$   
 A) 10 B) 20 C) 30 D) 37

#### 7.4-§. Eritmalar haqida tushuncha

Agar biz suv solingan 3 ta probirkalardan biriga shakar, ikkinchisiga NaCl va uchinchi probirkaga  $\text{KMnO}_4$  kristallarini solsak, biroz vaqtdan so‘ng suvning fizik-kimyoviy xossalarning o‘zgarishini kuzatishimiz mumkin. Masalan, shakar kristallari solingan suv shirin ta‘mga, tuz kristallari solingan suv sho‘r ta‘mga,  $\text{KMnO}_4$  solingan suv pushti rangga kiradi. Buning natijasida suvning rangi, ta‘mi, zichligi, muzlash harorati va boshqa xossalari o‘zgaradi. Hosil bo‘lgan aralashmaning rangi suvdek shaffof bo‘lsa ham (shakar va tuz solingani) bu aralashmani suv deb bo‘lmaydi. Bu aralashmani *eritma* deb ataladi. Suvda shakar, tuz va  $\text{KMnO}_4$  erigani uchun bu moddalarni *erigan modda* deb, suvni esa *erituvchi* deb ataladi.

Hozirgi tajribamizda qanday jarayon yuz berganini ko‘rib chiqaylik. Dastlab bizda 3 ta probirkada suv bor edi. Birinchi probirkadagi suvga shakarni solib

aralashirsak, shakar erib ketadi va bizga shakar ko‘rinmay qoladi. Bunga sabab, erituvchini molekulalari ta’siri ostida shakar moddasi, o‘zining eng kichik zarrachasi hisoblangan molekula holigacha maydalanadi va suvning molekulalari orasida bir tekis tarqalib ketadi. Natijada moddalarni bir-biridan ajratib turadigan sirt chegarasi yo‘qoladi va bunday sistemani **gomogen sistema** deyiladi.

NaCl solingan ikkinchi probirkada ham shunday jarayon yuz beradi. NaCl suvga solinganda, suv molekulalari ta’siri ostida  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlariga dissotsiatsiyalanadi. Bu ionlarni suv molekulalari o‘rab olishi natijasida gidratlangan ionlar hosil bo‘ladi va ular butun eritma sathi bo‘yicha bir tekis tarqalib gomogen sistemani, ya’ni eritmani hosil qiladi.

$\text{KMnO}_4$  eritmasida ham shunday jarayon sodir bo‘ladi va biz bu eritmada ham erigan modda va erituvchi molekulalarini bir-biridan ko‘z bilan ajrata olmaymiz.

Gomogen sistemada erigan moddaning molekulalari yoki ionlari suvning butun sathi bo‘yicha tarqalib ketadi va eritmani istalgan qismida tarkibi va fizik xossalari bir xil bo‘ladi.

➤ **Eritma:**

---

***Erituvchi va erigan modda molekulalarini o‘zaro ta’sir lashuvidan hosil bo‘lgan gomogen (butun sathi bo‘yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo‘lgan) sistemadir.***

---

Biz hayotimizda eritmalarni har kuni uchramiz va ulardan foydalanamiz. Masalan, muntazam ichadigan choyimiz ham eritmaga misol bo‘ladi. Bunda erituvchi suv bo‘ladi. Erigan modda esa quruq choy emas, balki uning tarkibidagi choyga rang va ta’m beruvchi moddalar bo‘ladi. Yana misol sifatida tabiiy suvlarni olishimiz mumkin. Tabiatda faqat yomg‘ir suvigina distillangan (toza) bo‘ladi. Tog‘- u toshlarda oqayotgan suvlarni, bizning xonadonimizga kirib kelayotgan ichimlik suvlarini kimyoviy jihat dan sof modda deb bo‘lmaydi. Chunki ularni tarkibida har xil tuzlar erigan holatda bo‘lib , suvga o‘ziga xos ta’m beradi.

Shuning uchun ularni eritma deyish to'g'riroq bo'ladi. Faqat distillangan suv kimyoviy jihatdan toza suv hisoblanadi va hech qanday ta'mga ega bo'lmaydi.

Eritmalarga shunchaki erituvchi va eruvchi moddalarning aralashmasi sifatida qarab bo'lmaydi. Eritmalar xossalari jihatidan aralashma va kimyoviy birikmalar (toza moddalar) oralig'ida turadi. Ya'ni:

- Eritmalar tarkibida bir necha xil moddalar bo'lishi bilan aralashmalarga yaqin turadi va kimyoviy birikmalardan farq qiladi.

- Tarkibi o'zgaruvchan bo'lishi ularni aralashmalarga yaqinlashtirsa, kimyoviy birikmalardan uzoqlashtiradi.

- Eritmani tarkibida modda (erituvchi modda va erigan modda) molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo'ladi. Bu jihati bilan kimyoviy birikmalarga o'xshaydi. Aralashmalardan shu xususiyati bilan farq qiladi (aralashmalar ko'p hollarda butun sathi bo'yicha bir xil tarkibga ega bo'lmaydi).

- Kimyoviy birikma o'zining ma'lum kimyoviy tarkibiga, fizik xossalari (zichligi, suyuqlanish va qaynash harorat) ega. Eritmani esa suv qo'shib suyultirish, erigan moddadan qo'shib quyultirish mumkin. Natijada eritmaning tarkibidagi moddalarning miqdoriy nisbati o'zgaradi va bu o'z navbatida eritmani zichligi, qaynash va muzlash haroratlari o'zgarishiga sabab bo'ladi. Erigan moddani miqdori ortishi, eritmani zichligini ortishiga va muzlash haroratini pasayishiga olib keladi.

- Kimyoviy birikmalar haroratni biroz o'zgarishi natijasida agregat holatini o'zgartiradilar, lekin tarkibini o'zgartirmaydilar (masalan, suvni muzlashi va bug' holatiga o'tishi). Eritma esa haroratni o'zgarishi natijasida erituvchi va erigan moddaga ajralib ketishi mumkin. Masalan, eritmani biroz qizdirilsa eritmadagi suv bug'lanib keta boshlaydi va bu jarayon uzoq davom etsa, idishni tagida faqat erigan modda qoladi.

Eritmalar hosil bo'lishida kuzatiladigan jarayonlar ularni kimyoviy birikmalarga yaqinlashtirib, aralashmalardan farqlantiradi. Masalan, eritmalar hosil bo'lishida kimyoviy birikmalar hosil bo'lishidagi kabi hajm kamayishi, issiqlik

ajralishi yoki yutilishi jarayonlari kuzatiladi. Shuning uchun eritmalarni erituvchi hamda erigan moddaning shunchaki aralashmasi deb qaralmaydi va erish jarayoni fizik-kimyoviy jarayon hisoblanadi. Eritmalar inson hayoti va amaliy faoliyatida juda katta ahamiyatga ega. Inson organizmida ovqat hazm bo‘lishi jarayonida oziq moddalarni hazm bo‘lishi ularni eritmaga o‘tishi bilan amalga oshadi. Oziq moddalar hazm fermentlari ta’sirida parchalanadi va erib, molekula holigacha o‘tadi. Molekula holidagi erigan oziq moddalarni ichaklar qonga so‘rib olishi osonlashadi.

Qon, limfa kabi inson hayotida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan suvli eritmalar qatoriga kiradi.

Kimyoviy reaksiyalarni amalga oshishida ham eritmalarning ahamiyati kattadir. Ko‘pchilik reaksiyalar eritma holida amalga oshadi. Chunki eritma tarkibida moddalar o‘zlarining eng kichik zarrachalari hisoblangan molekulalargacha yoki ionlarga maydalangan bo‘lib, bir-biri bilan oson ta’sirlashadilar.

Buni jadvalda quyidagicha ifodalasak ham bo‘ladi:

7.1-jadval

<b>Aralashma</b>	<b>Eritma</b>	<b>Kimyoviy birikma</b>
Tarkibi bir necha xil moddadan iborat	Tarkibi bir necha xil moddadan iborat	Tarkibi bitta moddadan iborat
Butun sathi bo‘yicha har xil tarqalgan	Butun sathi bo‘yicha bir xil tarqalgan	Butun sathi bo‘yicha bir xil tarqalgan
Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin	Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin	Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi (parchalanish reaksiyalari)
Hosil bo‘lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi	Hosil bo‘lishida issiqlik ajraladi yoki	Hosil bo‘lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi

ham	yutiladi	
-----	----------	--

### Nazorat savollari:

1. Eritma deb qanday sistemaga aytiladi?

A) erituvchi va erigan modda molekulalarini o‘zaro ta’sirlashuvidan hosil bo‘lgan gomogen (butun sathi bo‘yicha fizik va kimyoviy xossalari har xil bo‘lgan) sistemadir;

B) erituvchi va erigan modda molekulalarini o‘zaro ta’sirlashuvidan hosil bo‘lgan geterogen (butun sathi bo‘yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo‘lgan) sistemadir;

C) erituvchi va erigan modda molekulalarini o‘zaro ta’sirlashuvidan hosil bo‘lgan gomogen (butun sathi bo‘yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo‘lgan) sistemadir;

D) erituvchi va erigan modda molekulalarini o‘zaro ta’sirlashuvidan hosil bo‘lgan geterogen (butun sathi bo‘yicha fizik va kimyoviy xossalari har xil bo‘lgan) sistemadir;

2. Eritmalar tarkibida ..... moddalar bo‘lishi bilan aralashmalarga yaqin turadi va kimyoviy birikmalardan farq qiladi.

A) bir xil; B) bir necha xil; C) o‘zgarmaydigan; D) ikki xil.

3. Eritmalarning qaysi jihatlari kimyoviy birikmalarga o‘xshaydi?

A) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo‘ladi;

B) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi har xil bo‘ladi;

C) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari har xil tekislikda taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo‘ladi.

D) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanmaydi.

4. Eritma va aralashmalarning qanday fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘xshash?

1) Tarkibi bir necha xil moddadan iborat; 2) Tarkibi bitta moddadan iborat 3) Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin; 4) Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi; 5) Hosil bo'lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi; 6) Hosil bo'lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi ham.

A) 2, 3, 5; B) 1, 3; D) 1, 4, 5; C) 2, 6.

5. Erigan moddani miqdori ortishi, eritma zichligi .....va muzlash harorati ..... olib keladi.

A) pasayishiga, ortishiga; B) pasayishiga, pasayishiga;

C) ortishiga, pasayishiga; D) ortishiga, ortishiga.

6. Eritma va kimyoviy birikmalarning qanday fizik-kimyoviy xususiyatlari o'xshash?

1) Butun sathi bo'yicha har xil tarqalgan; 2) butun sathi bo'yicha bir xil tarqalgan; 3) fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin; 4) Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi; 5) Hosil bo'lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi; 6) Hosil bo'lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi ham.

A) 2, 5; B) 1,6; C) 3,4; D) 1,3

### **7.5-§. Eritma konsentratsiyasi va uni ifodalash usullari. Foiz konsentratsiya**

Ma'lum massadagi yoki hajmdagi eritmada erigan moddaning massasini yoki miqdorini ifodalovchi tushunchani *eritma konsentratsiyasi* deyiladi.

Eritmani tarkibida erigan moddani miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritmani konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritma deyiladi. Konsentrlangan eritmalarni zichligi katta, harakatchanligi yoki qovushqoqligi past bo'ladi. Past konsentratsiyali ya'ni suyultirilgan eritmalarda erigan moddaning miqdori juda kam bo'lgani uchun, eritmani zichligi, harakatchanligi va qovushqoqligi toza suvnikiga yaqin bo'ladi. Konsentrlangan eritma yoki konsentratsiyasi past bo'lgan (suyultirilgan) eritma kabi tushunchalar (iboralar), eritmadagi erigan moddani miqdori haqida aniq ma'lumot bermaydi. Eritmani konsentratsiyasini aniq ifodalash usullaridan quyidagilari bilan tanishib o'tamiz.

1. Foiz konsentratsiya;

2. Molyar konsentratsiya;

3. Normal konsentratsiya.

Foiz konsentratsiya eritma massasini necha foizini erigan modda tashkil qilishini ko'rsatadi. Boshqacha qilib aytganda 100 g eritmani tarkibida necha gramm erigan modda borligini ko'rsatadi. Masalan, 15 % li shakarning eritmasi deganda, 100 g shunday eritmada 15 g shakar va 85 g suv borligini tushunamiz.

Foiz konsentratsiya  $C\%$  belgisi bilan ifodalanadi.

Foiz konsentratsiyani aniqlash uchun erigan moddaning massasini ( $m_{(eruvchi)}$ ) eritmaning umumiy (erigan modda va erituvchi massalari yig'indisi) massasiga ( $m_{(eritma)}$ ) bo'linadi. Hosil bo'lgan sonni foizda ifodalash uchun 100 % ga ko'paytiriladi.

$$C\% = \frac{m_{(eruvchi)}}{m_{(eritma)}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$C\%$  – foiz konsentratsiya;

$m_{(eruvchi)}$  – erigan modda massasi;

$m_{(eritma)}$  – eritma massasi.

**1-masala: 30 g KCl 100 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** 30 g KCl 100 g suvda eritilganda 130 g ( $30+100=130$ ) eritma hosil bo'ladi:

Bu ma'lumotlardan foydalanib, eritmaning foiz konsentratsiyasini 1-formula asosida topamiz:

$$C\% = \frac{30}{130} \cdot 100\% = 23\%$$

Agar masalani shartida eritma foiz konsentratsiyasi ( $C\%$ ) va eritma massasi ( $m_{(eritma)}$ ) berilgan bo'lsa, bunday eritma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan erigan modda massasini topish uchun eritmani foiz konsentratsiyasi ( $C\%$ ) ni eritma massasi ( $m_{(eritma)}$ ) ga ko'paytirib 100% ga bo'lishimiz kerak bo'ladi.

$$m_{(eruvchi)} = \frac{C\% \cdot m_{(eritma)}}{100\%} \quad (2)$$

Eritmani foiz konsentratsiyasi ( $C\%$ ) va erigan moddani massa ( $m_{(eruvchi)}$ ) si berilgan bo'lsa, necha gramm eritma ( $m_{(eritma)}$ ) hosil bo'lishini ham aniqlash mumkin. Buning uchun erigan modda massasini ( $m_{(eruvchi)}$ ) 100 % ga ko'paytirib, foiz konsentratsiyaga bo'lishimiz kerak bo'ladi:

$$m_{(eritma)} = \frac{100\% \cdot m_{(eruvchi)}}{C\%} \quad (3)$$

2- masala: 50 g  $KNO_3$  ni necha gramm suvda eritilganda 40% li eritma hosil bo'ladi?

**Masalaning yechimi:**

100 g 40 % li eritmani tayyorlash uchun, 40 g  $KNO_3$  va 60 g erituvchi (ya'ni suv) kerak bo'lsa, 50 g  $KNO_3$  uchun necha gramm suv kerak bo'lishini proporsiya orqali topamiz:

40 g  $KNO_3$  ——— 60 g  $H_2O$

50 g  $KNO_3$  ——— x g  $H_2O$

$$x = \frac{50 \cdot 60}{40} = 75 \text{ g } H_2O$$

Javob: 75 g

**3-masala: 150 g suvda necha gramm  $NaNO_3$  eritilsa 25% li eritma hosil bo'ladi?**

**Masalaning yechimi:**

25 % li eritma tayyorlash uchun, massa jihatidan 25 g erigan modda va 75 g erituvchi (ya'ni suv) kerak bo'lishi ma'lum bo'lsa, 150 g  $H_2O$  da necha gramm  $NaNO_3$  ni eritishimiz kerakligini topamiz:

75 g erituvchi ( $H_2O$ ) ——— 25 g erigan modda ( $NaNO_3$ )

150g erituvchi ( $H_2O$ ) ——— x

$$x = \frac{150 \cdot 25}{75} = 50 \text{ g } NaNO_3$$

Javob: 50 g

**4-masala: 30% li  $KBr$  eritmasidan 500 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo'ladi?**

**Masalaning yechimi:**



30 % li eritma tayyorlash uchun, massa jihatidan 30 g erigan modda, 70 g (100-30=70) erituvchi (ya'ni suv) kerak bo'lishi ma'lum bo'lsa, 500 g eritma tayyorlash uchun qancha miqdorda suv va tuz kerakligini hisoblaymiz:

Erituvchi	———— erigan modda	Eritma
70 g H <sub>2</sub> O	30 g (KBr)	100 g
x <sub>2</sub>	x <sub>2</sub>	500 g

$$x_1 = \frac{500 \cdot 30}{100} = 150 \text{ g KBr}$$

$$x_2 = \frac{500 \cdot 70}{100} = 350 \text{ g H}_2\text{O}$$

Javob: 150 g; 350 g

Masalalarda erigan moddaning massasi berilmay, uning miqdori berilishi mumkin. Bunday hollarda erigan moddaning miqdorini (n) uning molyar massasiga (M) ko'paytirib erigan modda massasini ( $m_{(eruvchi)}$ ) aniqlab olamiz:  $m_{(eruvchi)} = n \cdot M$  va masalani ishlashda davom etamiz.

**5-masala: 0,5 mol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 97 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:**

Dastlab erigan moddaning massasini topib olamiz:

$$m_{(eruvchi)} = n \cdot M \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$$

$$m_{(eruvchi)} = 0,5 \cdot 106 = 53 \text{ g}$$

53 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 97 g suvda eritilganda 150 g (53+97=150) eritma hosil bo'ladi:

Eritilgan tuz massasi va umumiy eritma massasidan foydalanib eritmaning foiz konsentratsiyasini 1-formula bo'yicha topamiz:

$$C_{\%} = \frac{53}{150} \cdot 100\% = 5,333\%$$

Javob: 35,33 %

**Mavzuga doir masalalar:**

1. 25 g NaCl 100 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

2. 20 g  $\text{KNO}_3$  180 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
3. 36 g  $\text{NaCl}$  ni necha gramm suvda eritilganda 25 % li eritma hosil bo'ladi?
4. 80 g  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ni necha gramm suvda eritilganda 20 % li eritma hosil bo'ladi?
5. 450 g suvda necha gramm  $\text{K}_2\text{SO}_4$  eritilsa 10 % li eritma hosil bo'ladi?
6. 280 g suvda necha gramm  $\text{KBr}$  eritilsa 30 % li eritma hosil bo'ladi?
7. 10 % li  $\text{KNO}_3$  eritmasidan 250 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo'ladi?
8. 15 % li  $\text{NaNO}_3$  eritmasidan 150 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo'ladi?
9. 0,25 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  164,5 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
10. 0,4 mol  $\text{KCl}$  120,2 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

### 7.6-§. Molyar konsentratsiya

#### ➤ Molyar konsentratsiya:

**1 litr eritmaning tarkibida erigan moddani miqdoriga yoki mollar soniga shu eritmani molyar konsentratsiyasi deyiladi.**

Molyar konsentratsiyani ( $C_M$ ) aniqlash uchun erigan modda miqdorini ( $n$ ) shu eritmaning hajmiga ( $V$ ) bo'lishimiz kerak.

$$C_M = \frac{n_{eruvchi}}{V_{eritma}}$$

$C_M$  – eritma molyar konsentratsiya (mol/l yoki M);

$n_{eruvchi}$  – erigan moddaning miqdori (mol);

$V_{eritma}$  – eritma hajmi (l)

Molyar konsentratsiyani ( $C_M$ ) o'lchov birligi mol/l yoki M (molyar) dir.

Erigan moddaning miqdorini mol da o'lchaymiz. Molyar konsentratsiyada eritma hajmini litrda o'lchanadi.

Shu formuladan erigan modda miqdorini ( $n_{eruvchi}$ ) aniqlash uchun eritmani molyar konsentratsiyasini ( $C_M$ ) eritma hajmiga ( $V_{eritma}$ ) ko'paytirish kerak bo'ladi.

$$n_{eruvchi} = C_M \cdot V_{eritma}$$

Shu formuladan eritma hajmini ( $V_{eritma}$ ) aniqlash uchun erigan modda miqdorini ( $n_{eruvchi}$ ) eritmaning molyar konsentratsiyasiga ( $C_M$ ) bo'lish kerak.

$$V_{eritma} = \frac{n_{eruvchi}}{C_M}$$

**1-masala: 0,75 mol NaNO<sub>3</sub> suvda eritilib, 250 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo'lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** 0,75 mol NaNO<sub>3</sub> ma'lum miqdorda suvda eritilgan, natijada 250 ml ya'ni 0,25 l eritma hosil bo'lgan. Ushbu eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$C_M = \frac{n_{eruvchi}}{V_{eritma}} = \frac{0,75}{0,25} = 3 \text{ mol/l}$$

Demak, 0,75 mol NaNO<sub>3</sub> ning hosil qilgan 250 ml eritmasi 3 mol/l (molyarli) bo'lgan.

Javob: 3 M

Agar masala shartida erigan moddaning massasi berilgan bo'lsa, dastlab erigan modda miqdorini aniqlab olamiz. Buning uchun erigan moddaning massasini ushbu moddaning molyar massasiga bo'lish kerak.

$$n_{eruvchi} = \frac{m_{eruvchi}}{M_{eruvchi}}$$

Molyar massani aniqlab olganimizdan so'ng, masalani ishlashda davom etamiz.

**2-masala: Tarkibida 7,3 g HCl bor bo'lgan, 0,1 M li HCl eritmasining hajmini (l) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Dastlab HCl ning modda miqdorini topib olamiz:

$$n_{eruvchi} = \frac{m_{eruvchi}}{M_{eruvchi}} = \frac{7,3}{36,5} = 0,2 \text{ mol}$$

Topilgan modda miqdoridan foydalanib HCl eritmasining hajmini topamiz:

$$V_{eritma} = \frac{n_{eruvchi}}{C_M} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ litr}$$

Javob: 2 l

**3-masala: Distillangan suvga BaCl<sub>2</sub> qo'shib, 300 ml 2 M li eritma tayyorlandi. Qo'shilgan BaCl<sub>2</sub> ni massasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Eritmaning hajmi va molyar konsentratsiya qiymatlaridan foydalanib BaCl<sub>2</sub> ning modda miqdorini topib olamiz:

$$n_{eruvchi} = C_M \cdot V_{eritma} = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ mol}$$

BaCl<sub>2</sub> ning modda miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning massasini aniqlaymiz:

$$m_{eruvchi} = n_{eruvchi} \cdot M_{eruvchi} = 0,6 \cdot 208 = 124,8 \text{ g}$$

Demak 300 ml 2 M li eritma hosil qilish uchun 124,8 g BaCl<sub>2</sub> eritilgan ekan.

Javob: 124,8 g

Agar masalani shartida eritma hajmi berilmay, eritma massasi va eritma zichligi berilgan bo'lsa, dastlab eritma hajmini aniqlab olamiz. Eritma hajmini ( $V_{eritma}$ ) aniqlash uchun eritma massasini ( $m_{eritma}$ ) eritma zichligiga ( $\rho$ ) bo'lishimiz kerak bo'ladi:

$$V_{eritma} = \frac{m_{eritma}}{\rho}$$

Masala shartida eritma zichligi g/ml da va eritma massasi grammda berilgan bo'lsa, bu formula orqali hisoblasak eritma hajmini ml da aniqlaymiz va 1000 ga bo'lish orqali eritma hajmini litrda ifodalashimiz mumkin va masala ishlashda davom etamiz.

Agar eritma zichligi kg/l da va eritma massasi kg da berilgan bo'lsa, bu formula orqali hisoblasak eritma hajmini litrda aniqlaymiz va masala ishlashda davom etamiz.

**4-masala: 300 g suvga 36,5 g HCl qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ( $\rho=1,12$  g/ml) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:**

Dastlab erigan moddaning modda miqdorini topib olamiz:

$$n_{eruvchi} = \frac{m_{eruvchi}}{M_{eruvchi}} = \frac{36,5}{36,5} = 1 \text{ mol}$$

300 g suvda 36,5 g HCl eritilganda 336,5 g (300+36,5=336,5) eritma hosil bo'ldi.

Eritma massasidan foydalanib uning hajmini aniqlaymiz:

$$V_{eritma} = \frac{m_{eritma}}{\rho} = \frac{336,5}{1,12} = 300 \text{ ml} = 0,3 \text{ l}$$

Erigan moddaning miqdori va eritmaning hajmi ma'lum bo'ldi, endi eritmaning molyar konsentratsiyasini topamiz:

$$C_M = \frac{n_{eruvchi}}{V_{eritma}} = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ mol/l}$$

Javob: 3,33 M

### Mavzuga doir masalalar:

- 1,25 mol  $\text{CaCl}_2$  suvda eritilib, 500 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo'lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.
- 0,75 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  suvda eritilib, 750 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo'lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.
- Distillangan suvga NaCl qo'shib, 400 ml 3 M li eritma tayyorlandi. Qo'shilgan NaCl ni massasini aniqlang.
- Distillangan suvga  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  qo'shib, 200 ml 1,5 M li eritma tayyorlandi. Qo'shilgan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ning massasini aniqlang.
- 300 g suvga 147 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ( $\rho=1,1175\text{g/ml}$ ) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.
- 250 g suvga 80 g NaOH qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ( $\rho=1,1\text{g/ml}$ ) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.

### 7.7-§. Normal konsentratsiya

#### ➤ Normal konsentratsiya:

---

*1 litr eritmaning tarkibida erigan moddani ekvivalent miqdoriga shu eritmani normal konsentratsiya deyiladi.*

---

Normal konsentratsiyani o'rganishda  $n$  oldin, erigan moddani ekvivalent miqdori nima ekanligini va qanday aniqlanishi haqida tushunchaga ega bo'lib olishimiz kerak.

Erigan moddani ekvivalent miqdorini ( $n_{ekv(eruvchi)}$ ) aniqlash uchun erigan moddaning massasini ( $m_{eruvchi}$ ) erigan moddani ekvivalent massasiga ( $E_{eruvchi}$ ) bo'lishimiz kerak bo'ladi.

$$n_{ekv(eruvchi)} = \frac{m_{eruvchi}}{E_{eruvchi}}$$

$m_{eruvchi}$  – erigan moddani massasi (g)

$n_{ekv(eruvchi)}$  – erigan moddaning ekvivalent miqdori (g/ekv)

$E_{eruvchi}$  – erigan moddani ekvivalent massasi (ekv)

**1-masala: 24,5 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ni ekvivalent miqdorini (g/ekv) aniqlang.**

Dastlab H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H}$$

$E_{kislota}$  – kislota ekvivalent massasi

$M_{kislota}$  – kislota molyar massasi (gr)

$n H$  – metallga o'rnini bera oladigan vodorodlar soni

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H} = \frac{98}{2} = 49$$

Endi ushbu formula asosida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning ekvivalent miqdorini topamiz:

$$n_{ekv(eruvchi)} = \frac{m_{eruvchi}}{E_{eruvchi}} = \frac{24,5}{49} = 0,5 \text{ g/ekv}$$

Javob: 0,5 g/ekv

Normal konsentratsiyani ( $C_N$ ) aniqlash uchun erigan moddaning ekvivalent miqdorini ( $n_{ekv(eruvchi)}$ ) shu eritmaning hajmiga ( $V_{eritma}$ ) bo'lishimiz kerak.

$$C_N = \frac{n_{ekv(eruvchi)}}{V_{eritma}}$$

$C_N$  – eritma normal konsentratsiya (N)

$n_{ekv(eruvchi)}$  – erigan moddaning ekvivalent miqdori (g/ekv)

$V_{eritma}$  – eritma hajmi (l)

Normal konsentratsiyani ( $C_N$ ) o'lchov birligi N (normal) dir. Normal konsentratsiyada eritma hajmini l da o'lchanadi.

Shu formuladan erigan moddaning ekvivalent miqdorini ( $n_{ekv(eruvchi)}$ ) aniqlash uchun, eritmani normal konsentratsiyasini ( $C_N$ ) eritma hajmiga ( $V_{eritma}$ ) ko'paytirish kerak bo'ladi.

$$n_{ekv(eruvchi)} = C_N \cdot V_{eritma}$$

Shu formuladan eritma hajmini ( $V_{eritma}$ ) aniqlash uchun, erigan moddaning gramm ekvivalent miqdorini ( $n_{ekv(eruvchi)}$ ) eritmani normal konsentratsiyasiga ( $C_N$ ) bo'lish kerak.

$$V_{eritma} = \frac{n_{ekv(eruvchi)}}{C_N}$$

**2-masala: 5 l eritma tarkibida 3 g/ekv HCl bo'lsa, shu eritmani normal konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:**

Eritmaning hajmi hamda erigan moddaning ekvivalent miqdorini qiymatlaridan foydalanib eritmaning normalligini aniqlaymiz:

$$C_N = \frac{n_{ekv(eruvchi)}}{V_{eritma}} = \frac{3}{5} = 0,6 N$$

Demak, eritmaning normal konsentratsiyasi 0,6 N ekan.

Javob: 0,6 N

**3-masala: 5000 g suvga 68,4 g Ba(OH)<sub>2</sub> qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ( $\rho=1,267$  g/ml) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:**

Dastlab, Ba(OH)<sub>2</sub> ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{asos} = \frac{M_{asos}}{n_{OH}}$$

$E_{asos}$  – asos ekvivalent massasi

$M_{asos}$  – asos molyar massasi (gr)

$n_{OH}$  – OH guruh soni

$$E_{asos} = \frac{M_{asos}}{n_{OH}} = \frac{171}{2} = 85,5$$

Endi erigan moddaning ekvivalent miqdorini topib olamiz:

$$n_{ekv(eruvchi)} = \frac{m_{eruvchi}}{E_{eruvchi}} = \frac{68,4}{85,5} = 0,8 \text{ g/ekv Ba(OH)}_2$$

5000 g suvda 68,4 g Ba(OH)<sub>2</sub> eritilganda 5068,4 g (5000+68,4=5068,4) eritma hosil bo'ladi.

Eritmaning massasi va zichligining qiymatlari bizga ma'lum, bu ma'lumotlar yordamida eritmaning hajmini aniqlaymiz:

$$V_{eritma} = \frac{m_{eritma}}{\rho} = \frac{5068,4}{1,267} = 4000 \text{ ml} = 4 \text{ l}$$

Erigan moddaning ekvivalent miqdorini eritmaning hajmiga (l) bo'lib , eritmaning normal konsentratsiyasini topamiz:

$$C_N = \frac{n_{ekv(eruvchi)}}{V_{eritma}} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ N}$$

Demak, biz tayyorlagan eritmaning normal konsentratsiyasi 0,2 N ga teng ekan.

Javob: 0,2 N

**4-masala: 9,8 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning 0,2 N li eritmasining hajmini ( l) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:**

Dastlab H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H}$$

$E_{kislota}$  – kislota ekvivalent massasi

$M_{kislota}$  – kislota molyar massasi (gr)

$n H$  – metallga o'rnini bera oladigan vodorodlar soni

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H} = \frac{98}{2} = 49$$

Endi ushbu formula asosida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning ekvivalent miqdorini topamiz:

$$n_{ekv(eruvchi)} = \frac{m_{eruvchi}}{E_{eruvchi}} = \frac{9,8}{49} = 0,2 \text{ g/ekv}$$

Topilgan ekvivalent miqdorini shu eritmaning normal konsentratsiyasiga bo'lib , H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasining hajmini topamiz:



$$V_{eritma} = \frac{n_{ekv(eruvchi)}}{C_N} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ l}$$

Javob: 1 l

### Mavzuga doir masalalar:

1. 10,25 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning g/ekv lar sonini aniqlang.
2. 20,8 g Al(OH)<sub>3</sub> ning g/ekv lar sonini aniqlang.
3. 6,67 g Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ning g/ekv lar sonini aniqlang.
4. 6 l eritma tarkibida 3 g/ekv NaCl bo'lsa, shu eritmaning normal konsentratsiyasini aniqlang.
5. 1 l eritma tarkibida 2 g/ekv NH<sub>4</sub>Cl bo'lsa, shu eritmaning normal konsentratsiyasini aniqlang.
6. 500 g suvga 85,5 g Ba(OH)<sub>2</sub> qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning (ρ=1,171g/ml) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.
7. 200 g suvga 98 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning (ρ=1,192g/ml) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.
8. 8,2 g H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ning 0,25 N li eritmasining hajmini ( l) aniqlang.
9. 12,6 g HNO<sub>3</sub> ning 0,5 N li eritmasining hajmini ( l) aniqlang.

### 7.8-§. Titr konsentratsiya

Analitik kimyoda eritmaning konsentratsiyasi titr bilan ham ifodalaniladi. Eritmaning 1ml da bo'lgan erigan moddaning gramm hisobidagi miqdori titr (g/ml) deyiladi. Eritmaning titri  $C_{titr}$  harfi bilan belgilanadi.

Agar eritmaning va unda erigan moddaning aniq tortib olingan massasi ma'lum bo'lsa, eritmaning titri modda massasi (m) ni shu eritmaning (V) ga bo'lish orqali aniqlanadi.

$$C_{titr} = \frac{m_{eruvchi}}{V_{eritma}}$$

$C_{titr}$  – eritmaning titr konsentratsiyasi; g/ml

$m_{eruvchi}$  – erigan modda massasi, gr;

$V_{eritma}$  – eritma hajmi, ml

1-masala. Sodaning 100 ml eritmasida 0,256 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  erigan bo'lsa, eritmaning titrini aniqlang.

$$C_{\text{titr}} = \frac{m_{\text{eruvchi}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{0,256}{100} = 0,00256 \text{ g/ml}$$

Eritmaning normal konsentratsiyasi bilan uning titri o'rta sida quyidagicha bog'lanish bor.

$$C_{\text{titr}} = \frac{C_N \cdot E}{1000}$$

Bunda

$C_{\text{titr}}$  – eritmaning titr konsentratsiyasi; g/ml,

$C_N$  – eritmaning normalligi;

E - erigan moddaning gramm–ekvivalenti

**2-masala. 0,1 n NaOH eritmasining titri aniqlang.**

$$C_{\text{titr}} = \frac{C_N \cdot E}{1000} = \frac{40 \cdot 0,1}{1000} = 0,004 \text{ g/ml}$$

Eritmaning molyar konsentratsiyasi berilganda titr konsentratsiyasini topish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$C_{\text{titr}} = \frac{C_M \cdot M}{1000}$$

$C_{\text{titr}}$  – eritmaning titr konsentratsiyasi; g/ml,

$C_M$  – eritmaning molyarligi;

M - erigan moddaning molyar massasi

**3-masala. 0,1 M li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasining titr konsentratsiyasini hisoblang.**

$$C_{\text{titr}} = \frac{C_M \cdot M}{1000} = \frac{0,1 \cdot 98}{1000} = 0,0098 \text{ g/ml}$$

**Mustaqil ishlash uchun test topshiriqlari.**

1. Eritmaning titri uning 1 ml hajmida erigan moddaning grammlar soniga (g/ml) teng. Sulfat kislotaning besh molyarli eritmasining titrini hisoblang.

A) 0,98 B) 0,49 C) 4,9 D) 9,8

2. Hajmi 3 l bo'lgan osh tuzi eritmasida 9 mol modda mavjud. Shu eritmaning titri (g/ml) ni aniqlang.

A) 0,0195 B) 0,0585 C) 0,1755 D) 0,585

3. Kaliy sulfitning 0,1 N (normallik erigan moddaning 1 l eritmadagi ekvivalent miqdorini aks ettiradi) eritmasi bor. 20 ml eritmadagi tuzni oksidlash uchun har litrida 31,6 g  $\text{KMnO}_4$  tutgan eritmadan qancha hajm (ml) zarur? Reaksiya kislotali muhitda boradi.

A) 1 B) 3 C) 2,8 D) 2

4. Agar 1 ml sirka kislotada ( $\rho=1$  g/ml) 20 ta tomchi bo'lsa, 1 tomchi 30 % li sirka kislotada eritmasida erigan modda massasini (mg) aniqlang.

A) 5 B) 10 C) 30 D) 15

5. Titri 0,735 g/ml bo'lgan sulfat kislotada eritmasining normalligini hisoblang.

A) 0,735 B) 1,88 C) 3,75 D) 15

6. Titrlari bir xil bo'lgan qaysi modda eritmasining molyar konsentratsiyasi eng yuqori bo'ladi.

A) natriy bromid B) rubidiy nitrat C) kaliy sulfat D) kaltsiy xlorid

7. Titrlari bir xil bo'lgan qaysi kislotada eritmasining molyar konsentratsiyasi eng kichik bo'ladi?

A) sulfat B) perxlorat C) nitrat D) xlorid

### 7.9-§. Eritma konsentratsiyalari o'rta sidagi bog'lanishlar

Foiz va molyar konsentratsiya o'rta sidagi bog'lanish. Masala shartida foiz konsentratsiya ma'lum bo'lib, molyar konsentratsiyani ( $C_M$ ) aniqlash kerak bo'lsa, foiz konsentratsiyani ( $C_{\%}$ ) eritma zichligiga ( $\rho$ ) va 10 ga ko'paytiramiz va hosil bo'lgan sonni erigan moddaning molyar massasiga ( $M$ ) bo'lamiz.

$$C_m = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{M}$$

$C_M$  – molyar konsentratsiya;

$C_{\%}$  – foiz konsentratsiya;

$M$  – erigan moddaning molyar massasi;

$\rho$  – eritmaning zichligi.

Agar masala shartida molyar konsentratsiya ma'lum bo'lib, foiz konsentratsiya ( $C_{\%}$ ) ni aniqlash kerak bo'lsa, molyar konsentratsiya ( $C_M$ ) ni erigan

moddaning molyar massa ( $M$ ) siga ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni eritma zichligi ( $\rho$ ) ni 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{10 \rho}$$

Bu formulalar orqali foiz konsentratsiya berilganda molyar konsentratsiyani, molyar konsentratsiya berilganda foiz konsentratsiyani aniqlashimiz mumkin.

Agar masala shartida ham foiz, ham molyar konsentratsiya berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula orqali shu eritmaning zichligini aniqlashimiz mumkin. Eritma zichligi ( $\rho$ ) ni aniqlash uchun molyar konsentratsiya ( $C_M$ ) ni erigan moddaning molyar massasi ( $M$ ) ga ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni foiz konsentratsiya ( $C_{\%}$ ) ni 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$\rho = \frac{C_M \cdot M}{C_{\%} \cdot p}$$

Agar masala shartida noma'lum modda eritmasining foiz, molyar konsentratsiyalari va eritma zichligi ma'lum bo'lsa, erigan moddaning molyar massasini aniqlaymiz va molyar massa orqali erigan noma'lum moddaning nomini bilib olishimiz mumkin. Erigan moddaning molyar massasi ( $M$ ) ni aniqlash uchun foiz konsentratsiya ( $C_{\%}$ ) ni eritma zichligi ( $\rho$ ) ga va 10 ga ko'paytiramiz. Hosil bo'lgan natijani erigan moddaning molyar konsentratsiyasiga ( $C_M$ ) bo'lamiz.

$$M = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{C_m}$$

**1-masala: 20 % li ( $\rho=1,25\text{g/ml}$ ) KOH eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Ushbu masalani foiz konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C_m = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{M} = \frac{20 \cdot 10 \cdot 1,25}{56} = 4,46 \text{ M}$$

Javob: 4,46 M

**2-masala: 1,5 M li ( $\rho=1,26 \text{ g/ml}$ ) HNO<sub>3</sub> eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Ushbu masalani molyar konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{10 p} = \frac{1,5 \cdot 63}{10 \cdot 1,26} = 7,5\%$$

**Foiz va normal konsentratsiya o'rta sidagi bog'lanish.** Masala shartida foiz konsentratsiya ma'lum bo'lib , normal konsentratsiyani ( $C_N$ ) aniqlash kerak bo'lsa, foiz konsentratsiyani ( $C_{\%}$ ) eritma zichligiga ( $\rho$ ) va 10 ga ko'paytiramiz. Hosil bo'lgan natijani erigan moddaning ekvivalent massasiga ( $E$ ) bo'lamiz.

$$C_N = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot p}{E}$$

$C_N$  – normal konsentratsiya;

$C_{\%}$  – foiz konsentratsiya;

$E$  – erigan moddaning ekvivalent massasi;

$\rho$  – eritmaning zichligi.

Agar masala shartida normal konsentratsiya ma'lum bo'lib , foiz konsentratsiyani ( $C_{\%}$ ) aniqlash kerak bo'lsa, normal konsentratsiyani ( $C_N$ ) erigan moddaning ekvivalent massasiga ( $E$ ) ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni eritma zichligini ( $\rho$ ) 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$C_{\%} = \frac{C_N \cdot E}{10 p}$$

Bu formulalar orqali foiz konsentratsiya berilganda molyar konsentratsiyani, molyar konsentratsiya berilganda foiz konsentratsiyani aniqlashimiz mumkin.

Agar masala shartida ham foiz ham normal konsentratsiya berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula orqali shu eritmaning zichligini aniqlashimiz mumkin. Eritma zichligini ( $\rho$ ) aniqlash uchun normal konsentratsiyani ( $C_N$ ) erigan moddaning ekvivalent massasiga ( $E$ ) ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni foiz konsentratsiyani ( $C_{\%}$ ) 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$p = \frac{C_N \cdot E}{C_{\%} \cdot p}$$

Agar masala shartida noma'lum modda eritmasining foiz, normal konsentratsiyalari va eritma zichligi ma'lum bo'lsa, erigan moddani ekvivalent

massasini aniqlashimiz va ekvivalent massasi orqali erigan noma'lum moddani nomini bilib olishimiz mumkin. Erigan moddani ekvivalent massasini (E) aniqlash uchun foiz konsentratsiyani ( $C_{\%}$ ) eritma zichligiga ( $\rho$ ) va 10 ga ko'paytiramiz. Hosil bo'lgan natijani erigan moddaning normal konsentratsiyasiga ( $C_N$ ) bo'lamiz.

$$E = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot p}{C_N}$$

**3-masala: 4 N li ( $\rho = 1,306$  g/ml)  $H_3PO_4$  eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Ushbu masalani normal konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H} = \frac{98}{2} = 32,67$$

$$C_{\%} = \frac{C_N \cdot E}{10 p} = \frac{4 \cdot 32,67}{10 \cdot 1,306} = 10\%$$

Javob: 10 %

**4-masala: 10 % li ( $\rho = 1,23$  g/ml)  $H_2SO_3$  eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Avval  $H_2SO_3$  ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{n H} = \frac{82}{2} = 41$$

Ushbu masalani foiz konsentratsiyadan normal konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C_N = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot p}{E} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 1,23}{41} = 3 N$$

Javob: 3 N

Mavzuga doir masalalar:

1. 5% li ( $\rho = 1,26$  g/ml)  $HNO_3$  eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.
2. 40% li ( $\rho = 1,225$  g/ml)  $H_2SO_4$  eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.
3. 3 M li ( $\rho = 1,275$  g/ml)  $NaNO_3$  eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.
4. 0,5 M li ( $\rho = 1,19$  g/ml)  $KBr$  eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

5.  $\text{NaNO}_3$  ning 17 % li eritmasining molyar konsentratsiyasi 2,5 M bo'lsa, shu eritmaning zichligini aniqlang.
6.  $\text{CaCl}_2$  ning 55,5 % li eritmasining molyar konsentratsiyasi 6 M bo'lsa, shu eritmaning zichligini aniqlang.
7. 25 % li ( $\rho=1,176$  g/ml) noma'lum modda eritmasining molyar konsentratsiyasi 3 M ga teng bo'lsa, shu eritmada erigan noma'lum modda(lar)ni aniqlang.
8. 16 % li ( $\rho=1,2$  g/ml) noma'lum modda eritmasining molyar konsentratsiyasi 4,8 M ga teng bo'lsa, shu eritmada erigan noma'lum moddani aniqlang.
9. 3,5 N li ( $\rho=1,143$  g/ml)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.
10. 25 % li ( $\rho =1,25$  g/ml)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.
11. 2,5 M li  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.
12. 3 N li  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.
13. 4 N li ( $\rho =1,25$  g/ml)  $\text{NaOH}$  eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.
14. 28 % li ( $\rho =1,2$  g/ml)  $\text{KOH}$  eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.
15. 2 N li  $\text{H}_3\text{PO}_3$  eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.



### *Laboratoriya № 7.1*

## **MAVZU: DISPERS SISTEMALARNING OLINISHI**

**Ishning maqsadi:** Dispers sistemalarni olishni 2 xil usulini amalda korish.

### **Nazariy muqaddima:**

Bir modda ichida (muhitida) ikkinchi moddaning juda kichik zarrachalar (bo'lakchalar) holida tarqalishi (disperslanishi) dan (disperses – tarqalgan, sochilgan, maydalangan degan ma'noni bildiradi) hosil bo'lgan mikroeterogen sistemalar dispers sistemalar deyiladi.

Har qanday dispers sistema dispersion muhitdan va unda tarqalgan modda zarrachalari – dispers fazadan iborat boladi. Dispers sistemalar bir –biridan dispersion muhit va dispers fazaning agregat holati, zarrachalarning o'lchami (katta - kichikligi), disperslik darajasi bilan farq qiladi. Disperslik darajasiga ko'ra:

Dagʻal dispers sistemalar, nozik dispers sistemalar, oʻta nozik dispers sistemalar boʻlinadi.

Eritma – ikki yoki undan ortiq komponent (tarkibiy qism) dan iborat boʻlgan gomogen sistemadir. Eritmalar ularni tashkil qiluvchi moddalarning agregat holatiga koʻra qattiq, suyuq, gazsimon holatda boladi.

Moddalarning eruvchanligi deb, ayni temperaturada 100 gr erituvchida erigan moddaning gr miqdoriga aytiladi. Eritmalar moddalarning eruvchanlik koeffitsientiga koʻra toʻyingan, toʻyinmagan, oʻta toʻyingan xillarga ajratiladi.



7.1-rasm. Magnitli aralashtirgich.

**Asbob va reaktivlar:**

Temir xlorid ( $\text{FeCl}_3$ ), kraxmal, forfor stunka, forfor kosacha, konussimon kolba, pipetka, distillangan suv, KSL-1005-1, KSL-1178-1, KSL-1083-1,

**Ishning bajarilishi:**

Dispers sistemalarning olishning 2 xil usuli mavjud.

1, Kondensatsion usul.

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  zolini gidroliz yordamida olinishi. 100 ml distillangan suvni qaynaguncha isitish plitasida (KSL-1083) qizdiring. Soʻng qaynoq suvga 5-10 ml  $\text{FeCl}_3$  ning 2%li eritmasidan tomchilatib qoʻshing. Eritmani qizdirishga moslashtirilgan magnitli aralashtirgich (KSL-1178-1) yordamida 2 minut davomida qizdirib turib aralashtiring. Qanday holat kuzatiladi? Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.



2) Dispergatsion usul.

Kraxmal zolining olinishi. 0,5 gr kraxmalni analitik tarozi (KSL-1005-1) yordamida tortib oling va forfor stunkada yaxshilab maydalang. Forfor kosachadan olib 10 ml distillangan suv quyilgan kolbaga soling va chayqating. Soʻngra yana 90 ml suv qoʻshing. Kraxmalning suv bilan aralashmasini qizdirishga moslashtirilgan magnitli aralashtirgich (KSL-1178-1) uzluksiz holda aralashtirilib turib qaynating.

### **Nazorat savollari.**

1. Dispers sistemalarning qanday xillari bor?
2. Qanday sistemalar dispers sistemalar deyiladi?
3. Dagʻal dispers sistemalarga misol keltiring.



### **Laboratoriya № 7.2**

## **MAVZU: ETIL SPIRTINING 40% LI ERITMASIDAN SOF ETIL SPIRTINI AJRATIB OLISH**

**Ishdan maqsad:** Moddalarning ajratish va tozalashning asosiy usullari bilan tanishish.

**Nazariy qism: Oddiy haydash usuli.** Bu usulda haydalayotgan modda maxsus apparatda qaynash haroratigacha isitiladi, hosil boʻlgan bugʻni kondensasiyalab yigʻgichga yigʻib olinadi. Bu usulda suyuq moddalarni qattiq moddalardan, suyuq moddalarni suyuq moddalardan ajratishda aniqlashda foydalaniladi.

**Suv bugʻi yordamida haydash:** Bu usulda yuqori haroratda qaynovchi moddalar tozalanadi yoki haydaladi. Bu usul suvda erimaydigan moddalarni haydashda qoʻllaniladi. Bu usulni oʻziga xos xususiyati shundan iboratki, haydalayotgan modda orqali suv bugʻi oʻtkazilganda oʻsha modda ham bugʻlanadi va yigʻgichda suv bugʻi bilan birga kondensasiyalanadi.

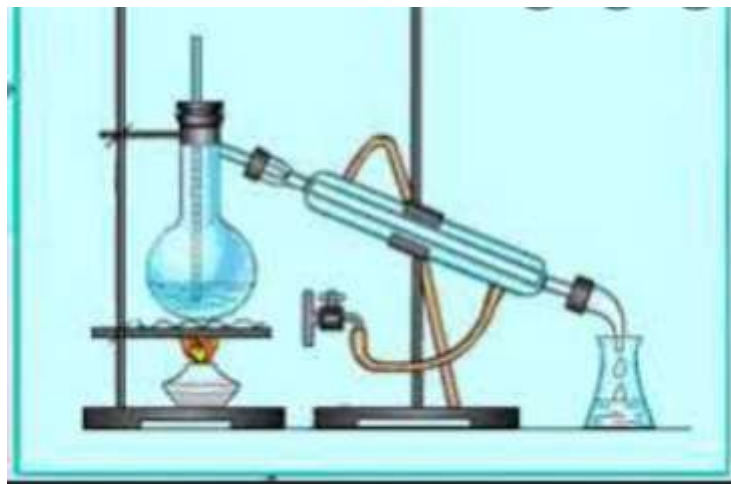
**Ekstraksiya:** Ikkita bir-biri bilan aralashmaydigan aralashmalarni bir-biridan ajratishda ishlatiladi. Ekstragentlar sifatida organik moddalar benzol, toluol, xloroform, dixloretan, tetraxlorometan va boshqalar qoʻllaniladi, ekstragent va

ajratiluvchi moddalar ajratgich voronkasiga quyiladi. Voronkani ogʻzini yopib, yaxshilab silkitib aralastiriladi. Aralastirish kranni ochganda chiqayotgan bugʻni ovozi eshitilguncha davom ettiriladi, soʻngra ajratgich voronkasini shtativga oʻrnatiladi. Moddalar ikki qatlamga ajralgandan keyin pastki qatlam voronkani krani, yuqori qatlam esa voronkani ogʻzi orqali boshqa idishlarga quyib olinadi.

**Kristallash:** Qattiq moddalarni ajratishda qoʻllaniladi. Bu usul moddalarning har xil haroratlarda har xil miqdorda erishga asoslangan. Ajratilayotgan modda issiq holdagi erituvchida yaxshi, sovuq holdagida esa oz erish kerak. Agar kristallanuvchi modda qoʻshimcha moddalarni rangi bilan bir xil rangli holatda boʻlishi mumkin. Unda moddalarni ajratishda 3-5% li 100 gramm aralashmaga 5 g gʻovakli koʻmir qoʻshib rangli moddani yuttirib olish kerak. Soʻngra issiq holda bugʻlangan eritma tayyorlab soʻngra sovutiladi, idish tagiga tushgan choʻkma filtrlab ajratiladi.

**Quritish:** Bunda modda tarkibidagi suv va organik eruvchilar chiqarib yuboriladi. Qattiq moddalar, avval havoda quritilib soʻngra elektr qurutuvchi shkaflarda qurutiladi suyuqliklarni yutuvchi (gigraskop) moddalar eksikatorlarda quritiladi. Qurituvchi modda sifatida eksikatorga silikagel yoki sulfat kislota solinadi.

**Asbob va reaktivlar:** Shtativ, Vyurs kolbasi, termometr, perixodnik, sovutgich, alonj, kolba, 40% li etil spirti, KSI-1012-1.



7.2-rasm. Moddalarni haydash uchun kerak boʻladigan qurilma.

**Ishni bajarash tartibi:**

**1-tajriba.** Moddalarni haydash uchun kerak bo'ladigan asboblarni yig'ish. Birinchi shtativga Vyurs kolbasi qisqichlar yordamida vertikal holda o'rnatiladi. Vyurs kolbasining og'ziga perixodnik yordamida termometr o'rnatiladi. Termometrning simobli uchi Vyurs kolbasining bug' o'tkazuvchi nayi bilan bir xil balandlikda bo'lishi kerak so'ngra ikkinchi shtativga sovutgich o'rnatiladi. Sovutgichni bir uchi perixodnik yordamida Vyurs kolbasiga ikkinchi uchi esa yig'gichga (konussimon kolba) alonsh orqali ulanadi. Sovutgichni pastki nayiga ulangan rezinka nay vodoprovod suviga ulanadi. Sovutgich yuqori uchiga ulangan rezinka nay esa kanalizasiya trubasiga ulanadi.

**2-tajriba:** Aralashmani haydash usuli bilan ajratish.

1-tajribada haydash asbobi yig'ilgandan keyin haydalayotgan suyuqlik (40% li etil spirti) Vyurs kolbasiga quyiladi, bunda suyuqlik hajmi kolba hajmining 2/3 qismiga to'g'ri kelishi kerak. Suyuqlik tekis qaynashi uchun g'ovak qaynatgich (g'isht yoki chinni bo'lgan) suyuqlikka solinadi. Haydalayotgan modda har bir sekinda modda yig'iladigan idishga 1-2 tomchidan tomib yig'ilishi kerak.

**Nazorat savollari.**

1. Moddalarni bir-biridan ajratishning qanday usullarini bilasiz?
2. Bizga shakar, bo'r, osh tuzi, oltingugurt, suv, spirt, sulfat kislotasi berilgan bo'lsin. Ularni bir-biridan qanday farqlash mumkin?
3. Osh tuzining 20 % li eritmasidan 600 g tayyorlash uchun uning 10 % li va 40 % li eritmalaridan qanchadan (g) olish kerak?
4. Natriy sulfatning 150 g 20 % li eritmasiga 300 ml suv qo'shildi. Olingan eritmaning protsent konsentratsiyasi qanday bo'ladi?



**Laboratoriya № 7.3**

**MAVZU: TURLI KONSENTRATSIYALI ERITMALAR TAYYORLASH**

**Ishning maqsadi:** Eritmalar tayyorlashni amalda korish.

**Nazariy muqaddima**

Eritma – ikki yoki undan ortiq komponent (tarkibiy qism) dan iborat bo'lgan gomogen sistemadir. Eritmalar ularni tashkil qiluvchi moddalarning

agregat holatiga ko‘ra qattiq, suyuq, gazsimon holatda boladi. Moddalarning eruvchanligi deb, ayni temperaturada 100 gr erituvchida erigan moddaning gr miqdoriga aytiladi. Eritmalar moddalarning eruvchanlik koeffitsientiga ko‘ra to‘yingan, to‘yinmagan, o‘ta to‘yingan xillarga ajratiladi.

Eritmalar quyidagi konsentratsiyalarga ega bo‘ladi.

1. Foiz konsentratsiya.
2. Molyar konsentratsiya
3. Normal konsentratsiya
4. Molyal konsentratsiya
5. Titr konsentratsiya

#### **Asbob va reaktivlar:**

Kolba, distillangan suv, menzurka, NaOH, NaCl, distillyator (KSL-1188-1), analitik tarozi (KSL-1005-1), isitish plitasi (KSL-1083), qizdirishga moslashtirilgan magnitli aralashtirgich (KSL-1178-1)

#### **Ishning bajarilishi:**

1. NaOH ning 4 % li 75 g eritmasini tayyorlang. Buning uchun qancha NaOH va qancha suv kerakligini hisoblab toping.

Yechish:

100 g eritma tayyorlash uchun – 4 g NaOH kerak

75 g eritma tayyorlash uchun – x g NaOH kerak

$$x = \frac{75 \cdot 4}{100} = 3 \text{ g NaOH kerak.}$$

Shu yo‘l bilan qancha suv kerakligini ham hisoblab topamiz.

100 g eritma tayyorlash uchun – 96 g suv kerak

75 g eritma tayyorlash uchun – x g suv kerak

$$x = \frac{75 \cdot 96}{100} = 72 \text{ g suv kerak.}$$

Analitik tarozi (KSL-1005-1) yordamida 3 gramm NaOH ni tortib olamiz. O‘lchov kolbasi yordamida 72 ml suvni o‘lchab olamiz va 3 g NaOH solingan

kolbaga ohistalik bilan chayqatib quyamiz. Soʻngra NaOH toʻliq erib ketishi uchun isitish plitasi (KSL-1083) da maʼlum vaqt davomida qizdiramiz.

2. Osh tuzining 1 M 250 ml eritmasini tayyorlang. Buning uchun qancha NaCl va qancha suv kerakligini hisoblab toping.

Yechish:

$C_M = \frac{a \cdot 1000}{M \cdot V}$  yordamida 1 M 250 ml eritma tayyorlash uchun kerak boʻladigan

NaCl ning massasini hisoblab topamiz.

$$a = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{1 \cdot 58,5 \cdot 250}{1000} = 14,625 \text{ g NaCl kerak.}$$

Analitik tarozi (KSL-1005-1) yordamida 14,625 gramm NaCl ni tortib olamiz. Tortib olingan NaCl ni 250 ml hajmli menzurkaga soʻlamiz va hajm 250 ml ga yetguncha chayqatib turib distillangan suv quyamiz.



7.2-rasm. Moddani tarozida tortish.

### Nazorat savollari.

1. Normal konsentratsiya deb nimaga aytiladi?
2. Titr konsentratsiya deb nimaga aytiladi?
3.  $H_2SO_4$  ning 2 n eritmasidan 0,5 l tayyorlash uchun zarur boʻlgan sulfat kislota massasini hisoblab toping.

### Eritmalar

1	Eritma -	ikki yoki undan ortiq komponentlardan tashkil
---	----------	---

		topgan gomogen sistema.
2	Eritmalar	uch xil gaz, sutuq, qattiq bo‘ladi.
3	Osmotik bosim	Yarim o‘tgazgich parda orqali erituvchi molekulalarning eritmaga o‘tish hossasiga osmos hodisasi deyiladi va buning natijasida hosil bo‘lgan bosimga osmotik bosim deyiladi.
4	Osmotik bosim formulasi:	$P_{(osmos)} = \frac{1000 \cdot m \cdot R \cdot T}{M \cdot V}$ <p> <math>P_{(osmos)}</math> – eritmaning osmotik bosimi; <math>m</math> – erigan modda massasi;  <math>R</math> – universal gaz doimiysi; <math>T</math> – temperatura; <math>V</math> – eritma hajmi;  <math>M</math> – erigan modda molekulyar massasi. </p>
5	Massa ulish –	100 gr eritmada erigan moddaning gramm hisobidagi miqdoriga aytiladi.
6	Massa ulish –	$\omega_{(x)} = \frac{m_{(x)}}{m_{(sistema)}} \cdot 100\%$ $\omega_{(x)} = \frac{a}{V \cdot p} \cdot 100\%$ <p> <math>a</math> – erigan modda massasi; <math>\omega_{(x)}</math> – erigan modda massa ulushi;  <math>m_{(x)}</math> – erigan modda massasi; <math>m_{(sistema)}</math> – eritma massasi.  <math>p</math> – eritma zichligi; <math>V</math> – eritma hajmi </p>
7	Foiz konsentratsiya -	$C_{\%} = \frac{a}{a + b} \cdot 100\%$ <p> <math>C_{\%}</math> - foiz konsentratsiya; <math>a</math> – erigan modda massasi;  <math>b</math> – erituvchi massasi; </p>
8	Hajmiy ulushni topish:	$\varphi_{(x)} = \frac{V_{(x)}}{V_{sistema}}$ <p> <math>\varphi_{(x)}</math> - <math>x</math> moddaning hajmiy ulushi;  <math>V_{(x)}</math> – <math>x</math> moddaning hajmi; <math>V_{sistema}</math> - sistema hajmi. </p>
9	Eritma zichligini topish:	$p = \frac{m}{V}$ <p> <math>p</math> – eritma zichligi, <math>m</math> – eritma massasi;  <math>V</math> – eritma hajmi </p>
10	Eritma massasini topish:	$m = V \cdot p$
11	Eritma hajmini topish:	$V = \frac{m}{p}$
12	Molyar konsentratsiya	1litr eritmada erigan moddaning mollar soniga

		aytiladi.
13	Molyar konsentratsiya	$C_M = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M}$ $C_M$ – molyar konsentratsiya; a – erigan modda massasi; V – eritma hajmi (millilitrda); M – erigan modda molekulyar massasi.
14	Molyar konsentratsiya	$C_M = \frac{n}{V}$ $C_M$ – molyar konsentratsiya; V – eritma hajmi (litrda) n – erigan modda miqdori
15	Molyal konsentratsiya	1000 gramm suvda erigan moddaning mollar soniga aytiladi.
16	Molyal konsentratsiya	$C_{Molyal} = \frac{n}{1000}$ $C_{molyal}$ – molyal konsentratsiya; n – erigan modda miqdori.
17	Normal konsentratsiya	1litr eritmada erigan moddaning gramm ekvivalentlar soniga aytiladi.
18	Normal konsentratsiya	$C_N = \frac{a \cdot 1000}{E \cdot V}$ $C_N$ – normal konsentratsiya; a – erigan modda massasi; V – eritma hajmi (millilitrda); E – erigan modda ekvivalenti.
19	Titr konsentratsiya	1 millilitr eritmada erigan moddaning gramm hisobidagi miqdoriga aytiladi.
20	Titr konsentratsiya	$C_{titr} = \frac{m_{modda}}{V_{eritma}}$ ; $C_{titr}$ - titr konsentratsiya; $m_{modda}$ – erigan modda massasi; $V_{eritma}$ – eritma hajmi
21	Eritmaning normal konsentratsiyasi berilganda titr konsentratsiyasini topish	$C_{titr} = \frac{C_N \cdot E}{1000}$ ; $C_{titr}$ - titr konsentratsiya; E – erigan modda ekvivalenti; $C_N$ – erigan modda normal konsentratsiyasi.
22	Eritmaning molyar konsentratsiyasi berilganda titr konsentratsiyasini topish	$C_{titr} = \frac{C_M \cdot M}{1000}$ $C_{titr}$ - titr konsentratsiya; $C_M$ – molyar konsentratsiya; M – erigan modda molekulyar massasi

23	Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning normal konsentratsiyalari bir xil bo‘lib, ular hajmlari teng bo‘lsa, ular qoldiqsiz reaksiyaga kirishadi.	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1}$ $V_1$ – birinchi eritmaning hajmi; $V_2$ – ikkinchi eritmaning hajmi; $C_1$ – birinchi eritmaning konsentratsiyasi; $C_2$ – ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi.
24	Eritmaning muzlash temperaturasi:	Eritma muzlash temperaturasining pasayishi eritmada erigan modda miqdoriga to‘g‘ri proporsional
25	Eritmalarning muzlash temperaturasini topish:	$\Delta t_{(muzl)} = \frac{m \cdot 1000 \cdot K}{M \cdot b}$ $\Delta t_{(muzl)}$ – eritma muzlash temperaturasi; m – erigan modda massasi; b – erituvchi massasi; M – erigan modda molekulyar massasi; K – erituvchining krioskopik konstantasi, 1000g erituvchida 1 mol modda eriganda uning muzlash temperaturasi necha gradusga pasayishini ko‘rsatadi.
26	Eritmaning qaynash temperaturasi:	Eritma muzlash temperaturasining ko‘tarilishi eritmada erigan modda miqdoriga to‘g‘ri proporsional
27	Eritmalarning qaynash temperaturasi	$\Delta t_{(qayn)} = \frac{m \cdot 1000 \cdot E}{M \cdot b}$ $\Delta t_{(qayn)}$ – eritma muzlash temperaturasi; m – erigan modda massasi; b – erituvchi massasi; M – erigan modda molekulyar massasi; E – erituvchining ebullioskopik konstantasi, 1000g erituvchida 1 mol modda eriganda uning muzlash temperaturasi necha gradusga ko‘tarilishini ko‘rsatadi.
28	Foiz konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga	$C_M = \frac{C_{\%} \cdot 10p}{M}$ $C_M$ – molyar konsentratsiya; $C_{\%}$ –



	o'tish:	foiz konsentratsiya; M – erigan modda molekulyar massasi; p – eritma zichligi;
29	Molyar konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o'tish:	$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{10p}$ $C_M$ – molyar konsentratsiya; $C_{\%}$ – foiz konsentratsiya; M – erigan modda molekulyar massasi; p – eritma zichligi;
30	Normal konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o'tish:	$C_{\%} = \frac{C_N \cdot E}{10p}$ E – erigan modda ekvivalenti; $C_{\%}$ – foiz konsentratsiya; M – erigan modda molekulyar massasi p – eritma zichligi
31	Foiz konsentratsiyadan normal konsentratsiyaga o'tish:	$C_N = \frac{C_{\%} \cdot 10p}{E}$ E – erigan modda ekvivalenti; $C_{\%}$ – foiz konsentratsiya; M – erigan modda molekulyar massasi; p – eritma zichligi
32	Agar birinchi va ikkinchi erimaning konsentratsiyasi va massasi ma'lum bo'lsa, ularning aralashirilishidan olingan eritmaning konsentratsiyasi quyidagi formula bilan topiladi:	$C_{\%} = \frac{m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2}{m_1 + m_2}$ $m_1$ – birinchi eritma massasi; $m_2$ – ikkinchi eritma massasi; $C_1$ – birinchi eritma konsentratsiyasi; $C_2$ – ikkinchi eritma konsentratsiyasi
33	Eruvchanlik –	ayni temperaturada 100 gramm erituvchida erigan moddaning gramm hisobidagi miqdori.
34	Eruvchanlik koeffitsiyentini topish:	$S = \frac{m_{(x)}}{m_{(su)}} \cdot 100\%$ S – eruvchanlik koeffitsienti; $m_{(x)}$ – x moddaning massasi.

Dispers sistemalar.

1	Dispers sistemalar.	Bir modda ichida ikkinchi modda zarrachalarining tarqalishi (disperslanishi) dan hosil bo'lgan mikrogeterogen sistemalar dispers sistemalar deyiladi.
2	Dispers	har qanday dispers sistema dispersion muhit va unda

	sistemalar.	tarqalgan dispers fazadan tashkil topadi.
3	Dispers sistemalar	Zarrachalar o'lchamiga qarab dispers sistemalar chin eritmalar, kolloid eritmalar va dag'al dispers sistemalar bo'linadi.
4	Chin eritmalar	zarrachalar o'lchami (dispers faza) molekula yoki ion holdagi zarrachalardan iborat bo'ladi ya'ni zarrachalar o'lchami 1nm dan kichik bo'ladi. M: shakar eritmasi, osh tuzi eritmasi va hakozi.
5	Kolloid eritmalar	dispers faza zarrachalari diametri 1 – 100 nm oralig'ida bo'ladi.
6	Dag'al dispers sistemalar	zarrachalar o'lchami 100 nm dan katta bo'ladi. M: loyqa, sut qaymog'i, qattiq.
7	Emulsiya –	ikkita bir-birida erimaydigan suyuq moddalarning o'zaro maydalangan dispers holatidagi aralashmasi. M: mayda yog' tomchilarining suvda bir tekis tarqalgan holati – sut.
8	Suspenziya –	Suyuq modda tarkibida zarrachalar o'lchami 100 nm dan katta bo'lgan qattiq modda zarrachalarining tarqalgan holati. M: loyqa suv.

#### Ikki komponentli dispers sistemalar.

Dispers muhitning agregat holati	Dispers fazaning agregat holati	Misollar
Gaz	Gaz	Havo, gazlar aralashmasi
Gaz	Suyuq	Havodagi namlik, havoga purkalgan suyuqliklar (aerozollar),
Gaz	Qattiq	Tutun, chang
Suyuq	Gaz	Gaz moddalarning suvdagi eritmaları, (chin eritma)
Suyuq	Suyuq	Sulfat kislotaning suvdagi eritmasi (chin eritma), sut (emulsiya)
Suyuq	Qattiq	Osh tuzi, shakar, qutbli molekulari moddalarning suvdagi chin eritmaları, loyqa suv (dag'al dispers sistema)
Qattiq	Gaz	Aktivlangan ko'mir ustida gaz moddalarning adsorbsiyalanishi, penoplastlar, penobeton, pemza shlak, non, patir.
Qattiq	Suyuq	Nam uproq, mevalarda erigan suyuqlik, tabiiy marvarid.
Qattiq	Qattiq	Qotishmalar, sement, beton, rangli shisha, emallar, ko'pchilik nodir toshlar.

### Mavzuga doir masalalar:

1. 23,5 g  $K_2O$  126,5 g suvga tushirilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
2. 6,72 l (n.sh.)  $SO_2$  80,8 g suvga tushirilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
3. 108 g  $N_2O_5$  200 g suvga yuttirilishidan hosil bo'lgan nitrat kislotaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
4. 16,8 l (n.sh)  $CO_2$  2000 g suvga yuttirilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
5. 150 g suvga 60 g kalsiy qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
6. 200 g 10 % li va 300 g 20 % li  $NaNO_3$  eritmalari bir idishga solib aralashtirilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
7. 520 g 10 % li  $BaCl_2$  eritmasi va 710 g 5% li  $Na_2SO_4$  eritmalari bir idishga solib aralashtirilganda, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
8. 425 g 20 % li  $AgNO_3$  eritmasi va 195 g 15% li  $NaCl$  eritmalari bir idishga solib aralashtirilganda, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
11.  $KNO_3$  ning 60 °S dagi to'yingan eritmasida 52,4 % tuz mavjud. Shu temperaturadagi tuzning eruvchanlik koeffitsientini aniqlang.  
A) 35,5 B) 52,4 C) 524 D) 104,8 E) 110
12. Kaliy nitratning 40 °S dagi eruvchanlik koeffitsienti 61 ga teng. Uning 250 g to'yingan eritmasini bug'latish natijasida olingan tuz massasini (g) va shu temperaturadagi eritmadagi erigan tuzning massa ulushini toping.  
A) 94,7 va 0,38 B) 82,1 va 0,27 C) 86,6 va 0,32  
D) 80,3 va 0,36 E) 90,2 va 0,32
13. Kaliy dixromatning 20 °S dagi eruvchanligi 12,5 g ni tashkil etadi. Shu moddaning 400 g suv bilan hosil qilgan to'yingan eritmasining massasi necha gramm bo'ladi?

A) 437,5 B) 412,5 C) 425 D) 460 E) 450

14. Kaliy sulfatning 50 °S dagi to‘yingan eritmasidan 58 g miqdorini bug‘latilgandan keyin 8 g tuz qolgan. Tuzning eruvchanligini aniqlang.

A) 8 B) 14 C) 16 D) 28 E) 32



**Taqdimot № 7**

## **VIII BOB. ELEKTROLITIK DISSOTSIYALANISH VA UNGA TA’SIR QILUVCHI OMILLAR. ERITMALARNING ELEKTR O‘TKAZUVCHANLIGI VA ERUVCHANLIK KO‘PAYTMASI**

### **8.1-§. Mavzu: Elektrolitlar va noelektrolitlar**

Ba’zi moddalar erigan yoki suyuqlangan holatda elektr tokini o‘tkazmasligi yaxshi malum. Buni oddiy asbob yordamida kuzatish mumkin. Bu asbob simlar vositasida elektr tarmoqqa ulangan ko‘mir sterjenlardan (elektrodlardan) tarkib topgan. Zanjirga elektr lampochka ulangan, u zanjirda tok bor yoki yo‘qligini ko‘rsatadi. Agar elektrodlar shakar eritmasiga botirilsa, lampochka yonmaydi. Lekin elektrodlar natriy xlorid eritmasiga botirilganda lampochka ravshan yonadi.

Eritmalar yoki suyuqlanmalarda ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini o‘tkazadigan moddalar elektrolitlar deyiladi.

Eritmalar yoki suyuqlanmalarda ionlarga ajralmaydigan va elektr tokini o‘tkazmaydigan moddalar noelektrolitlar deyiladi.

Elektrolitlarga kislotalar, asoslar va deyarli barcha tuzlar, noelektrolitlarga – organik birikmalarning ko‘pchiligi, shuningdek, molekulalarida faqat kovalent qutbsiz va kam qutbli bog‘lanishlar bo‘ladigan moddalar kiradi.

Elektrolitlar – ikkinchi tur o‘tkazgichlardir. Ular eritmada yoki suyuqlanmada ionlarga ajraladi, shu tufayli ham tok o‘tadi. Ravshanki, eritmada ionlar qancha ko‘p bo‘lsa, u elektr tokini shuncha yaxshi o‘tkazadi. Toza suv elektr tokini juda kam o‘tkazadi.



8.1-rasm. Eritmalarning elektr o‘tkazuvchanligini aniqlash asbobi.

Elektrolitlarning suvda eriganda ionlarga ajralishi elektrolitik dissotsilanish deyiladi.

Masalan, natriy xlorid NaCl suvda eriganida batamom natriy ionlari  $\text{Na}^+$  bilan xlorid ionlar  $\text{Cl}^-$  ga ajraladi. Suv vodorod ionlari  $\text{H}^+$  bilan gidroksid ionlar  $\text{OH}^-$  ni juda oz miqdorlardagina hosil qiladi.

Elektrolitlar suvdagi eritmalarining o‘ziga xos xususiyatlarini tushuntirish uchun shved olimi S. Arrenius 1887-yilda elektrolitik dissotsilanish nazariyasini taklif etdi. Keyinchalik bu nazariyani atomlarning tuzilishi va kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta’limot asosida ko‘pgina olimlar rivojlantirdilar. Bu nazariyaning hozirgi mazmunini quyidagi uchta qoidadan iborat, deyish mumkin:

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy ionlarga ajraladi (dissotsilanadi). Ionlarning elektron holati atomlarnikiga qaraganda ancha barqaror bo‘ladi. Ionlar bitta atomdan tarkib topgan bo‘lishi mumkin – bular oddiy ionlar ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  va h.k.) yoki bir necha atomdan tarkib topgan bo‘lishi mumkin – bular murakkab ionlar ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  va h.k.). Ko‘pchilik ionlar rangli bo‘ladi. Masalan,  $\text{MnO}_4^-$  ion pushti rangli,  $\text{CrO}_4^{2-}$  ion – sariq,  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari rangsiz bo‘ladi. “Ion” so‘zining o‘zi grekchadan tarjima qilinganda “kezib yuradigan” degan ma’noni bildiradi. Eritmada ionlar turli yo‘nalishlarda tartibsiz harakat qiladi.

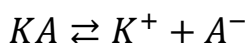
2. Elektr toki ta’sirida ionlar bir yo‘nalishda harakatlanadi: musbat zaryadlangan ionlar katodga, manfiy zaryadlanganlari – anodga tomon

harakatlanadi. Shu sababli musbat zaryadlangan ionlar kationlar, manfiy zaryadlanganlari – anionlar deyiladi.

Ionlarning bir yo‘nalishda harakat qilishiga sabab ularning qarama-qarshi elektrodlar tomonidan tortilishidir.

3. Dissotsilanish – qaytar jarayon: molekulalarning ionlarga ajralishi (dissotsilanishi) bilan bir vaqtda ionlarning birikish jarayoni (assotsilanish) ham sodir bo‘ladi.

Shu sababli elektrolitik dissotsilanish tenglamalarida tenglik ishorasi o‘rniga qaytarlik ishorasi qo‘yiladi. Masalan, KA elektrolit molekulalarining kation  $K^+$  bilan anion  $A^-$  ga dissotsilanish tenglamasi umumiy holda quyidagicha yoziladi:



Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi anorganik kimyodagi asosiy nazariyalardan biri bo‘lib, atom-molekular ta‘limot hamda atomning tuzilishi nazariyasiga to‘la muvofiq keladi.

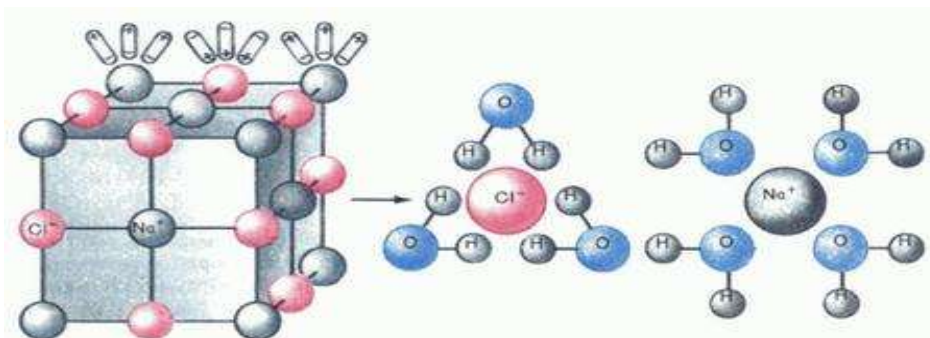
Elektrolitik dissotsilanish mexanizmi haqidagi masala juda muhimdir. Haqiqatan ham, elektrolitlar nima uchun ionlarga dissotsilanadi? Atomlarning kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta‘limot bu savolga javob berishga yordam beradi.

Ionli bog‘lanishli moddalar eng oson dissotsilanadi.

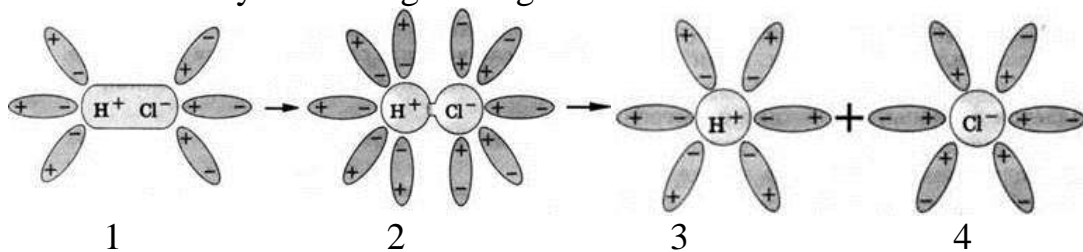
Ma‘lumki, bunday moddalar ionlardan tarkib topgan bo‘ladi Ular eriganida suvning dipollari musbat va manfiy ionlar atrofida to‘planadi. Ionlar bilan suvning dipollari orasida o‘zaro tortishuv kuchlari vujudga keladi. Natijada ionlar orasidagi bog‘lanish susayadi, ionlar kristalldan eritmaga o‘ta boshlaydi. Bunda 8.1.-1-rasm. ko‘rsatilganidek, gidratlangan ionlar, ya‘ni suv molekulalari bilan kimyoviy bog‘langan ionlar hosil bo‘ladi.

Molekulalari qutbli kovalent bog‘lanishdan hosil bo‘lgan (qutbli molekulalar) elektrolitlar ham shunga o‘xshash dissotsilanadi. Moddaning har qaysi qutbli molekulasi atrofida ham suv dipollari to‘planadi, bunda ular o‘zining manfiy qutbi bilan molekulaning musbat qutbiga, musbat qutbi bilan esa molekulaning manfiy qutbiga tortiladi. Bunday o‘zaro ta‘sir natijasida bog‘lovchi elektron bulut (elektronlar jufti) elektrmanfiyligi katta bo‘lgan atomga tomon to‘liq siljiydi, qutbli

molekula ionli molekulaga aylanadi va soʻngra gidratlangan ionlar oson hosil boʻladi (8.1.-1-rasm). Qutbli molekular toʻliq yoki qisman dissotsilanishi mumkin. Shunday qilib, ionli yoki qutbli bogʻlanishli birikmalar – tuzlar, kislotalar va asoslar elektrolitlar hisoblanadi. Ular qutbli erituvchilarda ionlarga dissotsilanishi mumkin.



8.2-rasm. Natriy xloridning suvdagi eritmada elektrolitik dissotsilanish sxemasi.



8.3-rasm. Qutbli molekulaning suvdagi eritmada elektrolitik dissotsilanish sxemasi: 1 – gidratlanish boshlanishida qutbli molekula; 2 – suv dipollari taʼsirida qutbli tuzilishning ionli tuzilishga oʻtishi; 3 – gidratlangan kation; 4 – gidratlangan anion.

### Nazorat savollari.

1. Elektrolitlar deb qanday moddalar aytiladi?
2. Noelektrolitlar deb qanday moddalar aytiladi?
3. Elektrolit moddalarga misollar aytung.
4. Noelektrolit moddalarga misollar ayting.
5. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi qoidalarini ayting.
6. Ionli moddalarning dissotsilanish mexanizmini tushuntiring.
7. Qutbli molekularning dissotsilanish mexanizmini tushuntiring.

### 8.2-§. Kislota, asos va tuzlarning suvdagi eritmalarda dissotsilanishi

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi yordamida kislota, asos va tuzlarga taʼrif beriladi hamda xossalari bayon qilinadi.

➤ **Kislotalar:**

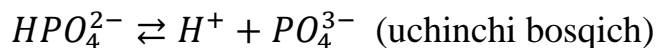
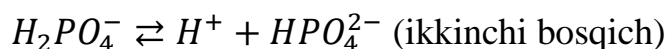
---

**Dissotsilanganda kationlar sifatida faqat vodorod kationlari hosil bo‘ladigan elektrolitlar *kislotalar* deyiladi.**

---



*Kislotaning asosligini* dissotsilanganda hosil bo‘ladigan vodorod kationlarining soni bilan aniqlanadi. Masalan, HCl, HNO<sub>3</sub> – bir asosli kislotalar – bitta vodorod kationi hosil bo‘ladi; H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – ikki asosli, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> – uch asosli kislotalar, chunki dissotsilanganda tegishlicha ikkita va uchta vodorod kationi hosil bo‘ladi. Sirka kislota CH<sub>3</sub>COOH molekulasidagi to‘rtta vodorod atomidan faqat bittasi, karboksil gurux – COOH tarkibiga kiradiganigina kation H<sup>+</sup> holida ajrala oladi – sirka kislota bir asoslidir. Ikki va ko‘p asosli kislotalar bosqich bilan (asta-sekin) dissotsilanadi. Masalan:



Ko‘p asosli kislota, asosan, birinchi bosqich bo‘yicha , kamroq ikkinchi bosqich bo‘yicha va juda oz darajada uchinchi bosqich bo‘yicha dissotsilanadi. Shuning uchun, masalani fosfat kislotaning suvdagi eritmasida H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> molekulari bilan birga (asta-sekin kamayib boradigan miqdorlarda) H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> va PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ionlari ham bo‘ladi.

➤ **Asoslar:**

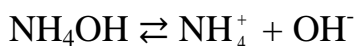
---

**Dissotsilanganida anionlar sifatida faqat gidroksid – ionlar hosil bo‘ladigan elektrolitlar *asoslar* deyiladi.**

---

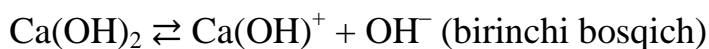
Masalan:





*Suvda eriydigan asoslar ishqorlar deyiladi.* Ular ko‘p emas. Bular ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning asoslaridir: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, FrOH va  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ra}(\text{OH})_2$ , shuningdek  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Asoslarning ko‘pchiligi suvda kam eriydi.

*Asoslarning kislotaliligi* ularning gidroksil guruxlari (gidrokso guruxlari) soni bilan aniqlanadi. Masalan,  $\text{NH}_4\text{OH}$  – bir kislotali asos,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – ikki kislotali,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – uch kislotali va h. k. Ikki va ko‘p kislotali asoslar bosqich bilan dissotsilanadi:



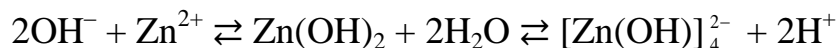
Lekin dissotsilanganda bir vaqtning o‘zida vodorod kationlarini va gidroksid ionlarni hosil qiladigan elektrolitlar ham bor. Bunday elektrolitlar *amfoter elektrolit* yoki qisqacha *amfolitlar* deyiladi.

Ularga suv, rux, aluminiy, xrom gidroksidlari va ko‘pgina boshqa moddalar kiradi. Masalan, suv  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlarga dissotsilanadi (oz miqdorda):



Demak, suvda vodorod kationlari  $\text{H}^+$  borligi tufayli kislota xossalari va  $\text{OH}^-$  ionlari borligi tufayli asos xossalari bir xil darajada ifodalangan.

Amfoter rux gidroksid  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  ning dissotsilanishini ushbu tenglama bilan ifodalash mumkin:



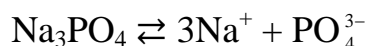
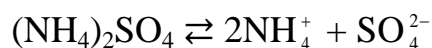
➤ **Tuzlar:**

---

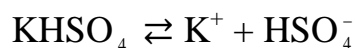
**Dissotsilanganida metallarning kationlari (shuningdek, ammoniy kation  $\text{NH}_4^+$ ) va kislota qoldiqlarining anionlari hosil bo‘ladigan elektrolitlar *tuzlar* deyiladi.**

---

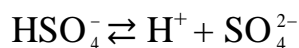
Masalan:



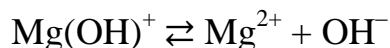
Oʻrta tuzlar ana shunday dissotsilanadi. Nordon va asosli tuzlar bosqich bilan dissotsilanadi. Nordon tuzlarda dastlab metallarning ionlari, soʻngra esa vodorod kationlari ajraladi. Masalan:



va soʻngra



Asosli tuzlarda dastlab kislota qoldiqlari, soʻngra esa gidroksid ionlar ajraladi. Masalan:



### Nazorat savollari:

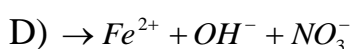
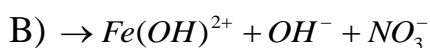
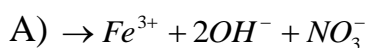
1. Qaysi moddalar bosqichli dissotsilanadi?  
1. sulfat kislota; 2. suv; 3. bariy gidroksid; 4. mis(II) gidroksid; 5. natriy fosfat; 6. natriy gidrofosfat; 7. mis gidroksoxlorid; 8. alyuminiy xlorid;  
A) 1,2,4,6 B) 1,3,4,6,7 C) 1,4,5,7 D) 2,3,4,7
2. Ortofosfat kislota eritmasida necha xil ionlar boʻlishi mumkin?  
A) 2 B) 3 C) 4 D) 5
3. Bir molekula kaliy dixromat va ikki molekula alyuminiy sulfat dissotsilanganda hosil boʻladigan ionlarning umumiy sonini toping.  
A) 4 B) 8 C) 10 D) 13
4. Dissotsilanganda ikki xil anion hosil qiladigan elektrolitni toping.  
A) natriy gidroksid B) sulfat kislota C) natriy-kaliy sulfat D) natriy nitrat
5. Dissotsilanganda ikki xil kation hosil qiladigan elektrolitni toping.  
A) mis(II)sulfat B) bariy gidroksoxlorid C) natriy-kaliy sulfat D) sulfat kislota
6. Bir molekula ammoniy dixromat va 3 molekula vismut(III) nitrat dissotsilanganda hosil boʻlgan ionlar umumiy sonini aniqlang.

A) 7 B) 12 C) 14 D) 15

7. Natriy nitrat bilan ortofosfat kislota aralashmasi eritmasidagi ionlar soni (to'la dissotsilanish bo'lgan hol uchun) qancha?

A) 4 B) 8 C) 6 D) 11

8. Temir(III) digidroksonitratni dissotsilanish tenglamasining o'ng tomonini ko'rsating.



9. Quyidagi moddalarni 1 mol miqdorida to'la dissotsilangan ionlarning mollar soni ortib borishi tartibida joylashtiring.

A) natriy gidroksid, kalsiy gidroksonitrat, temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat

B) natriy gidroksid, kalsiy gidroksonitrat, bariy gidrokarbonat, temir(III)nitrat

C) temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat, natriy gidroksid, kalsiy gidroksonitrat

D) kalsiy gidroksonitrat, natriy gidroksid, temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat

10. Sirka va ortofosfat kislotalar suvda eriganda nechta kimyoviy bog'lari geterolitik parchalanadi, ya'ni elektrolitik dissotsilanadi?

A) 1 va 1 B) 4 va 3 C) 1 va 2 D) 1 va 3

11. Bertole tuzi dissotsilanganda qanday ionlar paydo bo'ladi?

1. Kaliy; 2. xlor; 3. xlorat; 4. kislorod; 5. xlorit;

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 1,5

12. Qaysi molekulaning dissotsilanishida eng ko'p ionlar hosil bo'ladi?

A)  $K_2SO_4$  B)  $Al_2(SO_4)_3$  C)  $K_3[Fe(CN)_6]$  D)  $FeCl_3$

### 8.3-§. Dissotsilanish darajasi. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar

Elektrolitik dissotsilanish qaytar jarayon bo'lgani sababli elektrolitlarning eritmalarida ionlar bilan birga molekularlar ham bo'ladi. Shu sababli elektrolitlarning eritmaları *dissotsilanish darajasi* (grekcha alfa  $\alpha$  harfi bilan belgilanadi) bilan tavsiflanadi.

➤ **Dissotsilanish darajasi:**

---

**Bu ionlarga ajralgan molekular sonining umumiy erigan molekular soni (N) ga nisbatidir.**

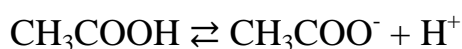
---

$$\alpha = \frac{n}{N}$$

Elektrolitning dissotsilanish darajasi tajriba yo‘li bilan aniqlanadi va birning ulushlarida yoki protsentlarda ifodalanadi. Agar  $\alpha = 0$  bo‘lsa, u holda dissotsilanish sodir bo‘lmagan, agar  $\alpha = 1$  yoki 100% bo‘lsa, u holda elektrolit ionlarga to‘liq ajralgan bo‘ladi. Agar  $\alpha = 20\%$  bo‘lsa, bu berilgan elektrolitning 100 molekulasidan 20 tasi ionlarga ajralganligini ko‘rsatadi.

Turli xil elektrolitlarning dissotsilanish darajasi turlicha bo‘ladi. Tajriba dissotsilanish darajasi elektrolitning konsentratsiyasiga va temperaturaga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Elektrolitning konsentratsiyasi kamayganida, ya‘ni u suv bilan suyultirilganida dissotsilanish darajasi doimo ko‘payadi. Odatda temperaturaning ko‘tarilishi ham dissotsilanish darajasini oshiradi. Elektrolitlar dissotsilanish darajasiga qarab kuchli va kuchsiz elektrolitlarga bo‘linadi.

Kuchsiz elektrolit – sirka kislota elektrolitik dissotsilanganda dissotsilanmagan molekular bilan ionlar orasida qaror topadigan muvozanatning siljishini ko‘rib chiqamiz:



Sirka kislota eritmasi suv qo‘shib suyultirilganda muvozanat ionlar hosil bo‘lish tomoniga siljiydi – kislotaning dissotsilanish darajasi ortadi. Aksincha, eritma bug‘latilganda muvozanat kislota molekulari hosil bo‘lish tomoniga siljiydi – dissotsilanish darajasi kamayadi.

**Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.** Elektrolitlar shartli ravishda 3 ta guruhga bo‘linadi:

1. Kuchsiz elektrolitlar :  $\alpha \% < 3 \%$ .
2. O‘rta cha kuchli elektrolitlar:  $3 \% < \alpha \% < 30 \%$ .

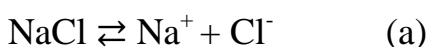
3. Kuchli elektrolitlar:  $\alpha \% > 30 \%$ .

**Kuchli elektrolitlar suvda eriganda ionlarga to'liq dissotsilanadi.**

Ularga quyidagilar kiradi:

- 1) deyarli barcha tuzlar;
- 2) ko'pchilik mineral kislotalar, masalan,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $HMnO_4$ ,  $HClO_4$ ,  $HClO_4$ ;
- 3) ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning asoslari.

Kuchli elektrolitning, masalan,  $NaCl$  ning dissotsilanishi odatda ushbu tenglama bilan ifodalanadi:



Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, natriy xlorid kristalida  $NaCl$  molekulari bo'lmaydi. Eritilganda kristall struktura buziladi, gidratlangan ionlar eritmaga o'tadi. Eritmada molekular ham bo'lmaydi. Shu sababli kuchli elektrolitlar eritmalarida dissotsilanmagan molekular haqida faqat shartli ravishda so'z yuritish mumkin. Ularni ion juftlari ( $Na^+Cl^-$ ), ya'ni bir-biriga yaqin turgan qarama-qarshi zaryadlangan (ionlarning radiuslari yig'indisiga teng masofaga qadar yaqinlashgan) ionlar sifatida tasavvur qilish to'g'riroq bo'ladi. Bular go'yo dissotsilanmagan molekular yoki boshqacha aytganda kvazimolekulalardir.

Bu holda (a) reaksiyaning tenglamasini quyidagicha yozish kerak:



Lekin uni sodda qilib (a) tenglama ko'rinishida yoziladi, bunda simvolida ionlar jufti (kvazimolekula) tushuniladi. Eritmada kvazimolekulalarning konsentratsiyasi doimo juda kam, ionlarning konsentratsiyasi esa katta bo'ladi.

Kuchsiz elektrolitlar suvda eriganida ionlarga qisman dissotsilanadi.

Ularga quyidagilar kiradi:

- 1) deyarli barcha organik kislotalar;
- 2) ba'zi mineral kislotalar, masalan,  $H_2CO_3$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_2$ ,  $HClO$ ,  $H_2SiO_3$ ;
- 3) ko'pchilik metallarning asoslari (ishqoriy va ishqoriy-yer, metallarning asoslaridan tashqari), shuningdek,  $NH_4OH$ , uni ammiak-ning gidrati sifatida tasvirlash mumkin  $NH_3 \cdot H_2O$

Suv kuchsiz elektrolitlarga kiradi.

Kuchsiz elektrolitlar eritmada ionlarning katta konsentratsiyasini hosil qila olmaydi.

### Nazorat savollari:

1. 0,02 M li sulfat kislota to'la dissotsilangan eritmadagi vodorodning mol-ion miqdorini hisoblang.

A) 2,00 B) 0,20 C) 0,02 D) 0,04

2. 18°C da sirka kislotaning 0,1 M li eritmasida kislotaning dissotsilanish darajasi 3% ga teng bo'lsa, eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasini (mol/l) toping.

A) 0,003 B) 0,006 C) 0,005 D) 0,002

3. Kalsiy nitratning dissotsilanish darajasi 72 % bo'lsa, uning 0,5 M li eritmasining 200 ml hajmidagi anionlar massasi qanchaga teng bo'ladi?

A) 4,45 B) 8,9 C) 6,2 D) 12,4

4. Kaliy nitrat eritmasining dissotsilanish darajasi 72 % ga teng. 0,5 M li shu tuz eritmasining 200 ml miqdoridagi ionlar sonini hisoblang.

A)  $1,3 \cdot 10^{23}$  B)  $1,8 \cdot 10^{23}$  C)  $0,13 \cdot 10^{22}$  D)  $0,87 \cdot 10^{23}$

5. Sirka kislotaning 0,1 M li eritmasining dissotsilanish darajasi 1,32 % ga teng. shunday eritmaning 1 l hajmidagi vodorod ionlari sonini toping.

A)  $0,8 \cdot 10^{21}$  B)  $1,32 \cdot 10^{23}$  C)  $1,32 \cdot 10^{20}$  D)  $0,66 \cdot 10^{20}$

6. Dissotsilanish darajasi 95 % ga teng bo'lgan elektrolitning 120 ta molekulasining nechitasi dissotsilanishi mumkin?

A) 114 B) 94 C) 104 D) 84

7. 0,5 molyarli ammoniy gidroksid eritmasidagi  $OH^-$  ionlarning konsentratsiyasi 0,015 mol/l bo'lsa, elektrolitning dissotsilanish darajasi (foizlarda) qanchaga teng bo'ladi?

A) 3 B) 5 C) 2 D) 10

8. Agar magniy sulfatning dissotsilanish darajasi 12,5% bo'lib, dissotsilangan molekular soni 15 ta bo'lsa, eritilgan molekular soni qancha bo'ladi?

A) 45 B) 60 C) 90 D) 120

9. Agar 96 ta molekuladan 6 tasi dissotsilansa, elektrolitning dissotsilanish darajasi (%) qanchaga teng bo'ladi?

A) 2,05 B) 3,10 C) 6,25 D) 9,50

10. Dissotsilanish darajasi 12% bo'lgan elektrolitning 24 ta molekulasi dissotsilangan bo'lsa, eritilgan molekular soni qancha bo'ladi?

A) 20 B) 45 C) 150 D) 200

#### 8.4-§. Elektrolit eritmalarida boradigan ion almashinish reaksiyalari

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq elektrolitlarning eritmalarida sodir bo'ladigan barcha reaksiyalar ionlar orasidagi reaksiyalar hisoblanadi. Ular *ionli reaksiyalar*, bu reaksiyalarning tenglamalari esa *ionli tenglamalar* deyiladi. Ular reaksiyalarning molekular shaklda yozilgan tenglamalariga qaraganda sodda va ancha umumiy xarakterga ega bo'ladi.

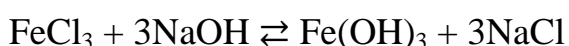
Reaksiyalarning ionli tenglamalarini tuzishda shunga amal qilish kerakki, kam dissotsilanadigan, kam eriydigan (cho'kmaga tushadigan) va gazsimon moddalar molekular shaklda yoziladi. Moddaning formulasi yonida qo'yiladigan ↓ ishora shu modda reaksiya doirasidan cho'kma holida chiqib ketishini, ↑ ishora esa modda reaksiya doirasidan gaz holida chiqib ketishini bildiradi. To'liq dissotsilanadigan kuchli elektrolitlar ion holida yoziladi. Teng-lamaning chap qismidagi elektr zaryadlar yig'indisi uning o'ng qismidagi elektr zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

Bu qoidalarni puxta o'zlashtirib olish uchun ikkita misol ko'rib chiqamiz.

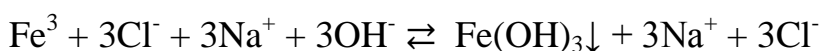
**1-misol.** Temir (III) xlorid bilan natriy gidroks'id eritmaları orasidagi reaksiya tenglamasini molekular va ionli shaklda yozing.

Masalaning yechimini to'rt bosqichga bo'lamiz.

1. Reaksiyaning tenglamasini molekular shaklda yozamiz:

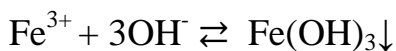


2. Yaxshi dissotsilanadigan moddalarni ionlar holida, reaksiya doirasidan chiqib ketadiganlarini - molekular holida tasvirlab, bu tenglamani qaytadan yozamiz:



Bu reaksiyaning to'la ionli tenglamasidir.

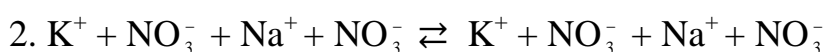
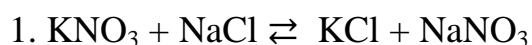
3. To'la ionli tenglamaning ikkala qismidan bir xil ionlarni, ya'ni reaksiyada ishtirok etmaydigan ionlarni (ularning tagiga chizilgan) chiqarib tashlaymiz va reaksiyaning tenglamasini yakuniy ko'rinishda yozamiz:



Bu reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasidir. Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning mohiyati  $\text{Fe}^{3+}$  va  $\text{OH}^-$  ionlarning o'zaro ta'siridan iborat, buning natijasida  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  cho'kmasi hosil bo'ladi. Bunda shu ionlar o'zaro ta'sirlashgunga qadar bu ionlar qaysi elektrolitlarning tarkibiga kirganligining umuman ahamiyati yo'q.

**2-misol.** Kaliy xlorid bilan natriy nitrat eritmalari orasidagi reaksiyalarning tenglamalarini yozing. O'zaro ta'sir mahsulotlari suvda yaxshi eriganligi hamda reaksiya doirasidan chiqib ketma-ganligi uchun bu reaksiya qaytardir.

Reaksiyalarni 1-misoldagi kabi bosqichlar bilan yozamiz:



Keyingi bosqichlar uchun tenglama yozib bo'lmaydi, chunki elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga ko'ra reaksiya sodir bo'lmaydi. Lekin agar bu eritma bug'latilsa, u holda ionlar orasida yangi bog'lanishlar vujudga keladi va to'rtta tuzning:  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  va  $\text{KNO}_3$  aralashmasi hosil bo'ladi.

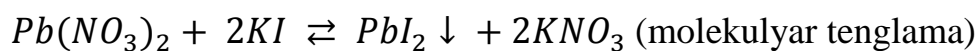
Eritmalarda elektrolitlar orasida sodir bo'ladigan istalgan reaksiyani ionli tenglamalar bilan tasvirlash mumkin. Bunday reaksiyalar ionlarning zaryadlari o'zgarmasa (oksidlanish darajasi o'zgarmasa), u holda bu reaksiyalar *ion almashinish* reaksiyalari deyiladi.

Elektrolitlarning eritmalarida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar elektrolit moddaning dissotsiatsiyalanishidan hosil bo'lgan ionlar ishtirokida amalga oshadi. Ionlar orasida boradigan kimyoviy reaksiyalarning tenglamalarini tuzishda kuchli elektrolit moddani dissotsiatsiyalangan holda, kuchsiz elektrolitlar, suvda erimaydigan cho'kma moddalar, gaz holatga o'tib reaksiya muhitidan chiqib ketadigan moddalarning molekulyar formulalari yoziladi. Elektrolit eritmalar

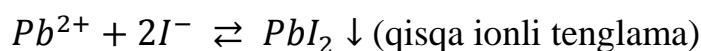


orasida boradigan reaksiyalarni ionlarning amashinish reaksiyalari deb qaraladi va ular quyidagicha sodir bo‘ladi:

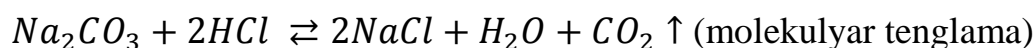
1. Cho‘kma hosil bo‘ladigan reaksiyalar:



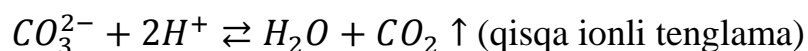
$Pb^{2+} + 2NO_3^- + 2K^+ + 2I^- \rightleftharpoons PbI_2 \downarrow + 2K^+ + 2NO_3^-$  (to‘liq ionli tenglama)



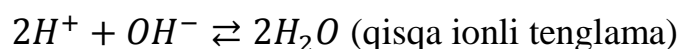
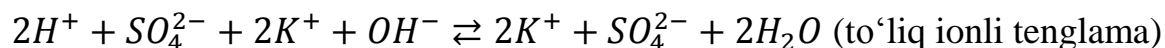
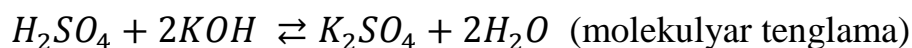
2. Gaz holatidagi moddalar ajralib chiqadigan reaksiyalar:



$Na^+ + CO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^- \rightleftharpoons 2Na^+ + 2Cl^- + H_2O + CO_2 \uparrow$  (to‘liq ionli tenglama)



3. Ionlarga kam dissotsiatsiyalanadigan modda hosil bo‘ladigan reaksiyalar:

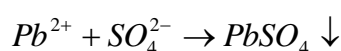


### Nazorat savollari.

1. Ionli tenglama  $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$  ni molekulyar ko‘rinishda yozish uchun quyidagilarning qaysi biridan foydalanish kerak?

A)  $Cu^{2+}$ ,  $PO_4^{3-}$  B)  $Li^+$ ,  $PO_4^{3-}$  C)  $K^+$ ,  $Cl^-$  D)  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$

2. Quyidagi reaksiyaning ionli tenglamasini molekulyar shaklda yozish uchun keltirilgan ion juftlarning qaysilaridan foydalanish mumkin?



A)  $NO_3^-$  va  $Ba^{2+}$  B)  $SO_4^{2-}$  va  $K^+$  C)  $OH^-$  va  $Na^+$  D)  $NO_3^-$  va  $K^+$

3. Quyidagi qaysi moddalarning eritmalariga ishqor ta’sir ettirilsa, cho‘kma hosil bo‘ladi? 1) natriy sulfat; 2) xlorid kislota; 3) mis(II)sulfat; 4) alyuminiy xlorid; 5) temir(III)sulfat; 6) ammoniy xlorid; 7) temir(II)sulfat;

A) 3, 5 va 7 B) 1, 3, 4 va 6 C) 3, 4, 7 va 6 D) 2, 3, 5 va 7

4.  $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  reaksiyasi natijasida qanday mahsulotlar hosil bo‘ladi?  
 1) cho‘kma; 2) asos; 3) gaz modda; 4) kislota; 5) suv;  
 A) 1,2,3 B) 1,3,4 C) 1,3,5 D) 2,4,5
5. Qaysi moddalar eritmasiga kumush nitrat eritmasidan qo‘shilganda reaksiya sodir bo‘ladi? 1) kaliy xlorid; 2) natriy gipoxlorit; 3) ammoniy xlorid; 4) kaliy xlorat; 5) kaliy yodid; 6) natriy perxlorat;  
 A) 1,3,5 B) 1,4,5 C) 2,4,6 D) 1,2,6
6. Reaksiya tenglamasi  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$  ni tugallang va uning qisqartirilgan ion-molekulyar tenglamasidagi ionlar sonini hisoblang.  
 A) 2 B) 7 C) 4 D) 6
7. Quyidagi reaksiyada  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  nechta ion qatnashadi?  
 A) 12 B) 18 C) 19 D) 22
8. Qaysi moddalar orasidagi reaksiyalar oxirigacha sodir bo‘ladi?  
 1) natriy gidroksid + ortofosfat kislota; 2) bariy sulfat + rux xlorid;  
 3) temir(II)gidroksid + natriy nitrat; 4) mis xlorid + natriy karbonat;  
 5) magniy nitrat + kumush xlorid; 6) bariy sulfid + mis xlorid;  
 7) sulfat kislota + natriy ortofosfat;  
 A) 1,4,6 B) 1,2,7 C) 3,5,6 D) 1,6,7
9. Qaysi moddalar orasidagi reaksiya oxirigacha bormaydi?  
 1) natriy karbonat + xlorid kislota; 2) magniy xlorid + silikat kislota;  
 3) kalsiy nitrat + natriy karbonat; 4) kaliy xlorid + ichimlik soda;  
 5) ammoniy sulfat + kalsiy xlorid; 6) nitrat kislota + mis xlorid;  
 7) kumush nitrat + kaliy sulfat; 8) kaliy gidroksid + nitrat kislota;  
 A) 3,7,8 B) 1,6,7 C) 2,4,7 D) 3,5,8
10. Qaysi qatordagi ionlarning hammasi eritmada mavjud bo‘la oladi?  
 A)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$   
 B)  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{K}^+$   
 C)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$   
 D)  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$



$$C_M = \frac{n_{eruvchi}}{V_{eritma}}; \quad n_{eruvchi} = C_M \cdot V_{eritma}$$

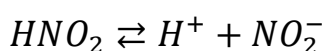
$$n_{eruvchi} = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ mol HNO}_2$$

Demak eritmada 1,2 mol HNO<sub>2</sub> molekulari 100 % ni tashkil etsa, ionlarga ajralgan 0,5% molekular sonini proporsiya orqali topib olamiz:

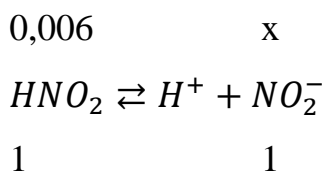
$$\begin{array}{l} 1,2 \text{ mol} \text{ ————— } 100\% \\ x \text{ mol} \text{ ————— } 0,5\% \end{array}$$

$$x = \frac{1,2 \cdot 0,5}{100} = 0,006 \text{ mol HNO}_2 \text{ ionlarga ajralgan}$$

Endi HNO<sub>2</sub> ning molekulari dissotsiatsiyalanishini yozib olamiz:



Demak 1 ta HNO<sub>2</sub> molekulari dissotsiatsiyalanganda 1 ta NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ioni hosil bo'lsa, 0,006 mol HNO<sub>2</sub> dan 0,006 mol NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ioni hosil bo'ladi: ionlarining miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning sonini topamiz:



$$x = \frac{0,06 \cdot 1}{1} = 0,006 \text{ mol NO}_2^-$$

NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ionlarining miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning sonini topamiz:

$$n = \frac{N}{N_A}; \quad N = n \cdot N_A = 0,006 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,612 \cdot 10^{21}$$

Javob: 3,612 · 10<sup>21</sup>

### Mavzuga doir masalalar:

1. 2 l 0,1 M li sirka kislota eritmasidagi atsetat (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) ionlari sonini toping. (α=2%)
2. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasida dissotsiatsiyalanmagan molekular soni 40 ta bo'lsa, eritmadagi natriy ionlari sonini toping. (α=75 %)
3. Xrom (III) sulfat eritmasida 210 ta sulfat ioni bor bo'lsa, dissotsiatsiyalanmagan xrom (III) sulfat molekulari sonini toping. (α=70 %)
4. 300 ml 0,5 M li chumoli kislota eritmasidagi formiat (HCOO<sup>-</sup>) ionlari sonini toping. (α=0,1 %)

5. 1 l 0,5 M li sirka kislota eritmasidagi atsetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) ionlari sonini toping. ( $\alpha=0,2\%$ )
6. Konsentratsiyasi 0,125 mol/l temir(III)sulfat eritmasining dissotsilanish darajasi 1,0 bo'lganda kation va anionlar konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang.  
A) 0,5 va 0,75 B) 0,250 va 0,375 C) 2 va 3 D) 0,30 va 0,25
7. Ma'lum sharoitda kaltsiy gidroksidning 0,5 molyarli eritmasida uning 0,175 mol miqdori ionlarga dissotsilangan. Eritmaning moddaning dissotsilanish darajasini hisoblang.  
A) 0,3 B) 0,4 C) 0,35 D) 0,45
8. Sirka kislotaning 3 M li eritmasida vodorod ionlarining konsentratsiyasi 0,03 mol/l bo'lsa, dissotsilanish darajasini (%) toping.  
A) 2 B) 5 C) 3 D) 1
9. Dissotsilanish darajasi qanday omillarga bog'liq? 1.temperaturaga; 2. konsentratsiyaga; 3. erituvchi tabiatiga; 4. erigan modda tabiatiga;  
A) 1,2,3 B) 1,3,4 C) 3,4 D) 1,2,3,4
10. Ma'lum hajmdagi kuchsiz bir negizli kislota eritmasida  $6,02 \cdot 10^{18}$  ta vodorod ionlari va  $5,96 \cdot 10^{20}$  ta kislota molekulasi bor. Shu kislotaning  $\alpha$  (%) qiymati nechaga teng.  
A) 1,5 B) 1,0 C) 2,0 D) 3,4



### Laboratoriya № 8.1

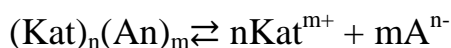
#### Elektrolit eritmalarda boradigan reaksiyalar

**Ishning maqsadi:** Elektrolit eritmalarda boradigan reaksiyalarni amalda kuzatish.

#### Nazariy muqaddima

Moddalarni qarama-qarshi zaryadli ionlarga parchalanishi elektrolitik dissotsiyanish (ajralish) deyiladi. Eritmalarda va suyuqlanmada musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajralib elektor tokini o'tkazish xossasiga ega bo'lgan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Shved olimi S.Arrenius elektrolit eritmalarining elektor tokini o'tkazish xossasini o'rganib elektrolitik dissotsiyanish nazariyasini

yaratdi. Uning nazariyasiga ko‘ra: Har qanday elektrolit suvli eritmada yoki suyuqlanmada musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi:



Elektrolit  $\rightleftharpoons$  kation + anion

Musbat zaryadli ionlar – kation (elektr toki manbaining manfiy zaryadli qutubi – katodga tortiluvchi ion). Bular  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  va barcha metallarning ionlaridir.

Manfiy zaryadli ionlar – anion (elektr toki manbaining musbat qutubi anodga tortiluvchi ion) deb aytiladi. Bu ionlarga  $\text{OH}^-$  va barcha kislota qoldig‘i ionlari kiradi.

**Asbob va reaktivlar:**  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$ , distillangan suv, kolbalar, probirkalar, pipetka, distillyator (KSL-1188-1).

### Ishning bajarilishi:

1. Probirkaga  $\text{AlCl}_3$  eritmasidan solib ustiga  $\text{NaOH}$  eritmasidan bir necha tomchi qo‘shing. Hosil bo‘lgan suyuqlikni chayqatib, yarmisini boshqa probirkaga quyung. Probirkalardan biriga  $\text{HCl}$  ikkinchisiga  $\text{NaOH}$  eritmasidan mo‘l miqdorda qo‘shing va jarayon haqida xulosa chiqaring.
2. Probirkaga  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan 2 ml soling. Uning ustiga 2 ml  $\text{NaOH}$  eritmasidan soling. Hosil bo‘lgan chokmani ko‘p maqsadli sentrifuga yordamida ajratib oling. Jarayon haqida xulosa chiqaring.

### Nazorat savollari.

1. Qanday hodisa kuzatildi? Amfoter gidroksidlarning xossalarini aytib bering.
2. Eritma rangining bir – biridan farqini aytib bering.
3.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ning kimyoviy xossalarini ayting.

### Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi.

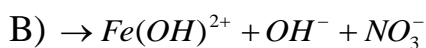
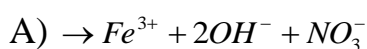
1	Elektrolitlar	eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o‘tkazadigan moddalarga aytiladi.
2	Elektrolitmaslar	eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o‘tkazmaydigan moddalarga aytiladi.
3	Elektrolitlarga misollar	Asoslar, oksidlar, tuzlar

4	Elektrolitmaslarga misollar	Qutbsiz kovalent bogʻlanishli birikmalar, gazlar, organik birikmalar
5	Kuchli asoslar:	LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, FrOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , Sr(OH) <sub>2</sub> , Ba(OH) <sub>2</sub> .
6	Kuchli kislotalar:	HCl, HBr, HI, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HMnO <sub>4</sub> , HClO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> .
7	Kuchli tuzlar:	Suvda eriydigan barcha tuzlar kuchli elektrolitlar hisoblanadi.
8	Kuchsiz asoslar:	NH <sub>4</sub> OH, Mg(OH) <sub>2</sub> , Be(OH) <sub>2</sub> , va boshqalar.
9	Kuchsiz kislotalar:	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , HNO <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, HCN, HCOOH, HClO, HClO <sub>2</sub>
10	Ion almashinish reaksiyalari	<b>5 xil boʻladi:</b> 1. Neytrallanish reaksiylari kislota va asoslar oʻrta silda sodir boʻladi. 2. Choʻkma hosil boʻladigan reaksiyalar (oxirigacha boradi) 3. Gaz ajralishi bilan boradigan reaksiyalar (oxirigacha boradi) 4. Koordinatsion birikmalar hosil boʻladigan reaksiyalar 5. Qaytar reaksiyalar.
11	Ion almashinish reaksiyalari	oxirigacha hosil boʻlsa reaksiya qaytmas boʻladi.
12	Dissotsilanish darajasi:	Dissotsilangan molekular sonining erigan modda molekularining umumiy dastlabki soniga nisbati elektrolitning dissotsilanish darajasi deb ataladi.
13	Dissotsilanish darajasi:	$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100\%$ $\alpha$ – dissotsilanish darajasi; n – dissotsilangan molekular soni; N – umumiy molekular soni.
14	Kislotalar	Dissotsilanganda kation sifatida faqat vodorod ionini hosil qiladigan moddalar <b>kislotalar</b> deb ataladi.
15	Asoslar	Dissotsilanganda anion sifatida faqat gidroksid ionini hosil qiladigan moddalar <b>asoslar</b> deb ataladi
16	Tuzlar	Dissotsilanganda metall kationi va kislota qoldigʻi anioni

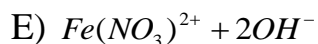
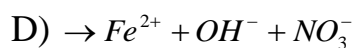
		hosil qiladigan moddalar <b>tuzlar</b> deb ataladi
17	Tuzlar gidrolizi	Tuzlar bilan suv molekulasida sodir bo'ladigan reaksiyalar <b>gidrolizlanish reaksiyalari</b> deyiladi.
18	Kuchli asos bilan kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar	gidrolizga uchramaydi. Muhit neytral bo'ladi.
19	Anion bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchli asos bilan kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga chala uchraydi. Muhit <b>ishqoriy</b> bo'ladi,
20	Kation bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchsiz asos bilan kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga chala uchraydi. Muhit <b>kislotali</b> bo'ladi.
21	Kation va anion bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchsiz asos bilan kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga ham kationi ham anioni hisobiga gidrolizga to'liq oxirigacha qaytmas uchraydi. Muhit agar asos kuchliroq bo'lsa kuchsiz ishqoriy, kislotali kuchliroq bo'lsa kuchsiz kislotali bo'ladi.
22	Tuzlar gidroliziga turli omillar ta'siri:	<p>1. Quyidagi hollarda gidrolizlanish ortadi: haroratni ko'tarilishi, eritmani suyultirilishi, kuchsiz asos va kuchli kislotalardan tashkil topgan tuzlarda ishqoriy muhitni, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan tashkil topgan tuzlarda kislotali muhitni ta'minlash.</p> <p>2. Quyidagi hollarda gidrolizlanish sekinlashadi: haroratni pasayishi, eritmadagi tuz konsentratsiyasini oshirilishi, kuchsiz asos va kuchli kislotalardan tashkil topgan tuzlarda kislotali muhitni, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan tashkil topgan tuzlarda ishqoriy muhitni ta'minlash.</p>

### Nazorat savollari:

1. Temir(III)digidroksonitratni dissotsilanish tenglamasining o'ng tomonini ko'rsating.







2. Quyidagi moddalarni 1 molʻ miqdorida toʻla dissotsilangan ionlarning mollar soni ortib borishi tartibida joylashtiring.

A) natriy gidroksid, kalʼtsiy gidroksonitrat, temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat

B) natriy gidroksid, kalʼtsiy gidroksonitrat, bariy gidrokarbonat, temir(III)nitrat

C) temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat, natriy gidroksid, kalʼtsiy gidroksonitrat

D) kalʼtsiy gidroksonitrat, natriy gidroksid, temir(III)nitrat, bariy gidrokarbonat

E) bariy gidrokarbonat, temir(III)nitrat, kalʼtsiy gidroksonitrat, natriy gidroksid

3. Sirka va ortofosfat kislotalar suvda eriganda nechta kimyoviy bogʻlari geterolitik parchalanadi, yaʼni elektrolitik dissotsilanadi?

A) 1 va 1 B) 4 va 3 C) 1 va 2 D) 4 va 1 E) 1 va 3

4. Bertole tuzi dissotsilanganda qanday ionlar paydo boʻladi?

1. Kaliy; 2. xlor; 3. xlorat; 4. kislород; 5. xlorit;

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 1,5 E) 3,4

5. Qaysi molekulaning dissotsilanishida eng koʻp ionlar hosil boʻladi?

A)  $K_2SO_4$  B)  $Al_2(SO_4)_3$  C)  $K_3[Fe(CN)_6]$

D)  $Ca(HCO_3)_2$  E)  $FeCl_3$

6.  $Cu^{2+}$  ionini qaysi ionlar yordamida aniqlash mumkin?

A)  $Cl^{-}$  va  $I^{-}$  B)  $OH^{-}$  va  $S^{2-}$  C)  $NO_3^{-}$  va  $SO_4^{2-}$  D)  $SO_3^{2-}$  va  $Cl^{-}$

E)  $CO_3^{2-}$  va  $HCO_3^{-}$

7. Qaysi eritmada ionlar konsentratsiyasi eng kam miqdorda boʻlishi mumkin?

A)  $HNO_3$  B)  $HCl$  C)  $HBr$  D)  $H_2S$  E)  $HClO_3$

8. Suvda natriy, kaliy, temir(II), kalʼtsiy, magniy, xlorid, bromid va sulfat ionlari borligi aniqlandi. Shu eritmani hosil qilish uchun distillangan suvda eng kamida necha xil tuz eritish kerak?

A) 8 B) 7 C) 6 D) 5 E) 4

9. Moddalarning qaysi birlari birinchi bosqichda dissotsilanishda digidrofosfat ionlari hosil bo‘ladi? 1) natriy fosfat; 2) natriy gidrofosfat; 3) natriy digidrofosfat; 4) ammoniy gidrofosfat; 5) fosfat kislota; 6) kaltsiy gidrofosfat;

A) 1,6 B) 3,5 C) 2,4 D) 4,5 E) 2,3

10. Gipobromit va bromat ionlarining zaryadlari yig‘indisini hisoblang.

A) +4 B) -2 C) 0 D) -5 E) -1

11. Ortofosfat kislota eritmasida: 1.digidrofosfat; 2.gidrofosfat; va 3.fosfat ionlarining miqdori ortib borish tartibini toping.

A) 2,3,1 B) 3,2,1 C) 1,2,3 D) 1,3,2 E) 3,1,2

12. Zaryadi -2 bo‘lgan ionlarni anionlarni tanlang.

1.xlorat; 2.gidrofosfat; 3.digidrofosfat; 4.dixromat; 5.gidrosulʼfat; 6.sulʼfat; 7.xromat;

A) 1,3,6,7 B) 1,2,7 C) 1,2,3,7 D) 2,4,6 E) 2,4,6,7

13. Zaryadi +2 bo‘lgan kationlarni tanlang. 1.gidroksoalyuminiy;

2.gidroksomagniy; 3.gidroksorux; 4.geksaamminnikel; 5.diamminkumush;

A) 3,4 B) 3,5 C) 2,3 D) 1,4 E) 1,5

14. Kontsentratsiyasi 0,01 M bo‘lgan suvli eritmalarda zarrachalar soni ortib borish tartibini ko‘rsating. 1.kaltsiy xlorid; 2.natriy fosfat; 3.xlorsirka kislota; 4.sirka kislota;

A) 4,3,1,2 B) 1,4,2,3 C) 1,4,3,2 D) 4,3,2,1 E) 4,1,2,3

15. Ortofosfat kislota eritmasida quyidagi ionlarning qaysilari ko‘proq miqdorda mavjud bo‘ladi?

1)  $H^+$ ; 2)  $PO_4^{3-}$ ; 3)  $HPO_4^{2-}$ ; 4)  $H_2PO_4^-$ ; 5)  $PO_3^-$ ; 6)  $P_2O_7^{2-}$ ;

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 1,5 E) 1,6

### Nazorat savollari:

1. Qaysi moddalar bosqichli dissotsilanadi?

1.sulʼfat kislota; 2.suv; 3.bariy gidroksid; 4.mic(II)gidroksid; 5.natriy fosfat; 6.natriy gidrofosfat; 7.mis gidroksoxlorid; 8.alyuminiy xlorid;

A) 1,2,4,6 B) 1,3,4,6 C) 1,4,5,7 D) 2,3,4,7 E) 3,5,8

2. Ortofosfat kislota eritmasida necha xil ionlar bo‘lishi mumkin?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

3. Bir molekula kaliy dixromat va ikki molekula alyuminiy sulʼfat dissotsilanganda hosil boʻladigan ionlarning umumiy sonini toping.

A) 4 B) 8 C) 10 D) 13 E) 18

4. Dissotsilanganda ikki xil anion hosil qiladigan elektrolitni toping.

A) natriy gidroksid B) sulʼfat kislota

C) natriy-kaliy sulʼfat

D) natriy nitrat E) mis(II)sulʼfat

5. Dissotsilanganda ikki xil kation hosil qiladigan elektrolitni toping.

A) mis(II)sulʼfat B) bariy gidroksoxlorigid

C) natriy-kaliy sulʼfat

D) sulʼfat kislota E) bariy gidroksid

6. Bir molekula ammoniy dixromat va 3 molekula vismut(III)nitrat dissotsilanganda hosil boʻlgan ionlar umumiy sonini aniqlang.

A) 7 B) 12 C) 14 D) 15 E) 23



*Taqdimot № 8*

**IX BOB. KISLOTA VA ASOSLAR NAZARIYASI. BUFER  
ERITMALAR. SUVNING ION KOʻPAYTMASI.  
TUZLARNING GIDROLIZI**

**9.1- §. Kislota va asoslar nazariyasi. Ostvold-Arrenius nazariyasi. Brensted-  
Louri va Luis nazariyalari**

Kislota va asoslar nazariyalari Kislota va asos haqidagi tushunchalar XVII asrlardan boshlab kimyogarlar uchun qiziqarli mavzu bulib kelgan va hozirgi vakt da ham kislyuta-asos nazariyasi tugallangan shaklga kirgan emas, chunki moddalarning shu boradagi xos- salari keng qirrali bulib, turli hodisalarni kengrok tushuntirish imkoniyatini izlayotgan muammoga aylandi.

R. Boyl (1627—1691) zamonida kislota va asoslar oʻzaro reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi va oʻzlari shu jara- yonda yoʻq bulib ketadi deb tushuntirilar edi. Boyl kislota va asoslar qarama-qarshi xossaga ega bulishini bu

moddalarning binafsha gulbargidan tayyorlangan rangli suyuklikka ta'sir qarama-qarshi ekanligidan anikladi.

Bu borada ilk tushunchalarni A. L. Lavuaz'ye (1789) ifodalab, tarkibida kislorod bo'lgan moddalar kislota bo'ladi deb hisoblagan edi. Bu fikrga binoan, metallmaslar kislorodda yonganda kislotalar ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , va boshqalar) hosil bulishi kerak. Lekin, tez orada Devining (1816) galoidvodorodlar, sianid kislota ( $\text{HCN}$ ) tarkibida kislorod atomi bo'lmasa ham, bu moddalar kislotalarga xos jarayonlarda qatnashishi mumkinligi tyg'risidagi ma'lumoti kislota tabiatini Lavuaz'ye nuktai nazaridan tushunti- rib bulmasligini ko'rsatdi.

Gey-Lyussak shunday kislorod tutmagan kislogalarni «vodorodli» kislotalar deb atadi. Bertsellius atomlar o'zaro qarama-qarshi zaryadlar orasidagi tortishish kuchlari orqali bog'langan va shu asosda kislota xossasi modda tarkibidagi u yoki bu atom borligi bilan emas, balki modda tuzilishi bilan bog'langan deb tushuntirdi. Uning fikricha, bir moddaning o'zi kislotali va asosli xossaga ega bo'lishi mumkin (bu fikr hozirgi bizga ma'lum bo'lgan amfoterlik xossani eslatadi). Bu nazariyada «kislota» va «asos» orasidagi neytrallanish jarayoni asosida tuz va suv hosil bo'lishi yotadi. Yu. Libix fikricha o'z tarkibidagi vodorod atomini metallga almashtira oladigan modda kislota bo'lishi kerak.

S. Arrenius (1887) kislota elektrolitik dissotsilanish natijasida vodorod ioni ( $\text{H}^+$ ) ni xosil kiluvchi moddalar, asoslar esa shunday jarayonda gidroksil ionlarini hosil qiladigan moddalar deydi. Bu nazariya ko'pchilik suvli eritmalarda kuzatiladigan tajribalar natijalarini tushuntira oldi. Masalan, kimyoviy jihatdan aktiv bulgan kislota va asoslar eritmaları haqiqatdan ham elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Bu nazariya kimyo rivojlanish tarixida katta ahamiyatga ega bulishiga V. Ostval'dning elektrolitik dissotsilanish darajasi  $\alpha$  ni elektrolit konsentratsiyasi ( $S$ ) bilan bog'lovchi magematik ifodani chikarishi ham sababchi bo'ldi:

$$K_{\text{diss}} = \alpha^2 C / (1 - \alpha) = \alpha^2 / V(1 - \alpha);$$

( $V$  — eritma hajmi). Bu ifoda kislota kuchi sifati- da uning dissotsilanish konstantasi o'lcham bo'la olishi- ni ko'rsatadi. Shu bilan birga, dissotsilanish jarayonida suv molekulari qatnashishi ayon byladi. Chunonchi, suyuk holdagi

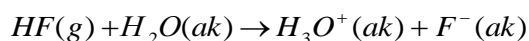
NSI (suvsiz sharoitda) yoki uning benzoldagi eritmasi elektr tokini o'tkazmaydi, suvdagi eritmasi esa tulariq dissotsilanali. Bu holat NCI suvli eritmada kuyidagi jarayonda qatnashishdan darak beradi:  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  (bu yerda:  $\text{H}_3\text{O}^+$ -gidroksoniy ioni).

S. Arrenius nazariyasi kislota va asoslarga xos bulgan moddalarning ko'pchilik xossalarini talqin etaolsa ham, erigan modda bilan eriguvchi molekulari orasidagi ta'sirlashuv natijasida gidratlangan suvdan boshqa erituvchilarda solvatlangan holatlarni inobatga olmadi. Kimyo sohasida tuplangan amaliy ma'lumotlar (ayniksa, suvdan boshqa erituvchilar bilan olib borilgan tajribalar) natijasida, S. Arrenius nazariyasining qator kam-chiliklari ruyobga chika boshladi. Ulardan biri, bu naza-riya suvli eritmalar uchun ma'lum darajada ahamiyatga ega bo'lsa ham, suvdan boshqa erituvchilar ko'llangan eritmalarda sodir buladigan ko'pchilik xodisalarni tushuntira olmadi. Shu bilan birga, organik erituvchilarda kislota molekulari dissotsilanmasdan, aksincha, assotsilangan bulsa ham, kislotalarga xos bulgan ba'zi hodisalar, masalan, indikatorlar rangini o'zgartirishi qaytar tabiatga ega ekanligi, suvli eritmalarda  $\text{N}^+$  va  $\text{ON}^-$  ionlari ta'sirida kuzatiladigan katalitik jarayon suvdan boshqa erituvchi sharoitda ham kuzatiladi. Bundan tashqari, ko'pchilik reaksiyalar Arrenius nazariyasi doirasiga kirmaydi

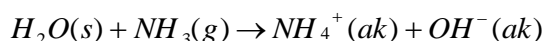
Daniyalik fiziko-kimyogar Ioxan Bryonsted va ingliz kimyogari Tomas Louri bir-biridan bexabar holatda kislota –asos reaksiyasining eng asosiy farqi zarrachalarning biridan biriga proton o'tishi amalga oshadi. Bryonsted-Louri ta'rifiga ko'ra proton bu vodorod ioni. Ular protonlar donori vazifasini bajaruvchi har qanday moddani kislota deb, protonni biriktiradigan har qanday moddani asos deb atashni taklif qildilar. O'zini shunday tutgan kislota va asoslar Bryonsted kislota va asoslari deb aytiladi.

Bu ta'riflarda proton ko'chishi sodir bo'ladigan muhit tushunchasi hech qachon ishlatilmaydi, shunday qilib proton ko'chishi har qanday erituvchida va hatto erituvchisiz sharoitda ham amalga oshaveradi.

Bryonsted kislotasiga misol qilib HF olinishi mumkin, erish jarayonida u protonni boshqa molekula masalan suvga berishi mumkin:



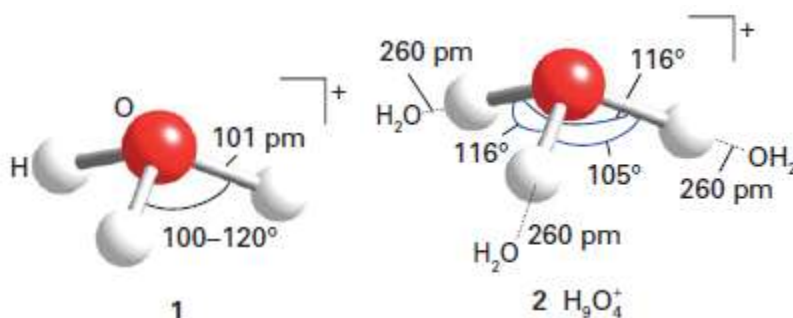
Bryonsted asos sifatida  $-NH_3$  ammiak olinishi mumkin, u protonni donordan oladi:



Bu tenglamalar reaksiyada suv amfoter modda ekanligini ko'rsatmoqda. Bunday moddalar Bryonsted bo'yicha ham asos va ham kislota rolini bajarishini korsatadi.

Kislota protonini suvga berganda u gidroksoniy ioniga aylanadi. Gidroksoniy ioning valent burchaklari va atomlaro masofasi  $H_3O^+ClO_4^-$  ni strukturasi asosida olingan. Agar eng oddiy formula kerak bo'lsa gidroksoniy ionini quyidagicha tassavur etish kerak  $N_9O_4^+[2]$ .

Gaz fazadagi suvning klasterlarini o'rganish va uni mass-spektri,  $H_3O^+$  atrofida 20 ta suv molekulasini kondensatsiyalangan pentagonal dekaedr hosil bo'lganini ko'rsatadi. Shu tufayli  $H^+(H_2O)_{21}$  hosil bo'ladi. Natijalar u yoki bu modelni proton ishtirokida suvda hosil bo'lishi tajriba sharoitiga bog'liq ekan.



8.2-rasm.

Bryonsted kislotasi protonlarning donori, Bryonsted asoslari protonlar akseptoridir. Eng oddiy holat suvdagi gidroksoniy ionini  $H_3O^+$  orqali tushuniladi.

➤ **Lyuis nazariyasi:**

---

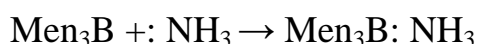
Fizik-kimyogar Gilbert Lyuis 1923 yilda, Bryonsted va Louri ushbu moddalar to'g'risida o'zlarining nazariyasini taklif qilgan yili kislotalar va asoslarning yangi ta'rifini o'rganishni boshladi.

---

1938 yilda nashr etilgan ushbu taklifning afzalligi shundaki, vodorod (yoki proton) talabi ta'rifdan olib tashlandi. Uning o'zi ham avvalgilarining nazariyasi bilan bog'liq holda "kislota ta'rifini vodorod o'z ichiga olgan moddalarga cheklash oksidlovchi moddalarni kislorod bilan cheklash kabi cheklangan" deb aytgan edi.

Keng ma'noda, ushbu nazariya asoslarni bir juft elektronni bera oladigan moddalar, kislotalarni esa bu juftlikni qabul qila oladigan moddalar deb belgilaydi.

Aniqroq aytganda, Lyuis bazasi - bu juft juft elektronga ega, uning yadrosi bilan bog'lanmagan va donorlik qilishi mumkin bo'lgan narsa, Lyuis kislotasi esa erkin elektron juftligini qabul qila oladigan narsa. Biroq, Lyuis kislotalarining ta'rifi bo'sh va boshqa xususiyatlarga bog'liq. Masalan, trimetilboran (Me.) O'rta sidagi reaksiya<sub>3</sub>B) - bu Lyuis kislota vazifasini bajaradi, chunki u juftlik elektronlarini va ammiakni (NH) qabul qilish qobiliyatiga ega.), u erkin elektron juftligini berishi mumkin.



Lyuis nazariyasining katta afzalligi uning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari modelini to'ldirishidir: nazariya shuni ko'rsatadiki, kislotalar ba'zi moddalar bilan reaksiyaga kirishib, elektron juftini bo'lishmaydi, ularning oksidlanish darajasi esa o'zgarishsiz qoladi.

## 9.2- §. Suvning ion ko'paytmasi. Eritmaning pH va pOH ko'rsatkichlari

Ma'lumki, suv kuchsiz elektrolit, aniqrog'i kuchsiz amfolitdir. Suv molekulasida oz mikdorda bo'lsada, quyidagi tenglama bo'yicha dissotsiyanadi:



Bu reaksiya qaytar va aniqrog'i, muvozanat ko'prok chap tomonga siljigani uchun massalar ta'siri qonunini ko'llasak, suvning dissotsiyalanish doimiysi:

$$K_{duc} = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ bo'ladi.}$$

Ko'rinib turibdiki suvda 1 molekula  $H_2O$  dissotsiyalansa teng miqdorda  $H^+$  + ( $H_3O^+$ ) va  $OH^-$  ionlari hosil bo'ladi, ya'ni suvda doimo  $[H^+] = [OH^-]$ .

Aksariyat hollarda suvdagi  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarining miqdorini bilish zarur. Shu boisdan suvdagi  $H^+$  va  $OH^-$  ionlari miqdorini  $K_{dis}$  formulasi asosida hisoblash mumkin:

$[H^+] \cdot [OH^-] = K_{dis} \cdot [H_2O] = K_w$  bo'lib,  $K_w$  - suvning ion ko'paytmasi deyiladi va suvda doimo  $H^+$  va  $OH^-$  lar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas sonidir.

Agar suvda erigan suvning molyar konsentratsiyasini hisoblasak:

1 litr  $H_2O = 1000 \text{ g. } H_2O$  bo'ladi, chunki  $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$ .

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{1000 \cdot 1000}{18 \cdot 1000} = 55,56 \text{ molG}^{-1}.$$

Demak, suv eritmasidagi "suv" ning molyar konsentratsiyasi 55,56 mol/l ekan. Suvning juda kam miqdori ionlanishini e'tiborga olsak, muvozanatdagi suvning konsentratsiyasi  $[H_2O] = C_m = 55,56 \text{ mol/l}$ . Bundan  $K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 \text{ q } 1 \cdot 10^{-14}$  kelib chiqadi. Suvda  $[H^+] = [OH^-]$  ligini hisobga olsak, u holda  $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  kelib chiqadi. Ushbu qiymatlarga asosan suvda doimo  $[H^+] \text{ q } 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  va  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  bo'ladi. Agar suvda biror modda eritilsa va bu modda tarkibiy qismi suv bilan o'zaro almashinuv reaksiyalariga kirishsa  $[H^+] \neq [OH^-]$  bo'lib qoladi. Bu hollarda eritmadagi  $H^+$  va  $OH^-$  ning miqdori quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[OH^-]}; \quad \text{va} \quad [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[H^+]}$$

Ko'p hollarda  $H^+$ - ionlari miqdori shu eritmada borayotgan reaksiyalar borishining asosiy xarakteristikasi hisoblanadi. Bunday hollarda vodorod ionlari miqdorini unli kasrlar holida ifodalash juda ko'p noqulayliklarni keltirib chiqaradi.



Shuning uchun amalda oson bo'lsin uchun vodorod ionlari miqdorining ko'rsatgichi (pH - peash) tushunchasi qabul qilingan.

Eritmaning pH - i deb, shu eritmada  $H^+$  - ionlari konsentratsiyasining manfiy ishorali o'nli logarifmiga aytiladi:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg C_{n^+};$$

Toza, distillangan suvning pH-i:  $pH = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = 7 - 0 = 7$  bo'ladi.

Xuddi shuningdek  $OH^-$  - ionlari ko'rsatgichi ham mavjud (pOH - pe-o-ash) bo'lib,  $pOH = -\lg[OH^-] = -\lg C_{on^-} = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = 7$  bo'ladi.

Doimo  $pH + pOH = 14$  ga teng. Bundan  $pH = 14 - pOH$  yoki  $pOH = 14 - pH$  bo'ladi.

Eritmalarning pH-i asosiy, muhim kattalik bo'lib, uni eritmaga indikator qogoz ta'sir ettirib aniqlanadi. Indikator qog'oz eritmada  $[H^+]$  yoki  $[OH^-]$  ning qiymatiga qarab turli rangga kiradi. Xar bir rangga esa pH - ning aniq qiymatlari mos keladi. Bunga pH - shkala deyiladi.

Kislotali muxit  $[H^+] > [OH^-]$     Ishqoriy muxit  $[H^+] < [OH^-]$

-----  
pH   0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Ushbu shkaladan foydalanib eritmalarning muhiti to'g'risida xulosa qilinadi.

### 9.3-§. Bufer eritmalar va ulardagi pH qiymatlar

Bufer eritmalar-bu kuchsiz kislota va uning bir ismli tuzi yoki kuchsiz asos va uning bir ismli tuzi eritmaları, yoki ko'p protonli kislota tuzlari aralashmasidir.

➤ Bufer eritmalar:

---

Eritma muhiti (pH) ni eritmaga oz miqdorda kuchli kislota yoki asos kiritilganda va suv bilan suyultirilganda doimiy holda o'zgartirmay saqlab turadi.

---

Odatda kuchsiz kislota va uning tuzlarining bo'lishi eritmaga bufer ta'sir ko'rsatadi. Shunga ko'ra bufer eritmalar 3 xil bo'ladi:

1. Atsetatli bufer eritmalar:  $CH_3OOH$  va  $CH_3COONa$  aralashmasi eritmaga bufer ta'sir qiladi, ya'ni eritmadagi  $[H^+]$  ionlari konsentratsiyasining ko'payishiga yo'l qo'ymaydigan, tuzning suvda erishidan hosil bo'lgan atsetat anioni  $CH_3COO^-$  borligi uchun ertima pH i sakrab o'zgarmaydi. Bu anion  $CH_3COO^-$  sirka kislotasining dissotsillanishidan hosil bo'lgan  $H^+$  ionlarini kuchsiz elektrolit holida bog'laydi.

2. Ammiakli bufer eritmalar:  $NH_4OH$  va  $NH_4Cl$  aralashmasi ham eritmaga bufer ta'sir qiladi, ya'ni eritmadagi  $[OH^-]$  ionlari konsentratsiyasining ko'payishiga yo'l qo'ymaydigan, tuzning suvda erishidan hosil bo'lgan ammoniy kationi  $NH_4^+$  borligi uchun ertima pH i sakrab o'zgarmaydi. Bu kation  $NH_4^+$  ammoniy gidroksidining dissotsillanishidan hosil bo'lgan  $OH^-$  ionlarini kuchsiz elektrolit  $NH_4OH$  holida bog'laydi.

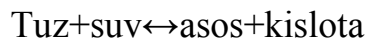
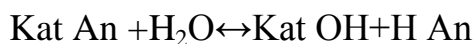
3. Fosfatli buferlar: Ko'pincha nordon tuz aralashmalari ham eritmaga bufer ta'sir ko'rsatadi. Masalan,  $NaH_2PO_4$  va  $Na_2HPO_4$  tuzi aralashmalari eritmaga buferlik ta'sirini ko'rsatadi.

#### **9.4- §. Tuzlarning gidrolizi. Kation va anion bo'yicha gidroliz.**

Suvning vodorod va gidroksil ionlariga dissosilanishi juda muhim hodisa – tuzlar gidroliziga sabab bo'ladi. Keng ma'noda olganda gidrolizlanish bu turli moddalar va suv orasida sodir bo'ladigan almashinib parchalanadigan reaksiyadir. Bunday ta'rif organik birikmalarning murakkab - efirlari yog'lar, uglevodlar, oqsillarning gidrolizlanishiga va noorganik moddalar-tuzlar, karbidlar, galogenlar, metalmaslarning galogenidlari va boshqalarning gidrolizlanishiga ham taaluqlidir.

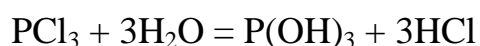
Umuman, biror moddaga suv ta'sir ettirilganda, shu moddaning tarkibiy qismlari suvning tarkibiy qismlari bilan birikishiga olib boradigan har qanday reaksiya **gidroliz** deb ataladi. Agar erituvchi suvdan boshqa modda (spirt, benzol, atseton, ammiak...) bo'lsa, bunday reaksiyalar solvoliz deyiladi.

Gidroliz soʻzi yunoncha “gidro”-suv, “lizi”-parchalayman degan maʼnoni bildiradi. Gidroliz reaksiyalarini quydagicha umumiy tenglama bilan ifodalash mumkin:



Tenglamadan koʻrinib turibdiki, tuz suvda eriganda u suv molekulari bilan reaksiyaga kirishib, yomon dissotsialanuvchi modda hosil qiladi, yaʼni gidroliz reaksiyasi natijasida eritmadagi  $[\text{OH}^-]$  va  $[\text{H}^+]$  ionlarning miqdori keskin oʻzgaradi. Aniqrogʻi gidroliz natijasida eritmaning pH I oʻzgaradi va bu oʻzgarish harqanday tuz gidrolizinin mexanizmi tushinishda, gidroliz tenglamasini tuzishda gidroliz reaksiyalaridan amaliyotda foydalanishda asosiy koʻrsatgich hisoblanadi.

Masalan: Fosfor(III) xlorid  $\text{PCl}_3$  suv bilan oʻzaro taʼsir etib, fosfit kislota  $\text{H}_3\text{PO}_3$  bilan xlorid kislotani hosil qiladi:



Maʼlumki, kislotalarni asoslar bilan neytrallab, tuzlar hosil qilish mumkin. Demak, normal tuzlarning, kislota molekulasidagi hamma vodorod atomlarining metallga butunlay almashinishidan hosil boʻlgan tuzlarning eritmaları neytral reaksiyaga ega boʻlishi kerak, deb oʻylash tabiiydir. Biroq bu fikr, kuchli kislota bilan kuchli asosdan hosil boʻlgan tuzlar toʻgʻrisidagina oʻrinli boʻla oladi. Kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan yoki buning aksicha, kuchli kislota bilan kuchsiz asoslardan hosil boʻlgan tuzlar suvda eriganda, neytral reaksiya bera olmaydi. Masalan: temir (III)- xlorid  $\text{FeCl}_3$  eritmasi, bizga maʼlumki, vodorod ionlari (gidroksoniy ionlari) borligini koʻrsatuvchi kislotali reaksiyani nomoyon qiladi; natriy gipoxlorid  $\text{NaClO}$  eritmasi gidroksil ionlariga xos boʻlgan ishqoriy reaksiyaga ega; kaliy sianid  $\text{KCN}$  (kuchsiz sianid kislota  $\text{HCN}$  tuzi) eritmasi ham ishqoriy reaksiya beradi va hokazo.

Bu hodisalarga eritilgan tuz ionlari bilan suv ionlarining oʻzaro taʼsir qilishi sabab boʻladi deb tushuntirish mumkin, ularning oʻzaro taʼsiri natijasida ortiqcha vodorod va gidroksil ionlari hosil boʻladi. Suvda vodorod va gidroksil ionlarining konsentratsiyasi juda kam boʻlsa ham, bu ionlar suvning dissosilanmagan bir talay

molekulalari bilan muvozanatda turadi. Suv ionlaridan birortasining tuz ionlari bilan bogʻlanishi muvozanatni buzib, suvning boshqa molekulalarini dissosialanishiga va eritmada suvning boshqa ioni xiyla koʻp toʻplanishiga sabab boʻladi, buning natijasida, eritma kislotali yoki ishqoriy reaksiyaga ega boʻlib qoladi.

➤ **Tuzlar gidrolizi:**

---

**Tuz ionlari bilan suv ionlari orasida boʻladigan va odatda suvdagi vodorod va gidroksil ionlari konsentratsiyasining oʻzgarishi bilan birga boradigan oʻzaro taʼsir tuzlar gidrolizi deb ataladi.**

---

Gidrolizning asosiy sababi, kam dissosialangan moddalar ( molekula yoki ionlar) hosil boʻlishidir.

**Tuzlar gidrolizining turlari** Hidroliz jarayoni tuzni hosil qilgan kislota va asoslarning kuchiga qarab turlicha borishi mumkin.

Gidrolizning eng tipik hollarini koʻrib chiqaylik.

**1. Kuchli asos**(*LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>*) **bilan kuchli kislota** (*HCl, HBr, HJ, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*) **hosil boʻlgan tuz.**

Gidrolizga uchramaydi.

**2. Kuchsiz kislota**(*H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, HCN, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HF, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>* va **organik kislotalar**) **bilan kuchli asosdan hosil boʻlgan tuz.**

Natriy asetat CH<sub>3</sub>COONa bunga misol boʻla oladi. Hamma tipik tuzlar singari, natriy asetat ham suvda eriganda, Na<sup>+</sup> va CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ionlariga batamom dissosialanadi. Nazariy jihatdan qaraganda, bu ionlar suv ionlari bilan birikib, ekvivalent miqdorda oʻyuvchi natriy va sirka kislota hosil qilishi mumkin edi; Biroq oʻyuvchi natriy kuchli asos boʻlganidan, natriy ionlari suvning gidroksil ionlari bilan mutlaqo birikmaydi.

Buning aksicha sirka kislota juda kuchsiz kislota boʻlganidan CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ionlari eritmada suvning vodorod ionlari bilan uchrashganda ular bilan darhol

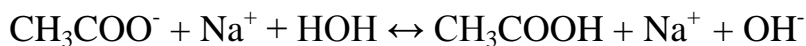
birikadi va  $\text{CH}_3\text{COOH}$  molekulalarini hosil qiladi. Eritmada vodorod ionlarining kamayishi suv molekulalari bilan uning ionlari o'rtasidagi muvozanatni buzadi va suvning dissosialanishiga sabab bo'ladi; yangi vodorod ionlari hosil bo'ladi, bular ham, o'z navbatida, asetat- ionlar bilan birikib sirka kislota molekulalariga aynaladi va hokazo, shu bilan bir vaqtda eritmada gidroksil ionlarining soni ortadi.

Biroq reaksiya shu yo'nalishda uzoq davom etmaydi. Suvning ion ko'paytmasi  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$  o'zgarmas kattalik bo'lganidan, gidroksil ionlari to'plangan sari vodorod ionlarining konsentratsiyasi kamaya boradi va tez orada shu qadar ozayib ketadiki bu ionlarning  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ionlari bilan birikishi uchun imkoniyat qolmaydi. Shu vaqtda suv molekulalari bilan uning ionlari o'rtasida ham, sirka kislota  $\text{CH}_3\text{COOH}$  molekulalari bilan  $\text{H}^+$  va  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ionlari o'rtasida ham yangi muvozanat qaror topadi va gidroksil ionlarining to'planish protsessi to'xtaydi.

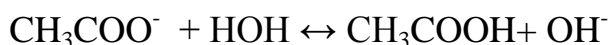
Shunday qilib, natriy asetat suv bilan o'zaro ta'sir qilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Yoki ionli tenglamasi:



Qisqa ion shaklda:

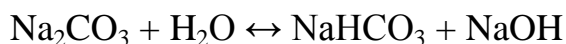


Bu reaksiya muvozanati chapga tomon kuchli darajada siljigan bo'lsa ham, ionli tenglamaning ko'rsatishiga ko'ra reaksiyaning provardida eritmada gidroksil ionlari birmuncha ortiq to'planadi va natriy asetat eritmasi ishqoriy reaksiyaga ega bo'ladi.

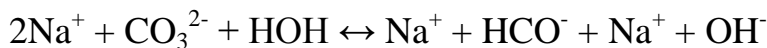
Tasvirlangan ana shu misolda bir negizli kuchsiz kislota tuzi gidrolizlanadi. Ko'p negizli kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizida, odatda, erkin kislotalar emas, balki, nordon tuzlar yoki, aniqroq aytganda, nordon tuzlarning anionlari hosil bo'ladi. Masalan, soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  suvda eriganda,  $\text{CO}_3^{2-}$  ionlari ham  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ionlari singari suvning vodorod ionlari bilan bog'lanadi; biroq bunda kuchsiz karbanat kislota  $\text{H}_2\text{CO}_3$  molekulalari emas balki,

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionlari hosil bo‘ladi. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionlarining ko‘proq hosil bo‘lishiga sabab, bu ionlarning H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> molekulariga qaraganda ancha qiyin dissosialanishidir.

Gidroliz quyidagi tenglama bo‘yicha boradi:



Yoki ionshaklda yozilsa bunday bo‘ladi;

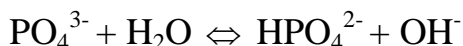
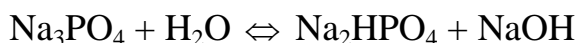


Qisqa ion shakilda :

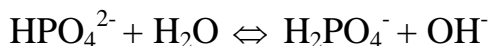
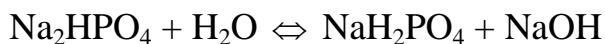


Bu reaksiya natijasida natriy asetatning gidrolizida bo‘lganidek, eritmada ortiqcha gidroksil ionlari paydo bo‘ladi, shu sababdan soda eritmasi ham ishqoriy reaksiyaga ega.

Masalan:



Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo‘lgan tuz gidrolizlanganda nordon tuz va ishqor hosil bo‘ladi:



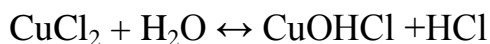
Eritmada erkin holda ishqor yig‘ilib qolgani uchun gidroliz kuchsiz kislota hosil bo‘lguncha davom etmaydi.

**3. Kuchli kislota bilan kuchsiz asos(NH<sub>4</sub>OH, Mg(OH)<sub>2</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Co(OH)<sub>2</sub>, Ni(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, Pb(OH)<sub>2</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub>, Sb(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>)dan hosil bo‘lgan tuz.**

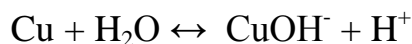
Bu hol avvalgi holga o‘xshaydi, ammo farqi shundaki, bunday tuzlarning kationlari suvning gidroksil ionlari bilan birikadi, anionlari esa erkin holda qoladi. Gidroliz mahsuloti, odatda, gidroksi tuz yoki gidroksi tuzning kationlari bo‘ladi. Masalan, CuCl<sub>2</sub> – kuchsiz asos, ya’ni Cu(OH)<sub>2</sub> kuchli kislota xlorid kislotadan hosil bo‘lgan tuz suvda eriganda Cu<sup>2+</sup> ionlari gidroksil ionlari bilan birikib, yo mis (II) gidroksid molekularini yoki mis CuOH<sup>-</sup> ionlari Cu(OH)<sub>2</sub> molekulariga

qaraganda qiyinroq dissosialanishidan,  $\text{CuCl}_2$  gidrolizida birinchi navbatda ana shu ionlar hosil bo'ladi.

Sodir bo'ladigan reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

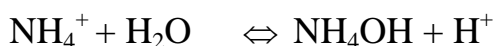
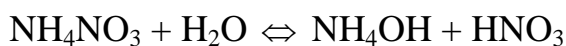


Yoki ionli shaklda yozilsa, bunday bo'ladi:



Bu reaksiya natijasida eritmada vodorod ionlari to'planganidan, kuchli kislota va kuchsiz asoslardan hosil bo'lgan tuzlarning eritmalari kislotali eritmaga ega bo'ladi.

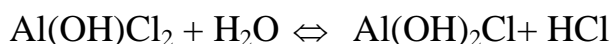
*Agar kation va anion bir valentli bo'lsa, gidroliz natijasida asos va kislota hosil bo'ladi:*



*Kation ko'p valentli anion bir valentli bo'lsa, gidroliz natijasida asosli tuz va kislota hosil bo'ladi:*

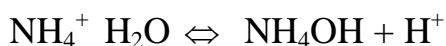
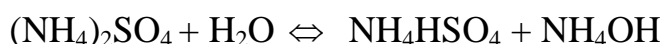


Agar suv juda xam ko'p bo'lsa gidroliz davom etadi:

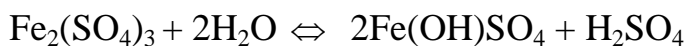


Eritmada  $\text{H}^+$  ionlari yig'ilgani uchun gidroliz kuchsiz asos xosil bo'lguncha davom etmaydi.

*Kation bir valentli, anion ko'p valentli bo'lgan xolda gidroliz natijasida  $\text{H}^+$  ionivanordon tuz hosil bo'ladi:*



*Kation va anion ko'p valentli bo'lganda gidroliz natijasida asosli tuz va kislota hosil bo'ladi.*



**Tuzlar gidrolizining mohiyati** Tuzlar gidrolizining mehanizmi tuz tarkibiga kirgan metal kationi va kislotaga qoldig‘i-anionning tabiatiga, aniqrog‘i, qutblanuvchanligiga bog‘liq. Agar ion qanchalik kuchli qutblansa (qutblangan bo‘lsa) gidroliz shunchalik tez va to‘liq boradi. Umuman  $Kat^{n+}$  va  $An^{m-}$  lar ishtirokida gidroliz bo‘rish jarayoni mehanizmlari quydagicha tasavvur etish mumkin.

Ma‘lumki, har qanday kation suvli eritmada donor-akseptor ta‘siri tufayli gidratlangan holda yana akva kompleks- $[Kat(H_2O)_x]^{n+}$  holda bo‘ladi. Bu kompleksdagi kationning zaryadi qanchalik va radiusi qanchalik kichik bo‘lsa, uning akseptorlik kuchi shunchalik katta ya‘ni  $Kat \cdots OH_2$  bog‘i barqaror bo‘ladi. Bunday kompleks tarkibidagi O-H bog‘ kuchli qutblanuvchanlik xossasiga egadir. Shu sababli “gidrat qobig‘ida”gi  $(Kat \cdot H_2O \cdots H_2O)$  suv molekullari o‘rta sidagi vodorod bog‘lanish kuchli bo‘ladi.

Bunday o‘zaro ta‘sirlashuvi natijasida kation bilan bevosita bog‘langan suv molekulasidagi O-H bog‘i kuchsizlanib  $[Kat \cdot HO^- \cdots H^+ \cdots H_2O]$ , vodorod atomi sekinlik bilan ajraladi va “gidrat qobiq”dagi suv molekulasini bilan birikib  $H_3O^+$  gidroksoniy ioni hosil qiladi. Kation esa qoldiq  $OH^-$  bilan kuchliroq kimyoviy bog‘ hosil qilib  $Kat(OH)_n$  –asosga aylanadi.

Ajralib chiqayotgan gidroksoniy ionlari eritmada  $[H^+] = [OH^-]$  muvozanatni buzib  $[H^+] > [OH^-]$  bo‘lishiga, ya‘ni eritmada kislotali muhit  $pH < 7$  yuzaga kelishiga olib keladi.

Gidrolizlangan molekullari sonining eritilgan umumiy molekullar soniga nisbati turli tuzlarda turlicha bo‘lib, gidroliz paytida hosil bo‘ladigan kislotaga va asos tabiatiga bog‘liqdir. Kislotaga yoki asos qanchalik kuchsiz bo‘lsa, gidroliz darajasi shunchalik katta bo‘ladi.

Masalan: Quyidagi tuzlar 0,1 N. eritmada tubandagicha gidrolizlangan bo‘ladi:

Natriy asetat  $CH_3COONa$ .....0,08%  
 Tetra borat kislotaning natriyli tuzi  $Na_2B_4O_7$ .....0,5%  
 Kaliy sianid  $KCN$ .....1,2%

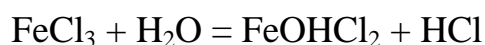


Natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .....2,9%

Kuchli kislota va kuchsiz asoslardan hosil bo'lgan ko'pchilik tuzlarda ham gidroliz darajasi ham juda kichikdir. Shu sababli, bunday tuzlarning gidrolizida hosil bo'ladigan gidroksi tuzlar suvda amalda erimaydi, biroq konsentratsiyasi nihoyatda kam bo'ladigan ular odatda eritmada qoladi.

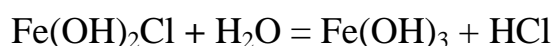
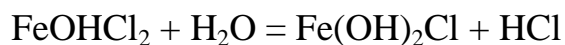
Har qanday qator reaksiya singari, gidroliz ham massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi. Shu sababli, tuz eritmasiga suv quyish yoki gidroliz mahsulotlarining birortasini eritmadan yo'qotish muvozanatning kislota va asos hosil bo'lish tomoniga qarab siljishga sabab bo'ladi. Qizdirish ham xuddi shu tariqa ta'sir qiladi, chunki eritma qizdirilgan vaqtda suvning dissosialanish darajasi, ya'ni

$\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlarining konsentratsiyasi juda oshib ketadi. Buning aksicha, eritmaga kislota yoki ishqor qo'shilsa, muvozanat teskari tomonga siljiydi. Masalan: temir (III)-xloridning gidrolizi odatdagi temperaturada quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Eritma qizdirilganda gidroliz zo'rayadi va bu zo'rayish  $\text{Fe}^{3+}$  ionlarining ko'proq qismi suv bilan reaksiyaga kirishuvidan iborat bo'ladi; Ayni vaqtda  $(\text{FeOH})^{2+}$

ionlari bilan bir qatorda quyidagi tenglama bo'yicha  $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$  ionlari yoki hatto  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  molekullari ham hosil bo'ladi:



Kislota qo'shish cho'kmaning erishiga yoki eritmada  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ionlarining kamayishiga sabab bo'ladi.

Kuchli kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlardan boshqa barcha tuzlar suvda eriganda tuz ionlari bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, kam dissosilanadigan yoki qiyin eriydigan birikmalar hosil qiladi, natijada eritmaning pH i o'zgaradi.

Eritmaning pH i o'zgarishiga tuzlarning gidrolizi deyiladi.

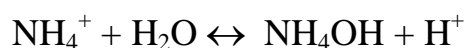
Tuz tarkibidagi kation va anionning tabiatiga ko'ra gidroliz asosan uch xil bo'ladi.

- 1.Kationlararo gidrolizlanish
- 2.Anionlararo gidrolizlanish
- 3.Ham kationlararo ham anionlararo gidrolizlanish.

**Kationlararo gidrolizlanish.** Kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar kationlararo gidrolizlanadi. Bu tipdagi tuzlar gidrolizlanganda tuz tarkibidagi kationlar suvning OH<sup>-</sup> ionlari bilan birikib, kam dissosilanadigan birikmalar hosil qiladi, natijada eritmada OH<sup>-</sup> ionlarining konsentrasiyasi kamayib, H<sup>+</sup> ionlarining konsentrasiyasi ortadi. Vodorod ionlarining konsentrasiyasi ortganligi uchun eritma kislotali muhitga ega bo'ladi. Masalan:



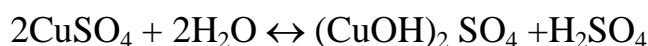
ionli ko'rinishda:



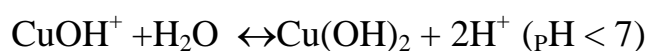
$$\text{pH} < 7$$

Kuchli kislota va ko'p gidroksidli kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi bosqichli bo'lib, oddiy sharoitda faqat birinchi bosqichi yaxshi boradi va bunda asosli tuz hosil bo'ladi. Masalan

I bosqich

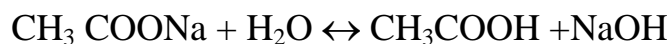


II bosqich

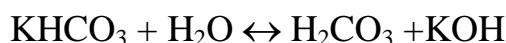
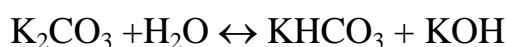


**Anionlararo gidrolizlanish.** Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar anionlararo gidrolizlanadi. Bu tipdagi tuzlar gidrolizlanganda tuz tarkibidagi

kuchsiz kislota anionlari suvning  $H^+$  ionlari bilan birikib, kam dissosilanadigan birikmalar hosil qiladi, natijada eritmadagi  $H^+$  ionlarining konsentratsiyasi kamayib,  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasi ortadi. Hidroksid ion-larining konsentratsiyasi ortgani uchun eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi, masalan:

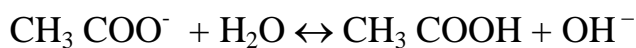


Kuchli asos va ko'p negizli kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi qam bosqichli sodir bo'lib, oddiy sharoitda faqat birinchi bosqichda yaxshi boradi. va bunda nordon tuz hosil bo'ladi, masalan:



Gidroliz konstantasi

Gidroliz reaksiyasi qaytar bo'lganligi uchun unda muvozanat qaror topadi. Muvozanatga massalar ta'siri qonunini tatbiq etamiz. Masalan: kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz:



$$K = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-] \cdot [H_2O]}; \quad K_g = K \cdot [H_2O] = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

Shu tenglamani surat va maxrajini  $[H^+]$  ga ko'paytirsak:

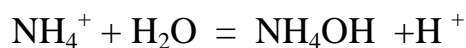
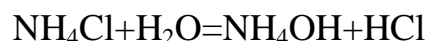
$$K_g = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]} = \frac{[OH^-] \cdot [H^+]}{K_{kis}}$$

$[OH^-] \cdot [H^+] = K_w$  qiymat suvning ion kopaytmasi ekanligi hisobga olinsa:

$$K_g = \frac{K_w}{K_{kis}}$$

Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzning gidrolizlanish konstantasi, suvning ion ko'paytmasini kuchsiz kislota dissotsiya konstantasiga nisbatiga teng. Gidroliz konstantasi tuzning tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'lib, tuzning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Kuchsiz asos va kucli kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi:



$$K_g = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] * [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

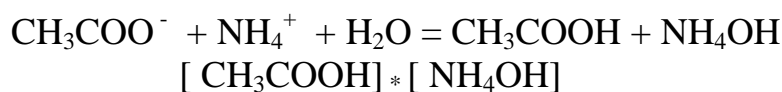
Bu tenglamani ham surat va maxraji  $[\text{OH}^-]$  ga ko'paytirilsa, unda :

$$K_g = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] * [\text{H}^+] * [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4^+] * [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}^+] * [\text{OH}^-]}{K_{\text{asos}}}$$

$$K_g = \frac{K_w}{K_{\text{asos}}};$$

Tuzning gidroliz konstantasi asos yoki kislotaning dissotsiyalanish konstantasi qancha kichik bo'lsa shuncha yuqori bo'ladi.

Agar tuz kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan tashkil topgan bo'lsa gidroliz konstantasi:



$$K_g = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] * [\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] * [\text{NH}_4^+]};$$

Agar bu tenglama  $[\text{H}^+] * [\text{OH}^-]$  ga ko'paytirilsa:

$$K_g = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] * [\text{NH}_4\text{OH}] * [\text{H}^+] * [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] * [\text{NH}_4^+] * [\text{H}^+] * [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}^+] * [\text{OH}^-]}{K_{\text{kis}} * K_{\text{asos}}}$$

$$K_g = \frac{[\text{H}^+] * [\text{OH}^-]}{K_{\text{kis}} * K_{\text{asos}}} = \frac{K_w}{K_{\text{kis}} * K_{\text{asos}}}$$

$$K_g = \frac{K_w}{K_{\text{kis}} * K_{\text{asos}}}$$

Bu tenglamaga ko'ra kislota va asosning dissotsilanish konstantasi qancha kichik bo'lsa uning gidrolizlanish konstantasi shuncha yuqori bo'ladi.

Tuzlar gidrolizi

1	Tuzlar	Dissotsilanganda metall kationi va kislota qoldig'i anioni hosil qiladigan moddalar <b>tuzlar</b> deb ataladi
2	Tuzlar gidrolizi	Tuzlar bilan suv molekulasida sodir bo'ladigan reaksiyalar <b>gidrolizlanish reaksiyalari</b> deyiladi.
3	Kuchli asos bilan kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar	gidrolizga uchramaydi. Muhit neytral bo'ladi.
4	Anion bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchli asos bilan kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga chala uchraydi. Muhit <b>ishqoriy</b> bo'ladi,
5	Kation bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchsiz asos bilan kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga chala uchraydi. Muhit <b>kislotali</b> bo'ladi.
6	Kation va anion bo'yicha gidrolizlanish.	Kuchsiz asos bilan kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga ham kationi ham anioni hisobiga gidrolizga to'liq oxirigacha qaytmas uchraydi. Muhit agar asos kuchliroq bo'lsa kuchsiz ishqoriy, kislota kuchliroq bo'lsa kuchsiz kislotali bo'ladi.
7	Tuzlar gidroliziga turli omillar ta'siri:	3. Quyidagi hollarda gidrolizlanish ortadi: haroratni ko'tarilishi, eritmani suyultirilishi, kuchsiz asos va kuchli kislotalardan tashkil topgan tuzlarda ishqoriy muhitni, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan tashkil topgan tuzlarda kislotali muhitni ta'minlash. 4. Quyidagi hollarda gidrolizlanish sekinlashadi: haroratni pasayishi, eritmadagi tuz konsentratsiyasini oshirilishi, kuchsiz asos va kuchli kislotalardan tashkil topgan tuzlarda kislotali muhitni, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan tashkil topgan tuzlarda ishqoriy muhitni ta'minlash.

### Ayrim tuzlarning suvdagi eritmasini indikatorlarga ta'siri

Tuzlarning eritmalari	Tuzlar eritmalarining indikator rangiga ta'siri.		
	Lakmus (sariq rangli)	Fenolftalien (pushti rangli)	Metil zarg'aldog'i (qizil rangli)
Kuchli asos va kuchli kislota	Rangi o'zgarmaydi	Rangi o'zgarmaydi	Rangi o'zgarmaydi

<b>Kuchsiz asos va kuchli kislota</b>	<b>Qizaradi</b>	<b>Rangi o'zgarmaydi</b>	<b>Pushti</b>
<b>Kuchli asos va kuchsiz kislota</b>	<b>Ko'karadi</b>	<b>To'q qizil</b>	<b>Sariq</b>

**Nazorat savollari:**

1. Eritma pH ini 2 birlikka kamaytirish uchun vodorod ionlari konsentratsiyasini qanday o'zgartirish kerak?

A) 2 marta orttirish    B) 2 marta kamaytirish

C) 20 marta kamaytirish

D) 20 marta orttirish    E) 100 marta orttirish

2. 100 ml pH=1 bo'lgan sulfat kislota eritmasining pH ini 2 ga yetkazish uchun nima qilish kerak?

A) 100 ml 0,05 mol/l li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qo'shish    B) 100 ml suv qo'shish

C) 100 ml 0,1 M li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qo'shish    D) 900 ml suv qo'shish    E) 1000 ml suv qo'shish

3. Konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lgan KON eritmasidagi KON ning dissotsilanishi 100 % bo'lsa, shu eritmaning pH nechaga teng bo'ladi?

A) 1    B) 7    C) 10    D) 12    E) 14

4. Kaliy gidroksidning 0,01 mol/l konsentratsiyali eritmasida KON 100 % dissotsilangan bo'lsa, shu eritmaning pH ini aniqlang.

A) 7    B) 9    C) 10    D) 12    E) 14

5. 0,02 M nitrat kislota ( $\alpha=1$ ) eritmasida vodorod ionlari konsentratsiyasi(mol/l)ni hisoblang.

A) 2    B)  $1 \cdot 10^{-2}$     C)  $2 \cdot 10^{-1}$     D)  $2 \cdot 10^{-2}$     E) 1

6. Toza suvga ishqor qo‘shib, eritmadagi  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasi  $1 \cdot 10^{-6}$  mol/l ga yetkazildi. Eritmaning pH qiymatini toping.

A) 9 B) 4 C) 7 D) 8 E) 10

7. Tarkibida 18,9 g/l nitrat kislota, 3,2 g/l natriy gidroksid bo‘lgan eritmalarni qanday hajm nisbatida aralashtirganda, neytral muhit hosil bo‘ladi?

A) 1,73:1 B) 2:3,75 C) 1:3,75 D) 1:5,9 E) 7,5:1

8. 1 g toza sulfat kislota erigan 1 l eritma bilan 2 l ammiak reaksiyaga kirishganda necha gramm tuz hosil bo‘lgan va eritma muhiti qanday?

A) 1,0; kislotali B) 1,8; neytral C) 2,2; ishqoriy

D) 1,35; ishqoriy E) 1,5; neytral

9. Sirka kislotaning 0,01 M li eritmasining dissotsilanish darajasi 2 % ga teng bo‘lsa, vodorod ionlari konsentratsiyasini aniqlang. (mol/l)

A)  $2 \cdot 10^{-2}$  B)  $2 \cdot 10^{-4}$  C)  $2 \cdot 10^{-1}$  D)  $2 \cdot 10^{-3}$  E)  $3 \cdot 10^{-2}$

10. Qaysi kislota indikator rangini o‘zgartiri olmaydi?

A) vodorod ftorid; B) silikat kislota; C) karbonat kislota; D) sirka kislota;

E) gipoxlorit kislota.

11. Agar 0,012 M li eritmada  $H_2SO_4$  to‘liq dissotsilansa, Ushbu eritmaning pH qiymati qanday bo‘ladi?

A) 2,15; B) 1,83; C) 1,62; D) 2,33; E) 2,89;

12. Natriy gidroksidning 0,005 M li eritmasining pH qiymati qanday bo‘ladi?

A) 10,7; B) 11,3; C) 12,7; D) 12,4; E) 11,7.

13. 49 g sulfat kislota dagi vodorod ionlarining modda miqdori nechaga teng bo‘ladi?

A) 1,0 B) 0,15 C) 0,75 D) 2,0 E) 0,25

14. Fosfor(V)xlordning suvdagi eritmasi lakmusni qanday rangga bo'yaydi?

A) qizil B) pushti C) ko'k D) binafsha E) rangsiz

15. Kontsentratsiyasi 15 % bo'lgan kaliy gidroksidning 500 g eritmasiga 12 % li xlorid kislotaning 0,5 kg eritmasi qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning muhiti qanday bo'ladi?

A) kuchsiz kislotali B) ishqoriy C) kislotali

D) neytral E) kuchsiz ishqoriy

16. 10 ml sulfat kislota va 18 ml natriy gidroksidning 0,1 molyarli eritmalari aralashmasi fenolftalein eritmasining rangini malina rangiga bo'yaydi. Shu eritmaning rangini yo'qotish uchun 0,2 M li xlorid kislotadan 4 ml miqdori talab etildi. Boshlang'ich kislotaning molyar kontsentratsiyasini hisoblang.

A) 0,5 B) 0,05 C) 0,1 D) 0,01 E) 0,25

17. 0,1 kg natriy gidroksid bilan 0,1 kg sulfat kislotaning o'zaro ta'sirida hosil bo'lgan eritmada lakmus qanday rangga kiradi?

A) qizil B) ko'k C) binafsha D) rangsiz E) sariq

18. Qaysi gazlar to'ldirilgan idishlarga tushirilgan ho'l lakmus qog'ozini o'z rangini o'zgartiradi?

1) azot(IV)oksid; 2) ammiak; 3) azot(II)oksid; 4)uglerod(II)oksid;

A) 1 B) 2 C) 3,4 D) 1,2 E) 1,3

19. Tarkibida 20 g natriy gidroksid bo'lgan eritmaga 70 g 30 % li nitrat kislota eritmasi quyildi. Hosil bo'lgan eritmaga botirilgan lakmus qog'ozini qanday rangga kiradi?

A) ko'k B) o'zgarmaydi C) qizil D) rangsiz E) o'zgaradi



20. Kontsentratsiyasi (mol/L) berilgan qaysi eritmada pH ning qiymati eng katta?

1)  $[H^+] = 10^{-7}$  mol/l;      2)  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-8}$  mol/l;

3)  $[OH^-] = 10^{-4}$  mol/l;      4)  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-10}$  mol/l;      5)  $[OH^-] = 10^{-7}$  mol/l;

A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 1 va 5

21. pH=1 bo'lgan sulfat kislota eritmasining molyar kontsentratsiyasini hisoblang.

A) 0,005    B) 0,05    C) 0,1    D) 5,0    E) 10,0

22. Bariy gidroksidning  $5 \cdot 10^{-4}$  mol/L kontsentratsiyali eritmasining pH ini toping.

A) 3    B) 4    C) 8    D) 11    E) 13

23. Teng hajmda olingan 0,2 M xlorid kislota va 0,3 M bariy gidroksid eritmalari o'zaro aralastirildi. Hosil bo'lgan eritmaning pH qiymati nechaga teng.

A) 1    B) 3    C) 9    D) 11    E) 13

24. Gidroksid ionlari kontsentratsiyasi  $1 \cdot 10^{-8}$  mol/L bo'lgan eritmaning pH ini aniqlang.

A) 8;    B) 7;    C) 6;    D) 5;    E) 11.

25. pH=5 bo'lgan eritmada  $OH^-$  ionlar kontsentratsiyasini (mol/L) hisoblang.

A)  $10^{-5}$ ; B)  $10^{-6}$ ; C)  $10^{-8}$ ; D)  $10^{-9}$ ; E)  $10^{-11}$ .

26. Gidroksid ionlarining kontsentratsiyasi  $1 \cdot 10^{-9}$  mol/L bo'lgan eritmada  $[H^+]$  kontsentratsiyasini (mol/L) aniqlang.

A)  $1 \cdot 10^{-3}$ ; B)  $1 \cdot 10^{-4}$ ; C)  $1 \cdot 10^{-5}$ ; D)  $1 \cdot 10^{-6}$ ; E)  $1 \cdot 10^{-7}$ .

27. Kislota molekullari dissotsilanganda, eritmada qanday ionlar mavjud bo'ladi?

A) vodorod ionlari    B) vodorod va kislota qoldig'i ionlari    C) gidroksid ionlari

D) gidroksoniy va kislota qoldig'i ionlari

E) gidroksoniy va vodorod ionlari

28. 0,001 M li NaOH eritmasi uchun pH ning qiymati nechaga teng?

A) 11 B) 12 C) 10 D) 9 E) 8



Taqdimot № 9

## X BOB. KIMYOVIY TERMODINAMIKA ELEMENTLARI

### 10.1-§. Sistema, uning holati va parametrlari

Sistema - tashki muxitdan chegara bilan ajratib olingan fazoning bir kismi bulib, u uzining (tarkibiy kismi) energiyasi -  $E$ ; temperaturasi -  $T$ , bosimi -  $R$ , xajmi -  $V$  ya'ni parametrlari bilan xarakterlanadi. Sistema turli xil bo'lib, shular jumlasiga aloxida modda yoki moddalar to'plami, kolbadagi reaksiyon (aralashma) eritma, silindrdagi gaz va xokazolar kiradi.

Sistema bir yoki bir necha tarkibiy qism (komponent)dan iborat bo'ladi. Sistemaning bir-biridan sirt chegarasi bilan ajratilgan va mustaqil xolda mavjud bula oladigan bir jinsli qismi *komponent* deyiladi. Sistemadagi tarkibiy qismlarning agregat xolatiga ko'ra *gomogen* va *geterogen* sistema bo'ladi. Agar sistema bir xil agregat xolatdagi moddalar (fakat gazsimon moddalar, fakat kattik yoki fakat suyuq) moddalardan iborat bulsa *gomogen (bir jinsli) sistema* deyiladi. Agar turli agregat xolatdagi moddalar (gaz-suyuq, katic-suyuq, kattik-gaz) dan iborat bo'lsa *geterogen sistema* deyiladi.

Sistema energiyasining bir turdan boshkasiga aylanishi sababi va konuniyatlarini urganuvchi fanning bulimiga *termodinamika* deyiladi. Ma'lumki, barcha jarayonlar sistema energiyasining o'zgarishi bilan amalga oshadi. Umuman, har qanday jarayon borishi energiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Masalan, bir jismga ortiqcha issiklik berilsa (sizdirilsa) avval jism qiziy boshlaydi, ya'ni uning ichki energiyasi (atom, molekula va boshqa zarrachalar energiyalari yig'indisi) o'zgaradi, keyinchalik bu jism o'zidan atrof-muhitga issiklik chiqara boshlaydi, ya'ni tashki muhitga nisbatan ish bajaradi. Bu holatni matematik jixatdan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = U + A$$

Bunda  $Q$  -berilgan issiklik miqdori.  $U$  – ichki energiya o‘zgarishi;  $A$  - bajarilgan ish.

Jarayonlar (reaktsiyalar) o‘zgarmas xajm ( $V = \text{const}$   $V = 0$ )da borishi (izoxor jarayon) yoki o‘zgarmas bosim ( $P = \text{const}$   $R = 0$ ) da borishi (izobar jarayon) mumkin.

Jarayonlar (reaktsiyalar) o‘zgarmas xajm ( $V = \text{const}$   $V = 0$ )da borishi (izoxor jarayon) yoki o‘zgarmas bosim ( $P = \text{const}$   $R = 0$ )da borishi (izobar jarayon) mumkin.

Ichki energiya energiyaning boshqa turlari singari sistema holatining funktsiyasi hisoblanib, sistema dastlabki holati bilan oxirgi xolatiga bog‘lik:  $U = U_{\text{ox}} - U_{\text{bosh}}$

Bunda  $U_{\text{ox}}$ ; va  $U_{\text{bosh}}$  - sistemaning oxirgi va dastlabki xolatdagi ichki energiyalari, kj/mol.

Demak, xajm o‘zgarmasdan boradigan jarayonlarning issiklik effekti ( $Q$ ) shu sistemaning ichki energiyasi o‘zgarishiga ( $U$ ) teng.

## **10.2-§. Energiya va uning bir turdan ikkinchi turga o‘tishi.**

### **Energiya va ish o‘rta sidagi bog‘lanish**

Kimyoviy termodinamika fizik-kimyoning moddalar tarkibi, tuzilishi va hosil bo‘lish sharoitlari ularning termodinamika xossalari bog‘liqligini o‘rganadigan bo‘limi.

Kimyoviy termodinamikaning muhim yo‘nalishlaridan biri termokimyoviy va fazaviy muvozanatlar, eritmalar, jumladan, elektrolit eritmalar, elektrod jarayonlari nazariyasi, moddalar yuzasida ro‘y beradigan hodisalar termodinamikasi va boshqalarni o‘rganadi. Termodinamikaning uchta asosiy qonuni mavjud. Birinchi qonuni termokimyoning asosi bo‘lib, termokimyoning asosiy qonuni — Gess qonuni uning muhim davomidir. Termodinamikaning ikkinchi qonuni kimyoviy muvozanatlar xaqidagi ta’limotdir. Kimyoviy

muvozanatlarni hisoblashda termodinamikaning uchinchi qonuni va o'nga bog'liq bo'lgan Plank (nemis fizigi) pastuloti katta ahamiyatga ega

Kimyoviy reaksiyalar ko'pincha issiqlik va boshqa energiya turlarini chiqarish yoki yutish bilan boradi. Kimyoviy reaksiyalar vaqtida ajralib chiqadigan (ekzotermik reaksiyalar) yoki yutiladigan (endotermik reaksiyalar) issiqlik miqdori (energiya) ni o'rganadigan bo'limi *termokimyo* deb ataladi. Termokimyo reaksiyalarning energetik effektlarini o'rganuvchi soha bo'lib, u termodinamikaning bir qismini tashkil etadi.

Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik chiqsa ( $H < 0$ ) sistemaning entalpiyasi kamayadi, odatda ekzotermik jarayonlarda shunday xodisa kuzatiladi. Reaksiya tenglamasida ( $-H$ ) ifoda qo'shib yoziladi:

Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik yutilsa, ( $H > 0$ ) sistemaning entalpiyasi (issiqlik saqlami) ortadi. Bu jarayonlar endotermik jarayonlardir.

### **Ekzo- va endotermik reaksiyalar. Termokimyoviy reaksiyalar.**

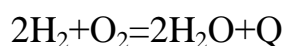
#### **➤ Termokimyo:**

---

Kimyoviy reaksiyalar vaqtida ajralib chiqadigan (yoki yutiladigan) energiyani tekshiradigan kimyoviy termokimyo soxasi deb ataladi.

---

Termokimyo kimyoviy protsesslar endotermik va ekzotermik reaksiyalarga bo'linadi. *Issiqlik ajralib chiqishi bilan boradigan kimyoviy reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar deyiladi.* Bunda moddaning ichki energiyasi kamayadi. Masalan, vodorodning yonish reaksiyasi:



Reaksiya uchun olingan vodorod va kislorod ichki energiyasi ( $u_1$ ) hosil bo'lgan maxsulot  $\text{H}_2\text{O}$  ning ichki energiyasidan ( $u_2$ ) katta, ya'ni  $U_1 > U_2$ . Ajralib chiqqan energiya  $-Q$  quyidagi ayirmadan topiladi;

$$Q = u_1 - u_2$$

*Issiklik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar endotermik reaksiyalar deyiladi.*

Masalan: yuqori temperaturada suvning parchalanish reaksiyasi

$2\text{H}_2\text{O}=2\text{H}_2+\text{O}_2-\text{Q}$  energiya sarf qilish hisobiga boradi. Demak;  $u_1 < u_2$ .

Yuqoridagi misoldagidek; dastlabki moddalarning zapas energiyasi  $u_1$  va maxsulotning zapas energiyasi  $u_2$  bilan belgilab qoʻyidagi tenglamaga ega boʻlamiz.  $-\text{Q} = u_1 - u_2$  yoki  $u_1 - u_2 = \text{Q}$ .

Termokimyoviy tenglamalarda reaksiyaning issiqlik effekti reaksiyaga kirishuvchi moddalarning mol soniga proporsional boʻladi va odatda kilokalloriya (kkal) yoki kilojoullar (kJ) bilan ifodalanadi.

### **Kimyoviy energiya**

Xar qanday moddaning harakat formasi energiyaning oʻzgarishi bilan kuzatiladi. *Moddaning birligini ifodalaydigan energiya kimyoviy energiya deyiladi.*

Energiyaning saqlanish qonuniga koʻra, u ekvivalent nisbatda faqat bir turdan ikkinchi turga oʻtadi. Masalan:  $1\text{eV} = 4,88 \cdot 10^{-10} : 299,8 = 1,602 \cdot 10^{-12}$  erg; elementning 1 mol miqdorida Avagadro soniga teng atomlar boʻlgani uchun  $1,602 \cdot 10^{-12}$  va  $6,02 \cdot 10^{23}$  ga koʻpaytiramiz va  $1\text{ kkal} = 4,184 \cdot 10^{10}$  erg boʻlgani uchun  $4,184 \cdot 10^{10}$  ga boʻlamiz:  $1,602 \cdot 10^{-12} \times (6,02 \cdot 10^{23} / 4,184 \cdot 10^{10}) = 23,06$  kkal/mol kelib chiqadi. Uni kJ/mol bilan ifodalash uchun 23,06 ni 4,184 ga koʻpaytiramiz:

$$1\text{eV} = 23,06 \cdot 4,184 = 96,48 \text{ kJ/mol kelib chikadi.}$$

Ayrim sistemada, (normal sharoitda) berk xajmda, tashqi muxit bilan taʼsir boʻlmaganda energiyaning hamma turlari yigʻindisi oʻzgarmasdir. Har qanday sistemaning oʻziga xos umumiy energiya zapasi mavjud. Sistemaning ichki energiyasi kimyoviy protsesslarda aloxida ahamiyatga ega. Ichki energiya molekulaning, molekuladagi atomlarning, atomdagi elektronlarning tebranma va aylanma harakatdagi energiyasidan hamda atom yadrosining energiyasidan va hakazolardan iborat: lekin unga butun sistemaning potentsial va kinetik energiyasi kirmaydi, demak, ichki energiya sistemasining oʻz energiyasidir.

Xozirgi vaqtda biror protsesdagi yoki kimyoviy reaksiyadagi ichki energiya (u) ning umumiy zapas energiyasini aniqlash mumkin emas, lekin protsess natijasida moddalar sistemasining ichki energiya o'zgarishi ( $\Delta u$ ) ni topish mumkin;  $\Delta U = U_2 - U_1$ .

Faqat kengayish ishi bajariladigan jarayonlar uchun termodinamika-ning 1-qonunidan: 
$$\delta Q = dU + pdV \quad (1)$$

$V = const$  da (1) ni integrallasak, 
$$Q_V = U_2 - U_1 = \Delta U \quad (2)$$

$p = const$  da (1) ni integrallab, o'zgartirish kirisak,

$$Q_p = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1) \text{ yoki } Q_p = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1) \quad (3)$$

Qavs ichidagi ifodani  $N$  bilan belgilasak, 
$$H \equiv U + pV \quad (4)$$

Ushbu funksiya entalpiya deyiladi, uni ko'pincha issiqlik saqlami deb ham atashadi. Ammo ushbu atama noto'g'ri tushuncha keltirib chiqarishi mumkin, chunki absolyut nolda ham  $N_0 > 0$ , ammo issiqlik yutilmaydi va chiqarilmaydi. Entalpiya, ichki energiya kabi, holat funksiyasidir (chunki  $pV$  ham holat funksiyasi). (3) va (4) lardan:

$$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H \quad (5)$$

Shunday qilib, izobar jarayonning issiqligi sistema entalpiyasining o'zgarishiga teng. Issiqlikning juda kichik o'zgarishlari uchun (izoxor va izobar jarayonlar uchun)

$$\delta Q_V = dU \quad \text{va} \quad \delta Q_p = dH \quad (6)$$

(2) va (5) tenglamalardan izoxor va izobar jarayonlarda jarayonning issiqligi holat funksiyasi xossasiga ega bo'lib qoladi, ya'ni u jarayonning yo'liga bog'liq bo'lmasdan, sistemaning boshlang'ich va oxirgi holatlariga bog'liq bo'ladi.

$N$  funksiyasining to'liq differensialini topish uchun (4) tenglamani differensiallaymiz:

$$dH = dU + pdV + Vdp \quad (7)$$

$dU$  ning o'rniga (1) tenglamadan, so'ngra  $\delta Q$  ning o'rniga  $\delta Q = hdp + C_p dT$  tenglamadan qiymatlarini qo'yib ushbuni olamiz:

$$dH = \delta Q + Vdp = hdp + C_p dT + Vdp = (h+V)dp + C_p dT \quad (8)$$

Agar bosim o'zgaras bo'lsa, funksiyaning to'liq differensial qiyidagiga teng bo'ladi:

$$dH = C_p dT \quad (9)$$

Entalpiyaning o'zgarishi ko'p hollarda osongina o'lchanishi mumkin, Shuning uchun ushbu funksiya termodinamik tadqiqotlarda keng qo'llaniladi. Termodinamikaning tenglamalaridan foydalanib, entalpiyaning absolyut qiymatini hisoblab bo'lmaydi, chunki u o'z ichida ichki energiyaning absolyut qiymatini tutadi.

### 10.3-§. Ichki energiya va entalpiya. Ozod energiya va entropiya to'g'risida tushuncha

Kimyoviy reaksiyalar odatda o'zgaras bosimda (masalan, ochiq kolbada) yoki o'zgaras xajmda (masalan, avtoklavda) boradi. **O'zgaras bosimda boradigan protsesslar izobarik, o'zgaras xajmda boradigan protsesslar izoxorik protsess deyiladi.** Izobarik protsessda sarf qilingan issiqlik  $Q$  sistemaning ichki energiyasini  $\Delta U$  ga qadar o'zgartirish va tashqi kuch  $A$  ga qarshi ish bajarish uchun ketadi:

$$Q = \Delta U + A \text{ yoki } \Delta U = Q - A.$$

Tashqi kuchga qarshi ish sistema xajmini  $\Delta v$  ga o'zgartirish uchun tashqi bosimga qarshi bajarilgan ishdir.  $A = P(v_2 - v_1) = R\Delta v$ .

Demak, izobar protsessning issiqlik efekti

$$Q_p = \Delta u + R\Delta v \text{ ga teng}$$

Agar  $\Delta u + R\Delta v$  yig'indini  $\Delta N$  bilan ifodalasak.

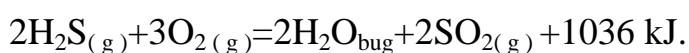
$$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H \text{ kelib chiqadi.}$$

$\Delta H$  ning qiymati entalpiya o'zgarishi (issik tutum) deyiladi. Shunday qilib, izobar protsessda issiqlik effekti sistema entalpiyasining o'zgarishiga teng. Izoxorik protsessda sistemaning xajmi o'zgarmaydi va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarilmaydi. Shuning uchun  $A=Q$ . U vaqtda;  $Q=U_2 - U_1 = \Delta U$ .

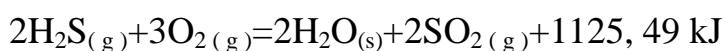
Demak, kimyoviy reaksiya o'zgarmas xajmda borsa, ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik  $Q$  sistema ichki energiyasining o'zgarishiga teng bo'ladi.

### Reaksiyaning issiqlik effekti

Kimyoviy tenglamalar protsessning sifat va miqdor o'zgarishini, reaksiya uchun qanday miqdorlarda dastlabki moddalar olinganligi hamda reaksiya natijasida qaysi moddadan qancha miqdorda hosil bo'lganligini ko'rsatadi. Termokimyoviy tenglamalarda esa bulardan tashqari yutilgan yoki ajralib chiqqan issiqlik miqdori hamda moddalarning agregat holatlari ko'rsatiladi. Masalan, vodorod sulfidning havoda yonishining termokimyoviy tenglamasi quyidagicha:



Reaksiyada ajralib chiqqan (1036 kJ) energiya reaksiyaning issiqlik effekti (RIE) deyiladi. **RIE deb o'zgarmas temperatura va bosimda kimyoviy reaksiya vaqtida ajralib chiqqan yoki yutilgan energiya miqdoriga aytiladi.** RIE odatda standart sharoitda aniqlanadi. RIE temperaturaga, moddaning agregat holatiga (hamda gazsimon moddalar uchun bosimga) bog'liq bo'ladi. Agar yuqoridagi misolda  $\text{H}_2\text{S}$  ning yonishi natijasida suyuq suv hosil bo'lsa, RIE ning qiymati quyidagicha bo'ladi;



Bu erda RIE ning qiymati ortishi kondetsasiyalanish issiqligini ajralishi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun ham termokimyoviy tenglamalarda element simvoli yoki modda formulasining o'ng tomonining pastki qismiga qavs ichida moddaning agregat xolati ko'rsatiladi; bug' (b), gaz (g), suyuq (s), qattiq (q), kristal (k) va hakazo.

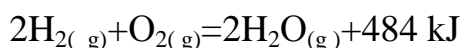
Reaksiyaning issiqlik effektini faqat energiya qiymati bilangina emas, balki uning ishorasi bilan ham xarakterlash zarur. Ishora tanlashda termokimyoviy va termodinamikaviy usullar mavjud.. Birinchi usulda ekzotermik reaksiyaning



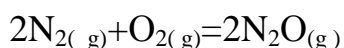
Issiqlik effekti musbat ishora bilan olinadi, endotermik reaksiyaniki esa manfiy ishoraga ega. Termodinamik usulda aksincha, sistema yutgan energiya musbat ishora bilan olinadi, sistemadan chiqib ketgan elektron esa manfiy ishoraga ega. Agar reaksiyaning termokimyoviy issiqlik effektini  $Q_p$  bilan, uning termodinamik issiqlik effektini (ya'ni entalpiya o'zgarishini)  $\Delta H$  bilan belgilasak, ular orasida;

$Q_p = -\Delta H$  yoki  $\Delta H = -Q_p$  bog'lanish borligiga ishonch hosil qilamiz.

Masalan ;  $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(g)$  reaksiya termokimyoviy tenglamasi;



shaklida yoziladi. Usha reaksiyaning termodinamik tenglamasi kuyi-dagicha kurinishda buladi;



O'zgarish bosim va temperatura oddiy moddalardan bir mol birikma hosil bo'lganda entalpiyaning o'zgarishi ayni moddaning hosil bo'lish entalpiyasi  $\Delta H_{x.b}$  deyiladi. U temperaturaga bog'liq bo'lib, standart hosil bo'lish entalpiyasi deyiladi, quyidagi jadvalda ba'zi moddalarning hosil bo'lish standart entalpiyasi keltirilgan. Oddiy moddalarning standart hosil bo'lish entalpiyasi nolga teng deb qabul qilingan.

**Ba'zi moddalarning hosil bo'lish standart entalpiya, izobar potentsial va absolyut entropiyalari**

Modda	Agregat xolati	Hosil bo'lish entalpiyasi, $\Delta H^\circ_{298}$ (kJ/mol)	Hosil bo'lish izobar potentsiali $\Delta G$ (kJ/mol)	Absolyut entropiyasi, $S^\circ$ kJ/mol.K
$Al_2O_3$	K	-1676	-1582,0	60,05
$Al_2(SO_4)_3$	K	-3442,2	-3102,2	239,2
C	K	0	0	6,89
C	K	-1,828	-2,833	2,368
CO	G	-110,5	-137,14	197,54
CO <sub>2</sub>	G	-393,5	-394,6	213,68
CH <sub>4</sub>	G	-74,86	-50,79	186,19
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	G	-52,28	-68,12	219,4

C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	S	-227,63	-174,8	160,7
CaO	K	-635,5	-604,2	39,70
O <sub>2</sub>	G	0	0	205,04
CrO <sub>3</sub>	K	-5990,4	-505,0	73,2
CuO	K	-162,0	-129,4	42,63
NO	G	-90,25	-86,5	210,6
NO <sub>2</sub>	G	33	51,5	240,2
NH <sub>3</sub>	G	-46,19	-16,71	192,6
SO <sub>2</sub>	G	-296,9	-300,2	248,1
SO <sub>3</sub>	G	-396,1	-370,2	256,2
H <sub>2</sub>	G	0	0	130,92
H <sub>2</sub> O	G	-241,8	-228,61	188,72
H <sub>2</sub> O	S	-285,83	-237,24	70,08

#### 10.4-§. Termoximiya. Lavuaze-Laplas va Gess qonunlari.

Reaksiyaning issiqlik effekti rus olimi G.I.Gess 1840 yilda kashf qilgan termokimyoning asosiy qonunidan foydalanib aniqlash mumkin.

➤ G.I.Gess qonuni:

---

*Reaksiyaning issiqlik effekti protsessning qanday usulda olib borilishiga bog'liq bo'lmay, faqat sistemaning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liq*

---

Bir yula olib borilgan kimyoviy protsessning issiqlik effekti ayrim bosqich reaksiyalar issiqlik effektlarining algebraik yig'indisiga teng. Masalan, grafitni ikki usul bilan SO<sub>2</sub> ga qadar oksidlash mumkin, Biri yetarli miqdorda kislorod berib grafitni bir yo'la SO<sub>2</sub> ga o'tkazish;



Ikkinchi usul; bu reaksiyani ikki bosqich bilan o'tkazishdan iborat. Uning birinchi bosqichida quyidagi

$S_{(gr)} + 0,5O_{2(g)} \rightarrow SO_{(g)}$  ( $\Delta H_1$ ) reaksiya boradi, ikkinchi bosqichida esa quyidagi reaksiya boradi;

$SO_{(g)} + (1/3)O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$  ( $\Delta H_2$ ) Gess qonuniga muvofiq;

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H$$

Darxaqiqat,  $\Delta H = -393,5$  kJ;  $\Delta H_1 = -110,5$  kJ;  $\Delta H_2 = -283$  kJ

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = -110,5 + (-283) = -393,5 \text{ kJ}$$

Gess qonuni faqat o'zgarmas bosim yoki o'zgarmas xajmdagina o'z kuchini saqlab qoladi.

Gess qonunidan quyidagi xulosa kelib chiqadi;

### ➤ Lavuaze-Laplas qonuni:

---

*Kimyoviy birikmaning oddiy moddalarga parchalanish issiqlik effekt ( $\Delta H_p$ ) oddiy moddalardan kimyoviy birikma hosil bo'lish issiqlik effektiga ( $\Delta H_x$ ) teng, lekin qarama-qarshi ishoraga ega*

---

$$+\Delta H_p = -\Delta H_x$$

Masalan; kaltsiyning oksidlanib kaltsiy oksid hosil bo'lishida issiqlik ajralib chiqadi:



Kaltsiy oksid parchalanganda shuncha miqdorda issiqlik yutiladi:

t



1. RIE-maxsulotning hosil bo'lish issiqlik effektlari yig'indisidan reaksiya uchun olingan moddalarning hosil bo'lish issiqlik effektlari yig'indisining ayirmasiga teng.

$$\Delta H_{\text{reak}} = \sum \Delta H_{\text{maxs}} - \sum \Delta H_{\text{dast.mod}}$$

bu erda;  $\Delta H_{\text{reak}}$ -reaktsiyaning issiqlik effekt  $\Sigma \Delta H_{\text{maks}}$ -reaktsiya maxsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi,  $\Sigma \Delta H_{\text{dast.mod}}$ -dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklarining yigindisi.

### **Turli jarayonlardagi (yonish, erish) entalpiya hisoblashda Gess qonunini qo'llanilishi.**

Kimyoviy protsess—bir vaktida sodir bulayotgan ikki xolat; ener-giyaning bir jismdan ikkinchi jismga utishi va zarrachalarning bir-biriga nisbatan tartibli joylanishining uzgarishi natijasida sodir buladi. Zarracha (atom, ion, molekula )larga tartibsiz xarakatga intilish xos, shuning uchun xam sistema tartibli xolatdan tartibsiz xolatga utishga xarakat kiladi. Masalan, gazli balon bush balonga ulanganda gaz bush balon xajmini egallaydi. Bunda sistema tartiblirok xolatdan tartibsizrok xolatga utadi, tartibsiz xolatning mikdor birligiga proporsional kattalik sistemaning **entropiyasi (S)** dir.

Entropiya moddada yuz berishi mumkin bulgan va uzluksiz uzgarib turadigan xolatlarni xarakterlovchi juda muxim funktsiyadir. Bir necha molekuladan tashkil topgan moddaning xolatini xarakterlash uchun sistemaning temperaturasi , bosimi va boshka termodinamik parametr-larning yoki xar bir molekulaning oniy koordinatalari (x, u,z) va bu uch yunalishdagi tezligini bilish kerak.

Birinchi xolda sistemaning makroxolati, ikkinchisida esa mik-roxolati kursatiladi. Xar bir makroxolat juda kup mikroxiolatlar evaziga keladi. Makroxolatni xosil kiluvchi mikroxiolatlar soni xolatning termodinamik extimolligi (W) deyiladi .

Modda xolatining sodir bulish extimolligi bilan uning entro-piyasi orasidagi boglanishni dastlab nemis olimi Boltsman uzining issiqlik fluktuatsiyasi nazariyasida bayon etgan. Uning kursatishicha entropiya modda xolati extimolligining logarifmiga propor-tSIONALdir;

$$S = k \ln W,$$

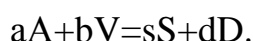
Bu erda:k- Boltsman konstantasi  $k=R/N$  (R-universal gaz doiymiysi, N- Avagadro soni).

Entropiya sistema xolatining termodinamik funksiyasi bulgani uchun uning mikdori kursatilayotgan modda massasiga bogliq

*SHuning uchun xam entropiya kiymati 1mol modda (J/mol\*grad) uchun aniklash maksadga muvofik bulib, u moddaning absolyut entropiyasi deyiladi va kuyidagicha ifodalanadi;*

$$S=k \ln W=k *2,303 \lg W$$

Moddalarning absolyut entropiyasi kiymatidan foydalanib, sistema entropiyasi uzgarishini aniklash mumkin. Kuyidagi kimyoviy reaksiyada:



entropiya o'zgarishi ( $\Delta S$ )

$$(\Delta S)=(s*S_s+d*S_D)-(a*S_A+b*S_V) \text{ ga yoki}$$

$$\Delta S=\sum S_{\max}-\sum S_{\text{dast.mod}} \text{ ga teng.}$$

Sistema tartibli xolatdan tartibsiz xolatga o'tganda, suyuq modda bugga aylanganda kristall modda erigan entropiya ortadi. Masalan, suvning absolyut entropiyasi  $S=70,08 \text{ J}/(\text{mol}*\text{grad})$ , suv buginiki  $S=188,72 \text{ J}/(\text{mol}*\text{grad})$  ga teng.

Kimyoviy reaksiyada entropiya o'zgarishini reaksiya vaktida sistema xajmining o'zgarishidan aniklash mumkin:



Bu misolda xajm ortadi, demak, entropiya xam ortadi.

Vodorodga azotdan ammiak xosil bulishida sistemaning xajmi va entropiyasi kamayadi:  $3N_2+H_2=2NH_3; \quad \Delta S=-180,2\text{J}/(\text{mol}*\text{grad})$ .

Izotermik protsessda jismga yutilgan issikliklar yigin-disining jism absolyut temperaturasi (T) nisbati shu jismning entropiya mikdorini kursatadi.

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

Izotermik protsessda jismga yutilgan issikliklar yigindi-sining jism absolyut temperaturada olib borilsa, modda entropiya-sining uzgarishi ( $\Delta S$ ) shu protsess issiklik effekt (Q) ning modda absolyut temperaturasi (T) ga bulagn nisbatiga teng:

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

Entropiya ichki energiya va entalpiya kabi modda xolatining funktsiyasidir. Odatda kup xollarda reaksiya berk sistemada olib bori-ladi, ya`ni bir vaktida xam entropiya xam entalpiya uzgaradi. Uzgarmas bosim va temperaturada (izobar-izotermik sharoitda) berk sistema uchun  $\Delta S$  protsessning yunalishini kursatuvchi asos bula olmaydi. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi konunlaridan kelib chikadigan izobar-izotermik potentsial  $\Delta G$  boshkacha aytganda, Gibbsning erkin energiyasi bunday asos bula oladi. Standart sharoitda  $\Delta G$  funktsiya kuyidagi kurinishda ega.

$$\Delta G_T = \sum \Delta G_{T(\max)} - \sum \Delta G_{T(\text{dast.mod})}$$

Agar  $\Delta G_T > 0$  bulsa, protsess uz-uzicha bormaydi,  $\Delta G_T < 0$  bulganda protsess bora oladi;  $\Delta G_T = 0$  bulganda sistema muvozanat xolatiga keladi.

### **Kimyoviy reaksiyalarning yo`nalishi**

Tabiiy jarayonlar ikkita harakatlantiruvchi kuch ta'sirida amalga oshishi mumkin: 1) har qanday sistema o`zining energiya tutumini kamaytirishga va jarayon vaqtida o`zidan issiqlik chiqarishga intiladi. Bu jarayonda entalpiya o`zgarishi manfiy ( $\Delta H < 0$ ) bo`ladi; 2) sistemaning tartibsizligi o`zining eng yuqori holatiga o`tish uchun intiladi. Bu intilish temperatura va entropiya o`zgarishi  $\Delta S$  ra bog`liq.

Agar modda bir holatdan ikkinchi holatga o`tganida uning energiya tutumi o`zgarmasa (ya`ni  $\Delta H = 0$  bo`lsa), unday jarayon entropiya o`zgarishiga bog`liq bo`ladi va u entropiya ortadigan tomonga yo`naladi (ya`ni  $\Delta S > 0$  bo`ladi).

Agar sistemaning tartibsizlik darajasi o`zgarmasa (ya`ni  $\Delta s = 0$  bo`lsa), jarayonning yo`nalishi entalpiyaning kamayishi tomon ( $\Delta H < 0$ ) boradi. Kimyoviy jarayon sodir bo`layotgan sistemada, bir vaqtning o`zida ham entalpiya, ham entropiya o`zgarishi mumkin. Bunday hollarda o`zgarmas bosimda sodir bo`ladigan jarayonlarni harakatga keltiruvchi kuch — sistemada izobar potentsialning o`zgarishi deb ataladi; uni  $\Delta G$  bilan ishoralanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

Agar biror jarayon zotan borishi mumkin bo`lsa, unda  $G$  ning o`zgarishi

noldan kichik bo‘ladi:  $\Delta G < 0$ . Demak, reaksiya mobaynida  $G$  ning qiymati kamayadigan jarayonlarga o‘z-o‘zicha sodir bo‘lishi mumkin. Ayni sharoitda borishi mumkin bo‘lmagan jarayonlar uchun:  $\Delta G > 0$  dir.

Reaksiyalarning izobar potentsiallarini o‘zaro taqqoslashda standart izobar potentsiallardan foydalaniladi. Standart sharoitda har qaysi modda konsentratsiyasi (yoki parsial bosimi)  $1 \text{ kJ mol}^{-1}$  ga teng bo‘ladi. Uni  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$  asosida ham hisoblab topish mumkin. Bu formulada  $\Delta G^\circ$  — izobar potentsialning reaksiya davomida o‘zgarishi, ya’ni  $\Delta G^\circ = E \Delta G^\circ_{\text{mahs}} - E \Delta G^\circ_{\text{dast.mod}}$  dir.  $\Delta H^\circ$  — reaksiya vaqtida entalpiya o‘zgarishi  $\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_{\text{mahs}} - \sum \Delta H^\circ_{\text{dast.mod}}$  asosida hisoblab topiladi.  $\Delta S^\circ$  — reaksiyada entropiyaning o‘zgarishi  $\Delta S^\circ = \sum \Delta S^\circ_{\text{mahs}} - \sum \Delta S^\circ_{\text{dast.mod}}$ .

Agar reaksiya mahsulotlari va dastlabki moddalar uchun jadvalda  $\Delta G^\circ$  va  $\Delta S^\circ$  lar berilgan bo‘lib, reaksiyaning standart issiqlik effekti berilmagan bo‘lsa, uni  $\Delta H^\circ = \Delta G^\circ + T \Delta S^\circ$  tenglama yordamida hisoblaymiz. Izobar potentsialning o‘zgarishi bilan reaksiyaning muvozanat konstantasi orasida quyidagi bog‘lanish mavjud:

Arap reaksiyaning  $\Delta H^\circ$  va  $\Delta S^\circ$  qiymatlari temperatura o‘zgarishi bilan o‘zgarmaydi, deb faraz qilsak,  $\Delta G^\circ$  temperatura o‘zgarishi bilan  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$  tenglamaga muvofiq o‘zgaradi. Arap  $T_1$  va  $T_2$  da reaksiyaning muvozanat

konstantasi  $K'_m$  va  $K''_1$  bo‘lsa, izobar potentsialning o‘zgarishi bu ikkala temperatura sharoitlarida quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta G_1 = \Delta H^\circ - T_1 \Delta S^\circ = -2,303 \cdot R \cdot T_1 \lg K'_m$$

$$\Delta G_2 = \Delta H^\circ - T_2 \Delta S^\circ = -2,303 \cdot R \cdot T_2 \lg K''_m$$

Aksincha, agar reaksiya uchun  $\Delta H^\circ$  bilan  $\Delta S^\circ$  (yoki  $\Delta G^\circ$ ) ma’lum bo‘lsa, reaksiyaning  $T_1$  va  $T_2$  lardagi muvozanat konstantalari uchun quyidagi tenglamani yoza olamiz:

$$\lg \frac{K'_m}{K''_m} = -\frac{\Delta H^\circ}{2,303 \cdot R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Sistemada muvozanat qaror topgan vaqtdagi temperaturada  $\Delta G^\circ = 0$ ,  $\Delta H^\circ - T \Delta S^\circ = 0$  yoki  $T = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ$  asosida hisoblab topiladi. Jadvalda keltirilgan standart

entropiya uchun  $S^0_{298}$  va entalpiya  $\Delta H^0_{298}$  qiymatlaridan foydalanib, tegishli reaksiya uchun  $\Delta S^0$  va  $\Delta H^0$  larni hisoblab, reaksiyaning qaysi yo'nalish bilan borishi mumkinligini ayta olamiz. Shuni ham qayd etish kerakki, ba'zan (termodinamika nuqtai nazaridan) o'z-o'zicha borishi kerak (ya'ni  $\Delta G^0 < 0$ ) bo'lgan reaksiyalar haqiqatda amalga oshmasligi ham mumkin. Termodinamik xulosa — faqat vaqtga bog'liq bo'lmagan imkoniyat, xolos.

Quyida bu masalaga batafsil to'xtalib o'tamiz.

" Misol. Reaksiya  $SO_2 + 0,5O_2 \rightleftharpoons SO_3$  uchun  $\Delta G^0 = -70$  kJ ra teng. Shunga qaramasdan, bu reaksiya amalda o'z-o'zicha bormaydi, chunki reaksiyaning tezligi nihoyatda kichik. Katalizator qo'shish bilan reaksiya tezligi ortadi.

Entropiya va entalpiya faktorlari:

Izobar potensial yoki Gibss energiyasi  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ;  $\Delta H$  — entalpiya faktori,  $T\Delta S$  esa — uning entropiya faktori deb yuritiladi. Ular bir-biriga qarama - qarshi intilishlarni ifodalaydi.  $\Delta H$  sistemada tartibsizlik darajasini kamaytirishga,  $T\Delta S$  — tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi.  $\Delta G = 0$  qiymatga ega bo'lganda entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo'ladi:  $\Delta H = T\Delta S$ . Bu sharoitda sistema muvozanat holatiga keladi. O'z- o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun  $\Delta G < 0$  dir.

### Termodinamika

1	Oddiy moddalarning hosil bo'lish issiqligi	inobatga olinmaydi ya'ni nolga teng.
2	Murakkab moddalarning hosil bo'lish issiqligi	shu murakkab moddalarning bir moli oddiy moddalardan hosil bo'lganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.
3	Gess qonuni –	kimyoviy reaksiyalarda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu reaksiyaning qanday sharoitda olib borilishiga bog'liq emas balki shu reaksiyaga kirishayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq.



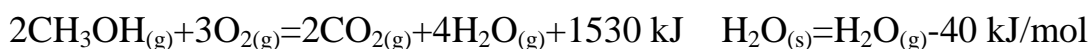
4	Lavyaz'e Laplaz qonuni –	kimyoviy reaksiyaning issiqlik miqdorini hisoblash uchun reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan reaksiya uchun olingan moddalarning hosil bo'lish issiqliklarini ayirib tashlash kerak.
---	--------------------------	--

### Mustaqil ishlash uchun test masalalari.

- 0,5 kg metil spirti yonganda qancha issiqlik (kJ) ajralib chiqishini quyidagi reaksiya asosida hisoblang.  $\text{SN}_3\text{ON} + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{N}_2\text{O} + 595,3 \text{ kJ}$   
A) 9301,6 V) 8807,5 S) 93,16 D) 10000
- 473.44 g metil spirti yonganda qancha issiqlik (kJ) ajralib chiqishini quyidagi reaksiya asosida hisoblang.  $\text{CH}_3\text{OH} + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 595,3 \text{ kJ}$   
A) 9301,6 B) 8807,5 C) 93,16 D) 10000
- Quyidagi termokimyoviy tenglama asosida 10 ta metan molekulasini hosil bo'lishidagi bog'lanish energiyasining qiymatini (J) toping.  $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 1656 \text{ kJ}$   
A)  $6,02 \cdot 10^{-23}$  B)  $2,75 \cdot 10^{-20}$  C)  $1,82 \cdot 10^{-21}$  D)  $2,75 \cdot 10^{-17}$
- Vodorod va metandan iborat 4,48 l (n.sh.da) aralashma yondirilganda 83,03 kJ issiqlik ajralgan. Termokimyoviy tenglamalar asosida aralashmadagi metanning miqdorini (mol) hisoblang.  
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 572 \text{ kJ}$   $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 803 \text{ kJ}$   
A) 0,15 B) 0,01 C) 0,11 D) 0,05
- $\text{CH}_4$  va  $\text{H}_2$  dan iborat 8,736 l (n.sh.) aralashma yondirilganda 220,11 kJ issiqlik ajralgan. Termokimyoviy tenglamalar asosida aralashmadagi vodorod hajmini (ml, n.sh.) hisoblang.  
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 803 \text{ kJ}$   $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 572 \text{ kJ}$ .  
A) 3357 B) 4704 C) 4032 D) 5379
- Etan va etandan iborat 6,72 l (n.sh.) aralashma yondirilganda 404,86 kJ issiqlik ajralgan. Termokimyoviy tenglamalar asosida boshlang'ich gazlar aralashmasidagi atsetilenning miqdorini (mol) hisoblang.  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 1301 \text{ kJ}$   
 $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1413 \text{ kJ}$

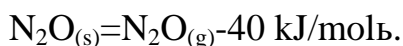
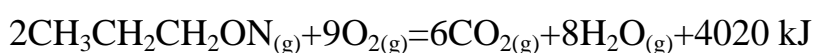
A) 0,17 B) 0,14 C) 0,09 D) 0,13

7. Reaksiyaning issiqlik effekti tenglamasi asosida 56 g metanolning to'la yonishidan hosil bo'lgan issiqlik hisobiga necha gramm qaynash temperaturasi turgan suvni bug'latish mumkin?



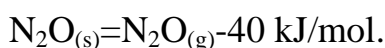
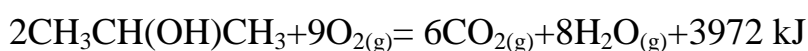
A) 602,43 B) 2975 C) 18 D) 33,46

8. Reaksiyaning issiqlik effekti tenglamasi asosida 40 g propanolning to'la yonishidan hosil bo'lgan issiqlik hisobiga necha gramm qaynash temperaturasida turgan suvni bug'latish mumkin?



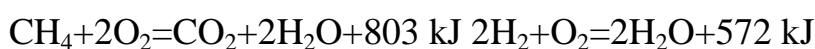
A) 2978 B) 33,5 C) 603 D) 1340

9. Reaksiyaning issiqlik effekti tenglamasi asosida 92,4 g propanol-2 ning to'la yonishidan hosil bo'lgan issiqlik hisobiga necha gramm qaynash temperaturasida turgan suvni bug'latish mumkin?



A) 76,46 B) 6796,5 C) 3058,4 D) 1376,3

10. Metan va vodoroddan iborat 11,2 l (n.sh.) aralashma yondirilganda 323,95 kJ issiqlik ajralgan. Termokimyoviy tenglamalar asosida boshlang'ich aralashmadagi gazlarning mol' nisbatini hisoblang.



A) 0,18: 0,32 B) 0,20: 0,30 C) 0,15: 0,35 D) 0,10: 0,40

### Nazorat topshiriqlari

1.1.1.1. Ekzotermik reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi?

A) Bir mol modda yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori ekzotermik reaksiyalar deyiladi.

B) Issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar deyiladi.

C) 1 gramm- atom modda yongandagi ajralib chiqadigan issiqlik miqdori ekzotermik reaksiyalar deyiladi.

D) Har qanday moddaning 1 gramm miqdori yonishi uchun zarur bo‘lgan energiya miqdori ekzotermik reaksiyalar deyiladi.

1.1.1.2. Endotermik reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi?

A) Har qanday moddaning 1 gramm-atomini  $1^{\circ}\text{C}$  isitish uchun zarur bo‘lgan energiya miqdori endotermik reaksiyalar deyiladi.

B) Har qanday moddaning 1 gramm-molekulasini  $1^{\circ}\text{C}$  isitish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori endotermik reaksiyalar deyiladi.

C) Issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar endotermik reaksiyalar deyiladi.

D) Har qanday moddaning 1 g/moli erishidan ajralib chiqqan issiqlik miqdori endotermik reaksiyalar deyiladi.

1.1.1.3. Moddalarning erish issiqligi deb nimaga aytiladi?

A) Har qanday moddaning 1 moli 100 g suvda erishida ajralib chiqqan issiqlik miqdori shu moddaning erish issiqligi deyiladi.

B) Har qanday moddaning 1 moli ma'lum hajm suvda erishidan ajralib chiqqan issiqlik miqdori shu moddaning erish issiqligi deyiladi.

C) Har qanday moddaning 1 moli 1 l suvda erishida ajralib chiqqan issiqlik miqdori shu moddaning erish issiqligi deyiladi.

D) Har qanday moddaning 1 gramm-atomining 1 l suvda erishida ajralib chiqqan issiqlik miqdori shu moddaning erish issiqligi deyiladi.



**Taqdimot № 10**

## **11-BOB. KIMYOVIY KINETIKA. KATALIZ**

### **11.1-§. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir qiluvchi omillar**

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 biiligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanadi. Reaksiya tezligini hisoblab topishda dastlabki moddalar yoki reaksiya mahsulotlari

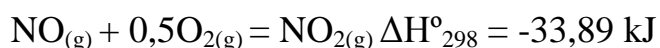
konsentratsiyalaridan qaysi birining o'zgarishini asos qilib olishning farqi yo'q. Ko'pincha, dastlabki moddalar konsentratsiyalarining kamayishidan foydalaniladi. Agar ma'lum bir vaqtda dastlabki moddalardan birining konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lib, ikki minut o'tgandan keyin 0,6 mol/l gacha kamaysa, reaksiya tezligi

$$v = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{1-0,6}{2} = 0,2 \text{ mol/l} \cdot \text{minut bo'ladi}$$

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.

Kimyoviy jarayonlarning sodir bo'lishi yoki bo'lmasligi reaksiyada qatnashuvchi moddalarning bir-biriga bo'lgan kimyoviy mosligiga bog'liq. Har qanday reaksiyaning sodir bo'lishi uchun ma'lum sharoitlar yaratilishi kerak.

Masalan,  $\text{H}_{2(g)} + 0,5\text{O}_{2(g)} = \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ,  $\Delta H^\circ_{298} = -241,84 \text{ kJ}$  reaksiya uy sharoitida bir necha yillar davomida oz miqdorda bo'lsa ham, amalga oshishini aniqlab bo'lmaydi. Shu reaksiyaning  $500^\circ\text{C}$  dan yuqorida reaksiya tezligi sezilarli bo'ladi,  $700^\circ\text{C}$  dan yuqorida yoki uchqun ta'sirida portlash bilan juda qisqa vaqt davomida tugaydi. Bu reaksiyaning entalpiya qiymati katta bo'lishi  $\text{H}_2\text{O}$  ning  $\text{H}_2 + \text{O}_2$  aralashmasiga qaraganda turg'un ekanligini bildiradi. Bu reaksiyaga har tomonlama teskari xususiyatga ega bo'lgan



jarayon uchun hech qanday qo'shimcha sharoit yaratish kerak emas, u o'z-o'zidan sodir bo'ladi, lekin mahsulot turg'unligi boshlang'ich moddalarnikidan kam bo'lishi, reaksiya entalpiyasi qiymatidan va ishorasidan ko'rinib turibdi.

Reaksiyalarning borish qonuniyatlarini bilgan holda jarayonni boshqarish imkoniyatlariga ega bo'lish va reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi omillardan to'g'ri foydalana bilish kimyogarlar uchun muhim imkoniyatlardan biri bo'ladi.

**Kimyoviy reaksiya tezligi**, ma'lum vaqt davomida hajm birligida (gomogen reaksiyalar uchun) yoki fazalar chegarasida (geterogen reaksiyalar uchun) sodir bo'lgan kimyoviy jarayon tezligi bilan o'lchanadi. Ko'pincha, kimyoviy reaksiya

tezligini o‘lchash uchun vaqt birligida reaksiyaga kirishgan yoki unda hosil bo‘lgan moddalardan birining konsentratsiyasini o‘zgarishi qayd etiladi. Ba’zi hollarda, reaksiya tezligi haqidagi ma’lumotni reaksiya sodir bo‘layotgan sistemaning biror xususiyati (bosimi, rangning ravshanligi yoki elektr o‘tkazuvchanligi)ni o‘lchash ham kifoya qiladi.

Reaksiya davomida hajm o‘zgarmas (izoxorik) sistemalar uchun  $t_1$  va  $t_2$  vaqtlar oralig‘ida reaksiyada qatnashuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi  $C_1$  bilan  $C_2$  oralig‘ida o‘zgargan bo‘lsa, shu vaqt oralig‘ida o‘lchangan reaksiya tezligi  $v$  ni quyidagicha ifodalanadi:

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

$C_1$  – reaksiya boshlanishidan oldingi moddaning konsentratsiyasi (mol/l)

$C_2$  – reaksiya tugagandan keyingi moddaning konsentratsiyasi (mol/l)

$t_1$  – reaksiya boshlanishidan oldingi vaqt

$t_2$  – reaksiya tugagandan keyingi vaqt

$v$  – reaksiyaning o‘rta cha tezligi

Bu formuladagi konsentratsiya o‘zgarishini o‘lchash oralig‘idagi vaqt farqi qancha qisqa bo‘lsa, hisoblangan tezlik qiymati reaksiyaning haqiqiy tezligiga yaqin bo‘ladi.

Kimyoda reaksiya tezligi “mol/litr·minut” yoki “mol/litr·sekund” birliklarida o‘lchanadi. Reaksiya tezligini aniqlash uchun: 1) reaksiyada necha mol modda hosil bo‘lishini yoki sarflanishini bilish kerak; 2) reaksiya qancha vaqt davom etishini bilish kerak; 3) reaksiya o‘tkaziladigan idish hajmini bilish kerak.

### ***Kimyoviy reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog‘liqligi***

Moddalar orasida reaksiya sodir bo‘lishi uchun ularning zarrachalari o‘zaro to‘qnashuvi zarur, shundagina ularning biri ikkinchi turdagi moddalar atomlarining elektr maydonlari ta’siriga duchor bo‘lishi kerak. Faqat shunday vaziyatdagina elektronlarning yangi holatga o‘tishi, yangi moddalar hosil bo‘lishi amalga oshadi.

Shu sababli kimyoviy reaksiya tezligi zarrachalarning o'zaro to'qnashuvi soniga proporsional bo'ladi, degan xulosaga kelish to'g'ri bo'ladi.

Bunday to'qnashuvlar soni har bir modda konsentratsiyasiga, aniqrog'i, moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional bo'lishi 1867-yilda *ta'sir etuvchi massalar qonunini* kashf etishga olib keldi:

*Doimiy temperaturada kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.*

Kimyoviy reaksiya tezligi haqida so'z borganda moddalar konsentratsiyasi 1 l hajmdagi moddaning mollar soni bilan ifodalanadi. Bu kattalik gaz moddalar uchun gazlar aralashmasidagi ayni gazning parsial bosimi bilan ifodalanishi ham kerak.

Tenglamasi  $aA + bB = cC + dD$  bo'lgan reaksiyaning tezlik ifodasi

$v = k[A]^a \cdot [B]^b$  bo'ladi.

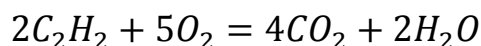
$k$  – reaksiyaning tezlik konstantasi, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga va temperaturaga bog'liq. Reaksiya tenglamasidagi moddalarning stexiometrik koeffitsientlari tezlik ifodasidagi moddalar konsentratsiyalarining darajalariga aylanadi. Agar reaksiyada qattiq modda qatnashsa, vaqt davomida uning konsentratsiyasi deyarli o'zgarmaydi va shu sababli uning qiymati tezlik ifodasiga kirmaydi. Masalan, grafitning yonish reaksiyasi  $C_{(k)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)}$  uchun tezlik ifodasi  $v = k[O_2]$  bo'ladi.

Shunga ko'ra, kimyoviy reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi gazlar va eritmalarda sodir bo'ladigan reaksiyalar bilan cheklanadi.

Reaksiyada qatnashuvchi moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasi birga teng bo'lganda, reaksiyaning tezligi uning konstantasi qiymatiga teng bo'ladi. Odatda, turli reaksiyalarning tezliklarini taqqoslash uchun ularning tezliklari o'rniga tezlik konstantalaridan foydalanish qulay bo'ladi.

1-masala. Atsetilenning yonish reaksiyasida kislorodning konsentratsiyasi uch marta oshirilsa, reaksiya tezligi necha marta ortishini hisoblang?

Yechish.



Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, kislorod konsentratsiyasi oshirilgan qadar reaksiya tezligi:

$$\vartheta = k[C_2H_2]^2 \cdot [O_2]^5$$

Kislorodning konsentratsiyasi uch marta oshirilsa reaksiya tezligi:

$$\vartheta = 1 \cdot 1^2 \cdot 3^5 = 243$$

bo'ladi. Demak, reaksiya tezligi 243 marta ortadi.

2-masala. A va B moddalar o'rta sida boradigan reaksiya tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:  $2A + B = C$ . A moddaning dastlabki konsentratsiyasi 3,2 M, B moddaniki esa 1,6 M. Reaksiyaning tezlik konstantasi 0,75 ga teng. Reaksiyaning dastlabki tezligini va reaksiyaning bir qadar vaqt o'tib, A modda konsentratsiyasi 0,5 M ga kamaygandagi tezligini toping.

Yechish. Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, reaksiyaning dastlabki tezligi:

$$\vartheta = k[A]^2 \cdot [B] = 0,75 \cdot 3,2^2 \cdot 1,6 = 12,288$$

Reaksiya tenglamasiga ko'ra, A modda konsentratsiyasi 0,5 M ga kamaysa, B modda konsentratsiyasi unga nisbatan ikki marta ( $0,5:2 = 0,25$ ) kamayishi kerak, shunga asosan ma'lum vaqtdan keyin A modda konsentratsiyasi  $3,2 - 0,5 = 2,7$  M, B moddaniki esa  $1,6 - 0,25 = 1,35$  M bo'ladi. Bu vaqtda reaksiya tezligi:

$$\vartheta = k[A]^2 \cdot [B] = 0,75 \cdot 2,7^2 \cdot 1,35 = 7,38$$

bo'ladi. Demak, reaksiyaga kirishuvchi A modda konsentratsiyasi 0,5 M ga kamaysa, reaksiya tezligi 1,64 martaga kamayar ekan.

3- masala.  $4HCl + O_2 = 2H_2O + 2Cl_2$  Ushbu reaksiya boshlanib bir qadar vaqt o'tgandan keyin reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning konsentratsiyalari quyidagicha bo'ladi:  $[HCl] = 0,75$  M;  $[Cl_2] = 0,20$  M;  $[O_2] = 0,42$  M;  $[H_2O] = 0,20$  M. HCl va  $O_2$  larning dastlabki konsentratsiyalarini toping.

Yechish: Reaksiya tenglamasiga ko'ra, reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan moddalarning mol nisbatlari



bo'lgani uchun

$$[\text{HCl}] = 2[\text{H}_2\text{O}] = 2[\text{Cl}_2] = 2 \cdot 0,20 = 0,40 \text{ M}$$

$$[\text{O}_2] = \frac{1}{2}[\text{H}_2\text{O}] = \frac{1}{2}[\text{Cl}_2] = \frac{1}{2} \cdot 0,20 = 0,10 \text{ M}$$

Demak,  $[\text{HCl}]$  dan 0,40 M va  $\text{O}_2$  dan 0,10 M, 0,20 M  $\text{H}_2\text{O}$  va 0,20 M  $\text{Cl}_2$  hosil bo'lganligi hisobga olinsa, ularning dastlabki konsentratsiyalari:

$$C_{\text{HCl}} = 0,75 \text{ M} + 0,40 \text{ M} = 1,15 \text{ M};$$

$$C_{\text{O}_2} = 0,42 \text{ M} + 0,10 \text{ M} = 0,52 \text{ M}.$$

4- masala. Ushbu reaksiyada  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari:  $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 1 \text{ M}$ ;  $[\text{HCl}] = 2 \text{ M}$ . Agar natriy tiosulfat konsentratsiyasini o'zgartirmay turib, kislota konsentratsiyasini 6 M ga oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

Yechish. Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, HCl konsentratsiyasi o'zgarmagan vaqtda reaksiya tezligi:

$$\vartheta = k[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] \cdot [\text{HCl}]^2 = 1 \cdot 2^2 = 4$$

konsentratsiyasi oshirilganda esa:

$$\vartheta = k[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] \cdot [\text{HCl}]^2 = 1 \cdot 6^2 = 36$$

Demak, HCl konsentratsiyasini 6 M ga ortishi bilan reaksiya tezligi  $36 : 4 = 9$  marta ortar ekan.

### Nazorat savollari:

1. Hajmi 4 litr bo'lgan idish 18 mol is gazi bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ( $2\text{CO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(\text{g})}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 8 mol is gazi qoldi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini mol/litr·min aniqlang.



2. Hajmi 5 litr bo'lgan idish 5 mol metan gazi bilan to'ldirildi. 120 sekunddan so'ng ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 3 mol metan gazi qoldi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini mol/litr·min aniqlang.
3. Hajmi 0,25 litr bo'lgan idish 22 mol xlorid kislota bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ( $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 7 mol xlorid kislota qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.
4. Hajmi 0,4 litr bo'lgan idish 10 mol  $\text{NH}_3$  bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ( $2\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 1 mol  $\text{NH}_3$  qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.
5. Hajmi 7 litr bo'lgan idish 30 mol vodorod va 25 mol xlor bilan to'ldirildi. 20 sekunddan so'ng ( $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) vodorodning miqdori 2 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.
6. Hajmi 8 litr bo'lgan idish 25 mol vodorod va 20 mol yod bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ( $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(q)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) yodning miqdori 15 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.
7. Hajmi  $0,009 \text{ m}^3$  bo'lgan reaktorda 45 sekund davomida reaksiya borishi natijasida ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) metanning miqdori 25 moldan 4,75 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) toping.
8. Hajmi  $0,005 \text{ m}^3$  bo'lgan reaktorda 90 sekund davomida reaksiya borishi natijasida ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) metanning miqdori 9 moldan 3 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'rta cha tezligini(mol/litr·min) toping.

***Reaksiya tezligiga xaroratning ta'siri. Aktivlanish energiyasi.***

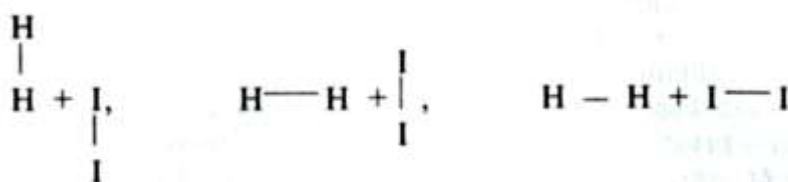
Xaroratning reaksiya tezligiga katta ta'sir ko'rsatishi bizga ma'lum bo'lgan ko'pchilik jarayonlarda kuzatiladi.

Reaksiya sodir bo'lishi uchun boshlang'ich moddalar molekularidagi bog'lar uzilishi va mahsulot hosil qiluvchi zarrachalar orasida yangi bog'lar paydo

bo‘lishi kerak. Misol tariqasida  $H_2$  va  $I_2$  molekulari to‘qnashishi natijasida vodorod yodidning hosil bo‘lishini quyidagicha tasvirlash qulay:



Mahsulot hosil bo‘lishi uchun  $H_2$  va  $I_2$  molekulari o‘zaro to‘qnashishi natijasida oraliq mahsulot — *aktivlangan kompleks* hosil bo‘lishi kerak. Bu vaziyat natijasida yangi molekular to‘qnashganda bir-biriga nisbatan ma’lum vaziyatda yaqinlashishlari kerak. Yuqorida keltirilgan vaziyatdan tashqari boshqa vaziyatlardagi to‘qnashishlar ham bo‘lishi mumkin:



Bu to‘qnashuvlarning birontasi ham ijobiy natijaga olib kelishi mumkin emas. Yana bir vaziyat – (bir to‘qnashish ham amalga oshmaydigan holatni tushuntiradi) – to‘qnashgan zarrachalarning energiyalari yetarli kattalikka ega bo‘lmasa, uning natijasi ijobiy bo‘lmaydi.

To‘qnashish natijasida reaksiya sodir bo‘lishi kerak bo‘ladigan energiyani ayni reaksiyaning *aktivlanish energiyasi* deb ataladi. Shunday energiyaga ega bo‘ladigan molekularning *aktiv molekular* yoki *aktiv komplekslar* rolini ham unutmaslik kerak. Bir-biriga yaqinlashib kelayotgan zarrachalarning energiyasi yetarli bo‘lmasa (aktiv bo‘lmagan zarrachalar), reaksiya sodir bo‘lmaydi.

Aktivlangan komplekslarning yashash davri taxminan  $10^{-12}$  s bo‘lishi sababli shunday qisqa vaqt davomida faqat energiyalari yetarli bo‘lgan molekulargina reaksiyaga kirishib ulguradilar. Temperatura ortganda bunday zarrachalar soni keskin ko‘payadi. Masalan, temperatura  $100^\circ C$  ga ko‘tarilganda aktivlangan molekular soni taxminan 1000, aniqrog‘i  $2^{10}=1024$  martaga yaqin bo‘ladi.

Reaksiya tezligining temperaturaga bog‘liqligi aktiv zarrachalar soni temperatura ortishiga arifmetik progressiyada bog‘liq bo‘lsa, reaksiya tezligi esa

geometrik progressiyada bog‘liq bo‘lar ekan. Kimyoviy reaksiyalarning aktivlanish energiyasi 0-40 kJ/mol bo‘lganda, reaksiya juda qisqa vaqtda tugaydi (eritmada ionlar orasida bo‘ladigan reaksiyalar), agar  $E_a = 120$  kJ bo‘lsa, oddiy temperaturalarda reaksiya tezligi juda sekin bo‘ladi, to‘qna-shuvlarning faqat juda oz miqdori ijobiy natijaga olib keladi (masalan, azot bilan vodorod orasida reaksiya natijasida ammiak hosil bo‘lish jarayoni, mustahkam kovalent bog‘ga ega bo‘lgan molekulalar, ya’ni ko‘pchilik organik moddalar orasidagi reaksiyalarni ko‘rsatish mumkin).

Reaksiya tezligining temperatura ortishiga qarab tezlashishini *reaksiyaning temperatura ko‘effitsienti* ( $\lambda$ ) deb ataladi, bu qiymat sistema temperaturasi har  $10^\circ\text{C}$  ga ortganda reaksiya necha marta tezlashishini ko‘rsatadi.

Vant-Goff aniqlashicha, reaksiya temperaturasini har  $10^\circ\text{C}$  ga oshir-ganda sistemalarda reaksiyaning tezligi 2-4 marta o‘zgarishi mumkin ekan. Bu holatni quyidagi formula yordamida ifodalash mumkin:

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

yoki temperatura o‘zgarganda reaksiya tezligi necha marta ortganini quyidagicha ham tasvirlash mumkin:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{0,1\Delta t}$$

1-masala:  $50^\circ\text{C}$  da  $\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$  ushbu sistemada to‘g‘ri reaksiya tezligi 3 mol/litr·min ga teng. Agar reaksiyaning temperatura ko‘effitsiyenti 4 ga teng bo‘lsa,  $70^\circ\text{C}$  dagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

Masalaning yechimi: Ko‘rib turganingizdek haroratlar orasidagi farq  $20^\circ\text{C}$  ni tashkil qilmoqda. Ya’ni  $70^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$ . Agar reaksiya tezligi harorat har  $10^\circ\text{C}$  oshganda 4 marta tezlashsa, u holda temperaturaning  $20^\circ\text{C}$  ga ortishi reaksiya

tezligini  $4 \cdot 4 = 16$  (har  $10^{\circ}\text{C}$  uchun 4 marta, demak  $20^{\circ}\text{C}$  uchun 2 marotaba 4 martadan, umuman olganda 16 marta) marta oshishiga olib keladi.

Tezlik 16 marta ortsa, hozirda u  $3 \text{ mol/ min} \cdot 16 = 48 \text{ mol/l}\cdot\text{min}$  ga teng bo'ldi.

Javob: 48 mol/litr·min

2-masala:  $60^{\circ}\text{C}$  da to'g'ri reaksiya tezligi  $1,5 \text{ mol/l}\cdot\text{min}$  ga teng. Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lsa,  $90^{\circ}\text{C}$  dagi reaksiya tezligini (mol/min) aniqlang.

Masalaning yechimi:

Birinchi bo'lib temperaturalar orasidagi farqni aniqlaymiz:

$90^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$ . Agarda temperaturalar farqini 10 ga bo'lsak, temperatura koeffitsiyenti uchun darajani aniqlab olamiz.

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

Endi temperatura koeffitsiyenti uchun daraja aniqlanib olingach  $v_{t_2}$  ni aniqlasak ham bo'ladi.

$$v_{t_2} = 1,5 \cdot 2^{\frac{90-60}{10}} = 12 \text{ mol/l min}$$

Javob: 12 mol/ l min

### Nazorat savollari:

1.  $20^{\circ}\text{C}$  da tezliklari teng, koeffitsiyentlari 3 va 4 bo'lgan ikkita reaksiya temperaturasi  $50^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tarilganda ushbu reaksiyalar tezliklari necha marta farq qiladi?

A) 2,37 B) 1,33 C) 1,78 D) 11,4

2. Reaksiyaning tezligini 32 marta oshirish uchun temperaturani  $30^{\circ}\text{C}$  dan necha  $^{\circ}\text{C}$  ga ko'tarish kerak ( $\gamma = 2$ )?

A) 60 B) 70 C) 80 D) 90

3. Reaksiyaning tezligini 243 marta oshirish uchun temperaturani necha  $^{\circ}\text{C}$  ga ko'tarish kerak? ( $\gamma = 3$ )?

A) 40 B) 60 C) 80 D) 50

4. Boshlang'ich temperaturada reaksiya 15 minut davomida tugaydi. Shu reaksiya temperaturasi  $40^{\circ}\text{C}$  gacha oshirilganda 100 sekund davomida tugaydi. Boshlang'ich temperaturani ( $^{\circ}\text{C}$ ) aniqlang ( $\gamma = 3$ ).

A) 10 B) 15 C) 20 D) 30

5.  $40^{\circ}\text{C}$  da ikkita reaksiyaning tezligi bir xil bo'lib, ularning biri uchun temperatura koeffitsiyenti 2 ga, ikkinchisi uchun esa 4 ga teng. Qanday temperaturada ( $^{\circ}\text{C}$ ) ularning tezliklari sakkiz marta farq qiladi?

A) 70 B) 50 C) 80 D) 60

6. Reaksiyaning tezligini 64 marta oshirish uchun temperaturani qanchaga ( $^{\circ}\text{C}$ ) ko'tarish kerak ( $\gamma = 2$ )?

A) 30 B) 60 C) 20 D) 70

7. Reaksiya  $20^{\circ}\text{C}$  da 13,5 minutda tugadi. Reaksiyani 90 sekunda tugatish uchun temperaturani necha gradusgacha ko'tarish kerak ( $\gamma = 3$ )?

A) 30 B) 50 C) 70 D) 40

8.  $50^{\circ}\text{C}$  da ikkita reaksiyaning tezligi bir xil bo'lib, ularning biri uchun temperatura koeffitsiyenti 2 ga, ikkinchisi uchun esa 4 ga teng. Qanday temperaturada ( $^{\circ}\text{C}$ ) ularning tezliklari 16 marta farq qiladi?

A) 70 B) 90 C) 80 D) 60

9.  $30^{\circ}\text{C}$  da tezliklari teng bo'lgan, koeffitsiyentlari 3 va 5 bo'lgan ikkita reaksiya temperaturasi  $50^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tarilganda, ushbu reaksiyalar tezliklari necha marta farq qiladi?

A) 4,63 B) 1,12 C) 2,78 D) 1,83

### ***Reaksiya tezligiga bosimning ta'siri***

Gomogen gaz sistemalarda reaksiya tezligi sistemadagi bosim o'zgarishiga sezilarli bo'ladi. O'quvchilarga gaz qonunlaridan  $PV = \text{Const}$  ekanligi ma'lum. Agar biz reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillardan biri – konsentratsiya va hajm orasidagi nisbatning  $C = \frac{1}{V}$  (– molyar konsentratsiya,  $V$  – sistema hajmi)  $PV =$

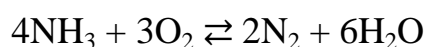
Const dan  $PV = 1$  va undan  $V = \frac{1}{P}$  bo'ladi; unda  $C \cong P$ , ya'ni gaz sistemadagi bosim ortishi moddalar konsentratsiyasining ham ortishiga olib keladi.

Shu sababli, massalar ta'siri qonunidagi omillarning biri — konsentratsiya ta'sirini gaz sistemasidagi bosim bilan almashtirish o'rinli bo'ladi. Ammiak sintezi reaksiyasidagi  $v = k[N_2] \cdot [H_2]^3$  o'rniga  $V = \kappa \cdot P_{N_2} \cdot P_{H_2}$  ni yozish mumkin.

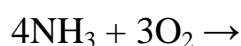
Kimyoviy reaksiyalar tezligini tadqiqot etish natijasida murakkab reaksiyalarning mexanizmlarini aniqlash mumkin bo'ladi. Bu muhim xossani bilgan holda kimyoviy jarayonlarni boshqarish imkoniyatlariga ega bo'lamiz.

1-masala: Ammiakning yonish jarayonida:  $NH_3 + O_2 \rightleftharpoons N_2 + H_2O$  sistemaning bosimi 2 marta oshirilsa, to'g'ri reaksiya tezligi necha marta ortadi?

Masalaning yechimi: Bosim o'zgarganida reaksiya tezligining necha marta ortishi, reaksiyada qatnashayotgan moddalar koeffitsiyentlariga bog'liq. Shuning uchun birinchi navbatda reaksiyani tenglashtirib olamiz.



Endi to'g'ri reaksiyaga e'tiborimizni qaratamiz. Bu yerda to'g'ri reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



Ko'rib turganimizdek, to'g'ri reaksiyada 2 ta modda: ammiak va kislorod ishtirok etmoqda. Masala shartida bu moddalarning dastlabki konsentratsiyalari ko'rsatilmagan. Shuning uchun ularning konsentratsiyalarini 1 mol/l dan deb qabul qilamiz. Bu amal yordamida biz bo'lajak hisob-kitoblarni osonlashtiramiz.

(Moddalar konsentratsiyalari 2 mol/l yoki 5 mol/litr dan deb ham olinsa bo'ladi, lekin 2 va 5 sonlarini keyinchalik ma'lum bir songa ko'paytirish, 1 ni xuddi shu songa ko'paytirishdan qiyinroq.) Moddalar konsentratsiyalari 1 mol/l dan bo'lganida (tezlik konstantasi ham 1 ga teng bo'lsa, albatta) reaksiya tezligi odatda 1 mol/l min ga teng bo'ladi.

Endi bosim 2 marta ortdi. Ya'ni moddalar konsentratsiyalari ham 2 marta ortishini hisobga olgan holda:

Reaksiya tezligi quyidagi formula yordamida topiladi.

$$v = k \cdot [NH_3]^4 \cdot [O_2]^3$$

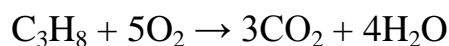
$$v = 1 \cdot 2^4 \cdot 2^3 = 128 \text{ mol/litr} \cdot \text{min}$$

Reaksiyaning dastlabki tezligi 1 mol/litr · min ekanligini hisobga olsak, reaksiya tezligi:

$$\frac{128}{1} = 128 \text{ marta ortdi.}$$

2-masala: Propanning yonish jarayonida  $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  reaksiya tezligi konstantasi 2 ga teng; bosim 3 marta oshirilsa, to'g'ri reaksiyaning tezligi nechaga teng bo'ladi?

Masalaning yechimi: Birinchi navbatda reaksiyani tenglab olamiz:



Endi reaksiyaning tezlik konstantasini 2 ga, moddalar konsentratsiyalarini 1 mol/litr ga teng bo'lgan deb hisobga olsak, dastlabki reaksiya tezligi:

$$v = k \cdot [C_3H_8]^1 \cdot [O_2]^5 = 2 \cdot 1^1 \cdot 1^5 = 2$$

Moddalar konsentratsiyalarini 1 mol/litr dan qoldirish katta qulayliklar yaratadi. Endi bosimni o'zgartiramiz. Bu konsentratsiyalar o'zgarishiga olib keladi. Bosim 3 marta ortsa:

$$[C_3H_8] \quad 1 \text{ mol/litr} \cdot 3 = 3 \text{ mol/l}$$

$$[O_2]^5 \quad 1 \text{ mol/litr} \cdot 3 = 3 \text{ mol/l}$$

Endilikda:

$$v = k \cdot [C_3H_8]^1 \cdot [O_2]^5 = 2 \cdot 3^1 \cdot 3^5 = 1458$$

Reaksiyaning hozirdagi tezligi 1458

Javob: 1458

### 11.2-§. Kimyoviy reaksiyalar mexanizmi

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiati va reaksiyalarning sodir bo'lish sharoitlariga qarab jarayonda molekulalar, ionlar, atomlar yoki radikallar ishtirok etishi mumkin.

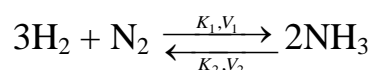
1. Oddiy reaksiyalarda jarayon bitta bosqichda amalga oshadi, uning kinetik tenglamalarida yagona tezlik konstantasigina mavjud bo‘ladi. Bunday vaziyat vodorod bilan yod molekulari orasidagi birikish reaksiyasida amalga oshadi, lekin  $H_2 + Cl_2$  sistemasida vaziyat boshqacha.

2. Murakkab reaksiyalar bir necha oddiy reaksiyalarning umumlashgan holatida yuz beradi. Bunday *konsekutiv* deb nomlangan reaksiyalarda bir reaksiya mahsuloti boshqa reaksiya uchun boshlang‘ich modda bo‘ladi:

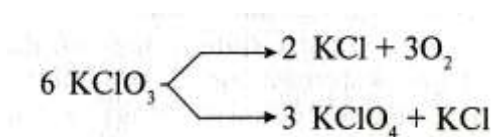


Bunday reaksiyalarga misol tariqasida uglevodorodlarning krekingi, alkanlarni xlorlash reaksiyalari, polimerlanish, murakkab efirlar gidrolizi va shularga o‘xshashlarni keltirish mumkin. Bunday reaksiyalarda bir necha tezlik konstantalari orqali ifodalangan kinetik tenglamalar bo‘ladi. Ko‘pincha, bunday reaksiyalarda bir vaqt oralig‘ida turli jarayonlar amalga oshadi, bir necha bog‘larining uzilishi, ko‘pgina bog‘larning yuzaga kelishi, umumiy jarayon tezligi katta bo‘lmasligi kutiladi. Bunday reaksiyalar qaytar, parallel, ketma-ket boruvchi, tutash xususiyatli va zanjirli tabiatga ega bo‘lishi mumkin. Ularni birma-bir ko‘rib chiqamiz:

a) *qaytar reaksiyalar* bizga tanish bo‘lgan reaksiyalardir. Ularda reaksiya mahsulotlari o‘zaro ta’sirlashib, reaksiyada qatnashgan boshlang‘ich moddalarni hosil qiladi:



b) *parallel reaksiyalar* bir vaqtning o‘zida boshlang‘ich moddalar ikki yoki undan ko‘proq, bir-biri bilan bog‘liq bo‘lmagan yo‘nalishda sodir bo‘lishi mumkin:





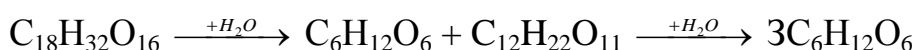
Agar reaksiyalarning biri kichik tezlikda sodir bo'lsa, tez amalga oshadigan bosqich boshlang'ich moddaning sarf bo'lish tezligi bilan bog'liq bo'ladi;

d) *ketma-ket sodir bo'ladigan reaksiyalarda* jarayon bir necha oraliq bosqichlar orqali amalga oshadi:



Bu sxemada A – boshlang'ich, B – oraliq modda yoki moddalar va C – reaksiya mahsulotidir.

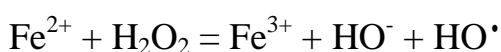
Yuqori molekularli neft mahsulotlarini qizdirish natijasida ulardan maydaroq molekularlar hosil bo'lishi kuzatiladi. Bunday moddalar yana ham uglerod atomlari kamroq bo'lgan mahsulotlarga parchalanadi. Bu turdagi reaksiyalar qatoriga qurilmaning gidrolizi natijasida oligomerlar, ulardan trisaxaridlar, ular esa o'z galida yana ham maydaroq di- va monosaxaridlar hosil qilishi:



kabi misollar kam emas;

e) *tutash reaksiyalarda* bir vaqtning o'zida ikki reaksiya sodir bo'lishi kuzatiladi. Bunda ikki reaksiyada qatnashuvchi moddalar ayrim-ayrim olinganda ulardan biri uchun bu reaksiya bormasligi mumkin, ya'ni bir reaksiya borishi uchun ikkinchi reaksiya mavjud bo'lishi kerak. Masalan,  $Na_2SO_3$  havo kislorodi ishtirokida oson oksidlanib  $Na_2SO_4$  ni hosil qiladi. Ayrim olingan  $Na_2HAsO_3$  kislorod ta'sirida oksidlanmaydi, lekin  $Na_2SO_3$  bilan  $Na_2HAsO_3$  bir eritmada birgalikda bo'lganda kislorod ikkala moddani oksidlaydi va  $Na_2HAsO_4$  ham hosil bo'ladi.

Ikkinchi misol, organik reaksiyalarda kuzatiladigan holatlardan biri benzol vodorod peroksid ta'sirida oksidlanmaydi. Temir(II) ionlari  $H_2O_2$  ta'sirida temir(III) ioniga qadar oksidlanadi.  $Fe^{2+}$  bilan  $H_2O_2$  reaksiyasi natijasida  $HO^{\cdot}$  radikal hosil bo'ladi:



$HO^{\cdot}$  radikal  $C_6H_6$  dan vodorod atomini tortib oladi va  $C_6H_5^{\cdot}$ , radikali hosil bo'ladi. Uning reaksiyalari:



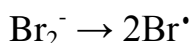
*difenil*

Reaksiyalarning tutash mexanizmga ega bo'lish sababini reaksiyada oraliq aktiv mahsulotlarning ( $\text{HO}\cdot$  radikali) ikkala reaksiyada qatnashishi natijasi deb qarash to'g'ri bo'ladi.

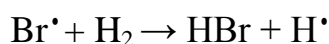
**3. Zanjirli reaksiyalar xili** juda ko'p bo'lib, ulardan biri bilan o'quvchilar metanni xlrlash reaksiyasi misolida tanishgan edilar. Bunday mexanizmga ega bo'lgan reaksiyalar qaldiraq gaz –  $\text{H}_2$  va  $\text{O}_2$  aralashmasida, gomogen sistemalardan biri uglevodorodlarning oksidlanish (spirtlar, aldegidlar, ketonlar, organik kislotalar kabi ko'p miqdorda olinadigan) parchalanish, polimerlanish reaksiyalarida amalga oshadi.

Har qanday zanjirli reaksiyalarga uchta bosqich xos – zanjir boshlanishi, zanjirning rivojlanishi (davom etish) va zanjirning uzilish bosqichlari.

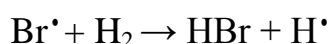
Birinchi bosqichda tashqi omillar (nur kvanti ta'siri, qizdirish, radioaktiv nurlar) ta'sirida bog'lanish energiyasi oson uziladigan molekula, masalan  $\text{H}_2$  va  $\text{Br}_2$  aralashmasida  $\text{Br}_2$  molekulasini nur kvanti ta'sirida ikkita radikalga parchalanadi:



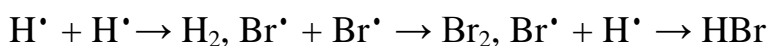
Ikkinchi bosqich zanjirli reaksiyaning rivojlanishida hosil bo'lgan  $\text{Br}\cdot$  radikali  $\text{H}_2$  molekulasini bilan to'qnashib, energiyasi kam bo'lgan mahsulot molekulasini va yangi vodorod radikalini hosil qiladi:



yangi  $\text{H}\cdot$  radikali  $\text{Br}_2$  molekulasini bilan to'qnashib mahsulotni va yana  $\text{Br}\cdot$  ni hosil qiladi va zanjir yana davom etaveradi:



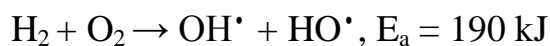
Uchinchi bosqichda radikallar orasidagi reaksiya natijasida ular oddiy molekulalarga aylanadi va shu sababli radikalli zanjir jarayoni to'xtab qoladi:



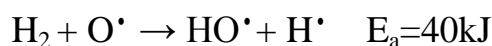
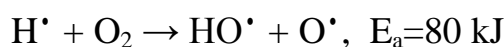
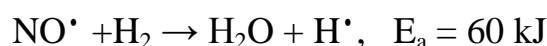
Bundan tashqari, radikallar idish devorlari bilan to‘qnashishi ham zanjir uzilishiga sabab bo‘ladi.

Zanjir davom etishida  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$  yoki  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$  reaksiyalaridagi kabi bitta radikal jarayon davomida molekula va yangi radikal hosil qilsa, uni *tarmoqlanmagan radikalli zanjir reaksiyasi* deb, agar zanjir davomida mahsulotdan tashqari birdan ortiq radikal hosil bo‘lsa, masalan,  $\text{H}_2 + \text{O}_2$  sistemani *tarmoqlangan radikalli zanjirli reaksiya* deb ataladi:

1. Zanjirning *boshlanish bosqichi* ( $h\nu$ , elektr uchqun va hokazo ta’sirida):



2. Zanjirning *rivojlanish bosqichi*:

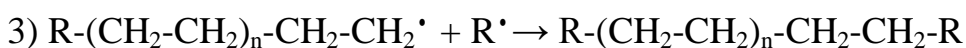
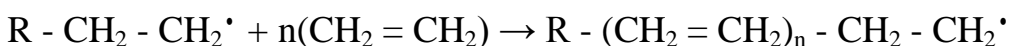
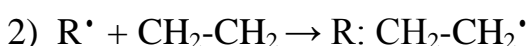
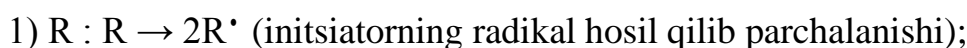


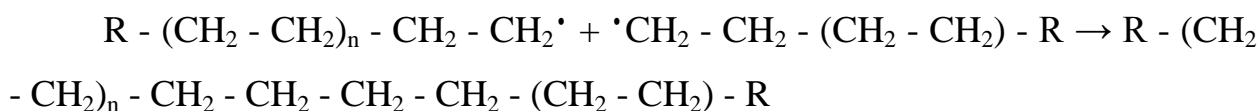
Shu jarayonda aktiv radikallar soni geometrik progressiya tarzida ortib boradi va shu sababli bunday reaksiyalar tezligi keskin ortadi.

3. Zanjirning *uzilish bosqichida* quyidagi jarayonlar kuzatilishi mumkin:



Polimerlanish reaksiyalari initsiator ishtirokida quyidagicha davom etishi mumkin:





Bunday reaksiyalarda aktiv markazlar (radikallar) soni qisqa vaqt davomida keskin ko‘payadi va jarayon portlash bilan tugaydi. Lekin, ba’zi jarayonlarda qisqa vaqt ichida ajralib chiqayotgan katta ko‘lamdagi issiqlik energiyasi atrof muhitga tarqalishi qiyinlashganda ham portlashga o‘xshash yonish vaziyati yuzaga keladi.

Radikalli zanjir reaksiyalarni tadqiqot etishda H. H. Semenov (1956-yil Nobel mukofoti sovrindori) boshchiligidagi Rossiya olimlari ilmiy maktabining xizmati katta.

### **Nazorat savollari:**

1. Murakkab reaksiyalar qanday turlarga bo‘linadi?
2. Qaytar reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi?
3. Paralel reaksiyalarga misollar keltiring.
4. Ketma-ket boradigan reaksiyalarga misollar keltiring.
5. Zanjir reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi?

### ***Kataliz. Katalizatorning va erituvchi yuzaga keltiruvchi muxitning ta’siri***

Kimyoviy jarayonlarning tezligiga ta’sir qiluvchi omillardan yana biri – katalizator haqida o‘quvchilar „sulfat kislota“ mavzusida tanishgan edilar.

Bu keltirilgan misoldan ko‘rinib turibdiki, reaksiyalar tezligi asosiy moddalardan tashqari uchinchi modda ishtirokiga xam bog‘lik ekan. Bunday moddalar katalizatorlardir. *Katalizator* - reaksiyaga kirishib, reaksiya tezligini o‘zgartirib, reaksiyadan sung o‘zgarishsiz ajralib chiqadigan kimyoviy moddalardir.

Katalizator ishtirok etadigan reaksiyalar *katalitik reaksiyalar* deyiladi.

Katalizator ta’sirida reaksiya tezligining o‘zgarish xodisasi *kataliz* deb aytiladi.

*Katalizatorlar ikki xil bo‘ladi:* Ijobiy katalizator, ya’ni reaksiya tezligini oshiruvchi moddalar. Ingibitorlar - reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi katalizator

moddalar. Ingibitorlar, Fe korroziyasini sekinlashtirish uchun anilin yoki  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ingibitor bo'lsa, HCl sintezini  $\text{O}_2$  - ingibitori ta'sirida sekinlashtirish mumkin.

Reaksiya tezligining o'zgarishi katalitik jihatidan aktiv moddaning miqdori juda oz bo'lganda ham juda katta bo'lishi mumkin. Bunday xususiyatga ega bo'ladigan katalizatorlar tirik organizmlardagi ko'pchilik reaksiyalarda qatnashuvchi biokatalizatorlar – *fermentlar* bo'lib, ular aktivlik jihatdan boshqa katalizatorlardan keskin farq qiladi. Masalan, murakkab tuzilishga ega bo'lgan *katalaza* fermenti  $0^\circ\text{C}$  da 1 s davomida  $6 \cdot 10^{28}$  dona vodorod peroksidni parchalash xususiyatiga ega.

➤ ***Katalizator va ingibitorlar:***

---

*Katalizatorlar* reaksiya tezligini keskin orttiradi, reaksiyada qatnashadi, lekin reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydi. Ba'zi moddalar reaksiya tezligini, aksincha sekinlashtiradi, ularni *ingibitorlar* yoki *salbiy katalizatorlar* deb ataladi.

---

Katalitik jarayonlar gomogen va geterogen muhitda sodir bo'lishi mumkin. Geterogen kataliz jarayonida katalizatorning sathi uning aktivligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Juda silliqlangan platina plastinka vodorod peroksid eritmasiga tushirilganda parchalanish reaksiyasi deyarli kuzatilmagan. Lekin platina kukuni reaksiya tezligini keskin kuchaytirgan. Elektroliz usulida olingan platina zarrachalari  $\text{H}_2\text{O}_2$  ni shiddatli parchalagan. Lekin shu katalitik jarayon kolloid holdagi platina ishtirokida amalga oshirilganda reaksiya portlash bilan sodir bo'lgan. Moddalar orasida sodir bo'ladigan reaksiya oraliq aktiv kompleks hosil bo'lishi bilan tavsiflanishi haqida yuqorida aytib o'tilgan edi. Agar shunday jarayonning aktivlanish energiyasi yuqori bo'lsa, uning sodir bo'lish tezligi sezilarli bo'lmasligi mumkin. Agar sistemaga reaksiyaga kirishuvchi moddalarning biri bilan oson oraliq aktiv kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan modda kiritilsa, unda  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$  reaksiyadagi boshlang'ich moddalarning biri A bilan shu modda orasida  $\text{A} + \text{K} \rightarrow \text{A} \dots \text{K}$  aktivlangan kompleks paydo bo'ladi, katalizator boshlang'ich moddalarning ikkinchisi bilan oson ta'sirlashsa

(aktivlanish energiyasi past bo'lishi tufayli) ikkinchi xil aktiv kompleks  $B + AK \rightarrow B...AK$  hosil bo'lishi mumkin.

Bu kompleks AB molekulasiga va K ga parchalanganda mahsulot hosil bo'ladi va katalizator o'zining ilgarigi holatiga qaytadi, bu katalizator yana shunday tarzda yangi ta'sirlashishda ishtirok etishi mumkin. Umuman, katalizator reaksiya natijasida sarf ham bo'lmaydi, o'z holatini ham o'zgartirmaydi.

Katalitik jarayonlarning muhim xususiyatlarini quyidagicha umumlashtirish mumkin:

1. Oz miqdordagi katalizator ham reaksiya tezligini oshira oladi, chunki uning ta'sir qilish vaqti juda qisqa.

2. Katalizatorning asosiy mohiyati – u reaksiyaning aktivlanish energiyasini pasaytiradi.

3. Katalizatorning ta'sir etish doirasi keng yoki cheklangan bo'lishi mumkin. Biologik tabiatga ega bo'lgan fermentlarning ta'siri tor doirada bo'lsa, anorganik tabiatga ega bo'lgan katalizatorlar (Pt, Pd, Ni va boshqalar)ning ta'sir doirasi keng bo'ladi.

4. Hosil bo'lgan moddalar yana parchalanib boshlang'ich moddalarni hosil qilishda ham katalizatorlar aktiv bo'lishi mumkin, shu sababli katalizatorlar reaksiya unumini oshirmaydi, ular qaytar reaksiyalarning muvozanat holatga kelishini tezlashtiradi.

5. Ko'pchilik katalizatorlarga chet moddalar qo'shilganda ularning aktivligi ortishi mumkin. Bunday moddalarni *promotorlar* deb ataladi. Masalan,  $H_2$  va  $N_2$  orasidagi reaksiya katalizatori temirga  $Na_2O$ ,  $K_2O$  va  $Al_2O_3$  lar aralashtirilganda katalizator aktivligi ortadi.

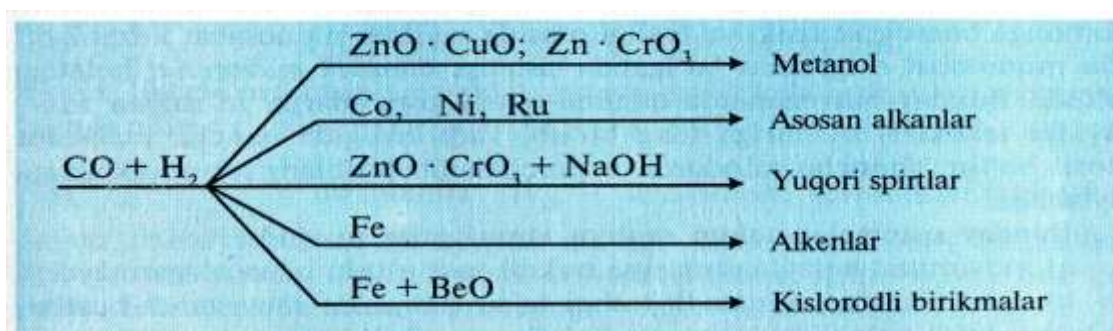
6. Bir reaksiyaning o'zi katalizator bilan *gomogen* (masalan,  $SO_2$  ning kislorod bilan oksidlanishida  $NO_2$  katalizatorlik vazifasini bajarganda) yoki *geterogen* (masalan, Pt) sistemani hosil qilishi mumkin. Biologik sistemalarda bunday hodisa deyarli uchramaydi.

Kimyoviy moddalar ishlab chiqarishda katalizatorlarni qo'llash juda katta ahamiyatga ega. Ularning qo'llanishi ko'pgina jarayonlarni jadallashtirishga, reaksiyalarni energetik tejamkor sharoitda olib borishga imkon beradi.

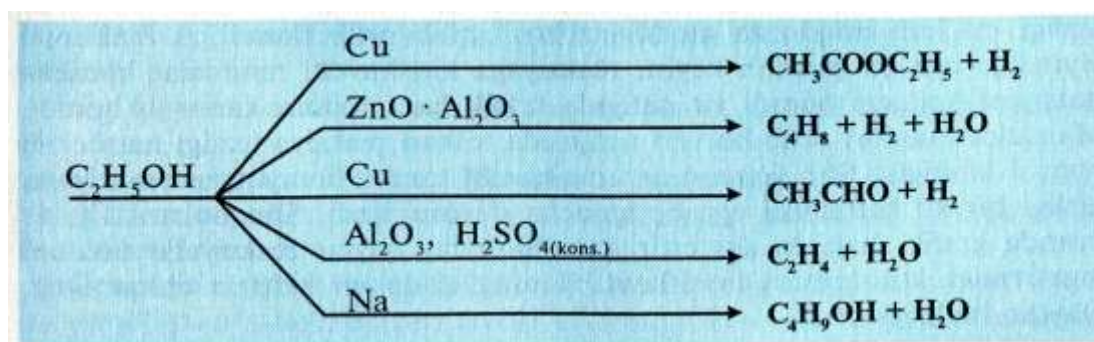
Katalizatorlar mumkin bo'lgan reaksiyalarning faqat ayrimlarining tezligini oshirishi – selektivligi muhim hodisa bo'lib, bu holat biologik sistemalarning murakkab tuzilishga ega bo'lishi natijasidir. Lekin tajribada biz qo'llaydigan katalizatorlarning bunday xususiyati juda cheklangan.

Geterogen katalizda bunday selektivlikka erishish imkoniyati deyarli juda kam yoki mumkin emas, chunki katalizator ta'sirida hosil bo'ladigan oraliq aktiv zarrachaning tabiati turlicha bo'lganda selektivlik xususiyati paydo bo'lishi mumkin.

Etanolning katalitik parchalanishida spirt molekulasida katalizator yuzasi-da turli holatlarda adsorbsiyalanishi mumkin, bunda molekuladagi – C – C – bog'larning aktivlashishi natijasida spirtning degidrogenlanishi yuz beradi;



11.1-rasm. 300–400°C oralig'ida uglerod(II) oksid bilan vodorod aralashmasining turli katalizatorlar ta'sirida hosil qiladigan mahsulotlar turi.



11.2-rasm. Etanolning katalizator turiga qarab turli mahsulotlarga aylanish sxemasi

molekulaning boshqacha adsorbsiyalanishi natijasida – C – O – bog‘i aktivlansa, molekulaning degidratlanishiga olib keladi, katalizatorning tanlab ta’sir etishi emas, oraliq aktivlangan zarracha vaziyati haqida ham so‘z bo‘lishi mumkin.

Turli katalizatorlar ta’sirida bir reaksiyaning o‘zida hosil bo‘ladigan mahsulotlar turi har xil bo‘lishini quyidagi sxemalardan ko‘rish mumkin (11.2-rasm).

### Kimyoviy reaksiya tezligi.

1	Reaksiya tezligi –	<p>reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o‘zgarishiga aytiladi.</p> $v = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$ <p>v – kimyoviy reaksiya tezligi; C<sub>1</sub> va C<sub>2</sub> – reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi; t<sub>2</sub> va t<sub>1</sub> – reaksiya uchun ketgan vaqt.</p>
2	Reaksiya tezligiga konsentratsiyaning ta’siri (massalar ta’siri qonuni)	<p>doimiy temperaturada kimyoviy reaksiyaning tezligi moddalar konsentratsiyasi ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional. Tenglamasi aA + bB = cC + dD reaksiya uchun</p> $v = k[A]^a \cdot [B]^b$ <p>k - reaksiyaning tezlik konstantasi bo‘lib , reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga va temperaturaga bog‘liq, konsentratsiyaga bog‘liq emas.</p>
3	Agar reaksiyada qattiq modda qatnashsa	<p>uning konsentratsiyasi deyarli o‘zgarmaydi va shu sababli uning qiymati tezlik ifodasiga kirmaydi. Masalan:</p> $C_{(q)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)}$ <p>reaksiya uchun tezlik ifodasi</p> $v = k[O_2]$ <p>bo‘ladi</p>
4	Reaksiya tezligiga temperaturaning ta’siri Vant-Govff qonuni.	<p>Temperatura har 10<sup>0</sup> C ga oshirilganda kimyoviy reaksiya tezligi 2- 4 marta oshadi.</p> $v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10^0}}$
5	Temperatura o‘zgarganda reaksiya tezligi necha marta	$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^x$ <p>bu yerda <math>x = \frac{t_2 - t_1}{10^0}</math> ga teng.</p>



	oshganini topish formulasi	$v_{t_1}$ va $v_{t_2}$ - $t_1$ va $t_2$ vaqtdagi reaksiya tezligi
6	Bosimning ta'siri.	Agar reaksiyaga gaz moddalar kirishayotgan moddalar ishtirok etayotgan bo'lsa, $v = kP_A^a \cdot P_B^b$
7	Aktivlanish energiyasi –	moddaning aktiv xolatga kelishi uchun sarf bo'ladigan energiyaga aytiladi.
8	Katalizator –	reaksiyaga kirishuvchi moddalarning aktivlanish energiyasini kamaytirish hisobiga reaksiya tezligini keskin oshiradi, reaksiyada ishtirok etadi, reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydi.
9	Katalitik reaksiyalar	katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar.
10	Katalizator	ikki xil geterogen va gomogen katalizatorlar bo'ladi.
11	Ingibitor –	reaksiya tezligini sekinlashtiradi yoki to'xtatib qo'yadi.
12	Promotorlar –	katalizatorlar aktivligini oshiruvchi moddalar.

### Nazorat savollari:

1. Katalizatorlarning vazifasini tushuntirib bering.
2. Fermentlar organizmlarda qanday vazifani bajarishadi?
3. Gomogen va geterogen kataliz haqida ayting.
4. Promotorlar nima?
5. Katalizatorlarning selektivligi haqida tushuncha bering.

### Mavzu bo'yicha masalalar va ularning yechimlari

**1-masala:** Hajmi 3 litr bo'lgan idish 11,5 mol ammiak bilan to'ldirildi. 90 sekunddan so'ng ( $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  reaksiya bo'yicha ) idishda 2,5 mol ammiak qoldi. Reaksiyani o'rta cha tezligini(mol/litr·min) aniqlang.

**Masalaning yechimi:** Reaksiya tezligini aniqlashda, birinchi navbatda ma'lum bir moddaning miqdori (mol) necha birlikka o'zgarganligi aniqlab olinadi. Masala shartidan ko'rinib turibdiki ammiakning miqdori 11,5 moldan 2,5 molga qadar kamaymoqda. Agar ikkala miqdor orasidagi farqni aniqlasak:

$$11,5 \text{ mol} - 2,5 \text{ mol} = 9 \text{ mol}$$

9 molga farq borligini aniqlaymiz.

Endi masala shartidagi tezlikning o'lchov birligiga e'tibor beramiz. "mol/litr·**minut**", demak tezlikni to'g'ri aniqlash uchun avvalo vaqtni "sekund" o'lchov birligidan "**minut**" o'lchov birligiga o'tkazib olish kerak.

$$\text{sekund} : 60 = \text{minut}$$

$$90 \text{ sekund} : 60 = 1,5 \text{ minut}$$

Vaqt birligini to'g'rilab olgach, tezlikning asosiy formulasi yordamida reaksiya o'rta cha tezligini aniqlaymiz.

$$\vartheta = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{9 \text{ mol}}{3 \text{ liter} \cdot 1,5 \text{ minut}} = \frac{9}{4,5} = 2 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}$$

**Javob: 2 mol/litr·min**

**2-masala: Hajmi 0,005 m<sup>3</sup> bo'lgan reaktorda reaksiya borishi natijasida 0,1 minut davomida moddaning miqdori 80 moldan, 5 molgacha kamaygan bo'lsa, shu reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.**

**Masalaning yechimi:** Ushbu masalani ishlashni hajmni "m<sup>3</sup>" dan "liter" ga o'tkazishdan boshlaymiz. Bilamizki 1 m<sup>3</sup> = 1000 liter. Shuning uchun m<sup>3</sup> dagi hajmni 1000 ga ko'paytirish orqali litrga o'tkazamiz.

$$V_{\text{liter}} = V_{\text{m}^3} \cdot 1000$$

$$V_{\text{liter}} = 0,005 \text{ m}^3 \cdot 1000 = 5 \text{ liter}$$

Hajmni kerakli birlikka o'tkazib oldik. Endi vaqtni "minut"dan "**sekund**" ga o'tkazishimiz kerak. Chunki tezlikni "mol/litr·**sek**"da topishimiz kerak.

$$t_{\text{sekund}} = t_{\text{min}} \cdot 60$$

$$t_{\text{sekund}} = 0,1_{\text{min}} \cdot 60 = 6 \text{ sekund}$$

Vaqtni sekundga o'tkazdik. Endi reaksiyaga kirishayotgan modda miqdori qanchaga o'zgarganini aniqlaymiz.

$$80 \text{ mol} - 5 \text{ mol} = 75 \text{ mol}$$

Ana endi tezlikning asosiy formulasini qo'llab, reaksiyaning o'rta cha tezligini topamiz.

$$\vartheta = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{75 \text{ mol}}{5 \text{ litr} \cdot 6 \text{ sekund}} = \frac{75}{30} = 2,5 \text{ mol/litr} \cdot \text{sekund}$$

**Javob: 2,5 mol/litr · sekund**

**3-masala:**  $\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{g})}$  ushbu reaksiya bo'yicha azotning sarflanish tezligi 3 mol/l·min. 8 litrli idishda shu reaksiya o'tkazilganda, azotning miqdori 104 moldan 8 molgacha kamaydi. Reaksiya necha minut davom etganli gini aniqlang.

**Masalaning yechimi:** Vaqtni topish uchun formulani vaqtga moslab o'zgartirish kerak:

$$\vartheta = \frac{\Delta n}{V \cdot t} \Rightarrow t = \frac{\Delta n}{V \cdot \vartheta}$$

Formula to'g'rilab olingach, reaksiyaga kirishayotgan modda miqdori (mol) qanchaga o'zgarganligini topamiz.

$$104 \text{ mol} - 8 \text{ mol} = 96 \text{ mol}$$

Endi, vaqtga nisbatan to'g'rilangan formula yordamida reaksiya davomiyligini aniqlaymiz:

$$t = \frac{\Delta n}{V \cdot \vartheta} = \frac{96 \text{ mol}}{8 \text{ litr} \cdot 3 \text{ mol/litr} \cdot \text{min}} = \frac{96}{24} = 4 \text{ minut}$$

**Javob: 4 minut**

**4-masala:**  $2\text{CO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(\text{g})}$  ushbu reaksiya bo'yicha kislorodning sarflanish tezligi 4 mol/litr·min. 2 litrli idishda shu reaksiya olib borilganda, kislorodning konsentratsiyasi 7 mol/litrdan 2 mol/litrgacha kamaydi.

Reaksiyaning sekundlardagi davomiyligini aniqlang.

**Masalaning yechimi:** E'tibor bergan bo'lsangiz bu masalada modda miqdori o'rniga uning konsentratsiyasi keltirilgan. Bu masalani yechishda idish hajmi ishlatilmaydi. Birinchi bo'lib ikkala konsentratsiya orasidagi farq aniqlanadi.

$$\Delta C = C_1 - C_2$$

$$7 \text{ mol/litr} - 2 \text{ mol/litr} = 5 \text{ mol/litr}$$

Endi reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liq formulasini ishlatgan holda vaqtni aniqlaymiz:

$$v = \frac{\Delta n}{t} \Rightarrow t = \frac{\Delta n}{v}$$

$$t = \frac{\Delta n}{v} = \frac{5 \text{ mol/litr}}{4 \text{ mol/litr} \cdot \text{min}} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ minut} \cdot 60 = 75 \text{ sekund}$$

Demak reaksiya 75 sekund davom etgan. **Javob: 75 sekund.**

**Mavzuga doir masalalar:**

- Hajmi 4 litr bo'lgan idish 18 mol is gazi bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ( $2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(g)}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 8 mol is gazi qoldi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini mol/litr·min aniqlang.
- Hajmi 5 litr bo'lgan idish 5 mol metan gazi bilan to'ldirildi. 120 sekunddan so'ng ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 3 mol metan gazi qoldi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini mol/litr·min aniqlang.
- Hajmi 0,25 litr bo'lgan idish 22 mol xlorid kislota bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ( $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 7 mol xlorid kislota qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.
- Hajmi 0,4 litr bo'lgan idish 10 mol  $\text{NH}_3$  bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ( $2\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)}$  reaksiya bo'yicha ) idishda 1 mol  $\text{NH}_3$  qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.
- Hajmi 7 litr bo'lgan idish 30 mol vodorod va 25 mol xlor bilan to'ldirildi. 20 sekunddan so'ng ( $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) vodorodning miqdori 2 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.
- Hajmi 8 litr bo'lgan idish 25 mol vodorod va 20 mol yod bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ( $\text{H}_{2(g)} + \text{J}_{2(q)} \rightleftharpoons 2\text{HJ}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) yodning miqdori 15 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.
- Hajmi 0,009 m<sup>3</sup> bo'lgan reaktorda 45 sekund davomida reaksiya borishi natijasida ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) metanning miqdori 25 moldan 4,75 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'rta cha tezligini (mol/litr·min) toping.
- Hajmi 0,005 m<sup>3</sup> bo'lgan reaktorda 90 sekund davomida reaksiya borishi natijasida ( $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiya bo'yicha ) metanning

miqdori 9 moldan 3 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'rtacha tezligini(mol/litr·min) toping.

### Testlar

1. Reaksiya boshlanmasdan oldin moddaning konsentraciyasi 1,6 mol/l bo'lib, 5 minutdan so'ng uning konsentraciyasi 0,2 mol/l ga teng bo'ldi. Reaksiya tezligini [mol/(l·C)] aniqlang.

A)  $2,8 \cdot 10^{-2}$  B)  $1,4 \cdot 10^{-2}$  C)  $7 \cdot 10^{-3}$  D)  $4,7 \cdot 10^{-3}$  E)  $1,8 \cdot 10^{-2}$

2. Quyidagi tenglamalarning qaysi biri kimyoviy reaksiya tezligini ifodalaydi?

A)  $v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10^0}}$

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

C)  $K_m = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$

D)  $v = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$

3. Hajmi 5 l bo'lgan reaktorda reaksiya borishi natijasida 30 sek davomida konsentraciyasi 6,8 moldan 3,4 molgacha kamaysa, shu reaksiya tezligi mol/(l·sek) hisoblang.

A) 0,115 B) 0,575 C) 0,23 D) 0,023 E) 33,6

4. Sirka kislotasi bilan etil spirt orasidagi eterifikatsiya reaksiya tezligi konstantasi 1,31 mol/(l·min.) bo'lsa, boshlang'ich moddalar konsentraciyasi 0,4 mol/l dan bo'lganda reaksiya tezligini hisoblang.

A) 0,2 B) 0,25 C) 0,29 D) 0,36 E) 0,42

5. Agar bosimni 4 marta oshirilsa quyidagi kimyoviy reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?



A) 4 barobar ortadi B) 4 barobar kamayadi

C) 16 barobar ortadi D) 16 barobar kamayadi E) o'zgarmaydi

6. Vodorod konsentraciyasi uch marta oshirilsa quyidagi

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  reaksiyaning tezligi necha marta ortadi?

A) 3 B) 6 C) 8 D) 5 E) 9

7. Quyidagi sistemada  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  metan gazining konsentratsiyasi 3 marta va kislorod konsentratsiyasi ikki marta oshirilsa, to'g'ri reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

- A) 6 marta ortadi    B) 12 marta ortadi  
C) 12 marta kamayadi D) 6 marta kamayadi    E) 9 marta ortadi

8. Gomogen gazlar orasidagi  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$  reaksiyada bosim 5 marta oshiriganda, ushbu yopiq idishdagi reaksiya tezligi necha marta o'zgarishini aniqlang.

- A) 25    B) 50    C) 100    D) 125    E) 225

9. Agar tenglamasi  $\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$  bo'lgan reaksiyada B moddaning konsentratsiyasi 2 min davomida 0,40 mol/l dan 0,15 mol/l gacha kamaygan bo'lsa, shu reaksiya tezligi (mol/(l·sek)) B modda konsentratsiyasi bo'yicha qancha bo'ladi?

- A)  $1,2 \cdot 10^{-3}$     B)  $1,5 \cdot 10^{-3}$     C)  $2,1 \cdot 10^{-3}$     D)  $2,6 \cdot 10^{-3}$     E)  $3,0 \cdot 10^{-3}$

10. Hajmi 2 l bo'lgan idishda 4,5 mol modda miqdori 20 sekund o'tgandan so'ng 2,5 mol gacha kamaysa, reaksiya tezligi (mol/(l·sek)) qanchaga teng bo'ladi?

- A) 0,10    B) 0,20    C) 0,05    D) 0,50    E) 0,25

11. Azot (II) oksid bilan kislorod orasidagi reaksiyada kislorod konsentratsiyasi 2 marta ortganda, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

- A) 3 marta ortadi    B) 4 marta kamayadi  
C) 2 marta ortadi    D) o'zgarmaydi    E) 3 marta kamayadi

12. Vodorod sulfid va kislorod orasidagi reaksiyada vodorod sulfidning konsentratsiyasi 2 marta kamayganda, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi    B) 4 marta kamayadi  
C) 3 marta ortadi D) 2 marta ortadi    E) o'zgarmaydi

13. Uglerod(II) oksidning kislorod bilan oksidlanish reaksiyasida uglerod(II) oksid konsentratsiyasi 3 marta ortganda, reaksiya tezligi necha marta ortadi?

- A) 9    B) 16    C) 21    D) 27    E) 64



## **XII-BOB. QAYTAR VA QAYTMAS JARAYONLAR.**

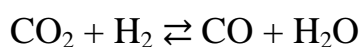
### **KIMYOVIY MUVOZANAT VA UNGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR**

#### **12.1-§ Qaytar va qaytmas reaksiyalar**

Agar kimyoviy reaksiya bir yo'nalishda borsa, bunday reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi.

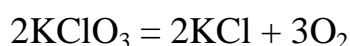
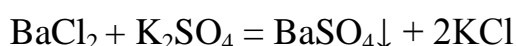
Kimyoviy reaksiyalarning ko'pchiligi ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradi, ya'ni reaksiya boshlangan vaqtda avval reaksiyaga kirishuvchi moddalarning o'zaro ta'siri natijasida mahsulotlar hosil bo'ladi; ma'lum bir vaqt o'tish bilan hosil bo'lgan mahsulotlar o'zaro ta'sir etib qisman, reaksiyaga olingan dastlabki moddalar hosil bo'ladi. Natijada reaksiya olib borilayotgan sistemada reaksiya mahsulotlari va reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar aralashmasi hosil bo'ladi. Bunday reaksiyalarga, ya'ni ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi.

Qaytar reaksiyalar tenglamasi yozilganda, to'g'ri va qaytar reaksiyalar bitta umumiy tenglama bilan ifodalanadi:



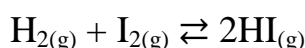
Demak, ushbu temperaturada ikki qarama-qarshi reaksiya: to'g'ri reaksiya chapdan o'nga yo'nalgan va teskari reaksiya o'ngdan chapga yo'nalgan reaksiya sodir bo'ladi.

Bir yo'nalishda boradigan reaksiyalar (qaytmas jarayonlar), mahsulotlar kimyoviy jarayon muhit doirasidan chiqarib ketadigan hollarda (mahsulotlardan biri gaz xolda ajralib chiqsa, qiyin eriydigan cho'kma hosil bo'lsa, amalda dissotsilanmaydigan tuz hosil bo'lganida) yuz beradi:



#### **12.2-§ Massalar ta'siri qonuni va muvozanat konstantasi**

Gomogen sistemadagi reaksiyalardan birini ko'rib chiqaylik:



Bu reaksiyani o'rganish uchun shisha idishga vodorod va yod solib shisha idish og'zi berkitilgandan keyin, uni qaynab turgan oltingugurt bug'iga (448°C) tutiladi va shunday holatda ma'lum vaqt qoldiriladi.

Dastlab bu idishda vodorod va iod bug'idan vodorod yodid hosil bo'ladi, chunki boshlang'ich vaqtda vodorod va yodning miqdori (konsentratsiyasi) ko'p; lekin ayni vaqtda teskari reaksiyaning tezligi nolga teng, chunki hali vodorod iodid hosil bo'lgancho yo'q. Vaqt o'tish bilan vodorod va yod reaksiyaga kirishi natijasida vodorod yodid hosil bo'lib, uning miqdori vaqt o'tish bilan ortadi va teskari reaksiyaning tezligi oshib boradi. Vodorod bilan yodning vaqt o'tish bilan konsentratsiyasi sistemada kamayib borishi bilan to'g'ri reaksiyaning tezligi kamayadi. Nihoyat bir qancha vaqt o'tishi bilan ikkala reaksiyaning tezligi bir-biriga teng bo'lib qoladi. Shundan so'ng reaksiya borayotgan idishdagi H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> va HI larning konsentratsiyalari o'zgarmaydi. Demak, sistemada kimyoviy muvozanat holati qaror topadi.

Vodorod va yodning o'zaro ta'sirlanib vodorod yodid hosil qilish reaksiyasining tezligi V<sub>1</sub> reaksiya uchun olingan moddalarning molyar konsentratsiyalari ko'paytmasiga teng, ya'ni:

$$V_1 = K_1[H_2][I_2]$$

Bu erda K<sub>1</sub> – to'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasi;

[H<sub>2</sub>] – vodorodning va [I<sub>2</sub>] – yodning molyar konsentratsiyasi.

Teskari reaksiyaning, ya'ni HI dan vodorod va iod hosil bo'lish reaksiyasining tezligi V<sub>2</sub> vodorod yodidning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir:

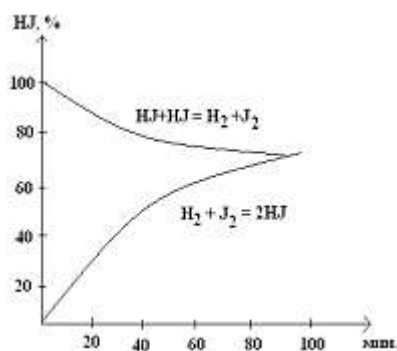
$$V_2 = K_2[HI]^2$$

Bu erda K<sub>2</sub> – teskari reaksiyaning tezlik konstantasi, [HI] – vodorod yodidning molyar konsentratsiyasi:

Vodorod va yod o'zaro reaksiyaga kirisha boshlangandan so'ng V<sub>1</sub> – sekinlasha boshlaydi, V<sub>2</sub> – esa ortib boradi.

Sistemada muvozanat qaror topgandan so'ng, to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari tenglamalari tenglashadi (20 rasm).





U holda  $V_1 = V_2$  bo'lib, sistema kimyoviy muvozanat holatiga keladi. Kimyoviy muvozanatda harakat to'xtamaydi, chunki bu holat bir-biriga qarama-qarshi borayotgan ikki reaksiya tezliklarining tenglashish holatidir. Demak,  $V_1 = V_2$  bo'lganda

$$K_1[H_2][I_2] = K_2[HI]^2 \text{ yoki}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \text{ bo'ladi.}$$

Bu tenglamada  $[H_2]$ ,  $[I_2]$  va  $[HI]$  - reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning kimyoviy muvozanat qaror topgandagi molyar konsentratsiyasi.

$$\frac{K_1}{K_2} = K$$

$K$ - muvozanat konstantasi deyiladi va u  $K_M = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$  bilan ifodalanadi. Bu tenglama ayni sistema uchun massalar ta'siri qonunini ifodalaydi.

Agar sistema  $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$  tenglamasi bilan ifodalansa, va ayni sistemada muvozanat holati qaror topsa, uning muvozanat konstantasi tenglamasi

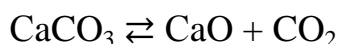
$$K_M = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \text{ bilan ifodalanadi.}$$

Demak, kimyoviy muvozanat vaqtida reaksiya mahsulotlarining molyar konsentratsiyalari ko'paytmasining dastlabki moddalar molyar konsentratsiyalar ko'paytmasiga nisbati o'zgarmas temperaturada o'zgarmas kattalikdir. « $K$ »-ning qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga va temperaturaga bog'liq, lekin aralashmadagi moddalarning konsentratsiyasiga, bosimga bog'liq emas. Katalizator faqat muvozanat holatining qaror topishini tezlatadi, lekin reaksiyani unumini oshira olmaydi. « $K$ » - qiymati qancha katta bo'lsa, reaksiya shunchalik ko'p unumli bo'ladi. Shuning uchun « $K$ » ni bilish kimyoviy texnologiya uchun katta ahamiyatga ega.

### 12.3-§ Getrogen sistemalarda bo'ladigan kimyoviy muvozanatlar

Bir-biridan sirt chegaralari bilan ajralgan moddalar sistemasiga getrogen sistema deb ataladi. Getrogen sistemalardagi kimyoviy muvozanatlar uchun

massalar ta'siri qonunini tatbiq etishda qo'shimcha tushincha kiritish lozim. Agar getrogen sistema qattiq va gaz fazalardan tashkil topgan bo'lsa, qattiq fazaning par bosim juda kichik bo'lgani uchun va uning asosiy miqdori reaksiyada ishtirok etmaganligi uchun (chunki getrogen sistemada reaksiya faqat qattiq modda sirtida ro'y beradi) bunday sistemadagi kimyoviy muvozanat konstantasini gaz fazani tashkil qiluvchi moddaning molyar konsentratsiyasi yoki partzial bosimi bilan ifodalash mumkin: ohaktosh-  $\text{CaCO}_3$  og'zi berk idishda qizdirilsa, ya'ni



reaksiya sodir bo'lib, ma'lum vaqt ichida kimyoviy muvozanat qaror topadi. Agar bu sistemani gomogen sistema deb qarab, muvozanat konstantasini yozsak

$$K = \frac{[\text{CaO}] \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]}$$

yoki

$$K = \frac{P_{\text{CaO}} \cdot P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CaCO}_3}}$$

lekin getrogen sistema  $\text{CaO}$  va  $\text{CaCO}_3$  bug'larining bosimi va konsentratsiyasi juda kam o'zgarganligi uchun, ularning nisbati o'zgarmas deb, ya'ni

$$\frac{[\text{CaO}]}{[\text{CaCO}_3]} = K^1 \text{ yoki } \frac{P_{\text{CaO}}}{P_{\text{CaCO}_3}} = K^1 \text{ deb yozsak bo'ladi.}$$

Shu sababli  $K^1 \cdot [\text{CO}_2] = K$  yoki  $K^1 \cdot P_{\text{CO}_2} = K$  bu formuladagi o'zgarmas sonlarni tenglamaning bir tomoniga olsak, ya'ni

$$\frac{K^1}{K} = \text{Const} = \text{CO}_2 \text{ yoki } \frac{K^1}{K} = \text{Const} = P_{\text{CO}_2}$$

Bu tenglamadan k o'rinib turibdiki, kaltsiy karbonat parchalanganda hosil bo'lgan karbonat angidridining bosimi, konsentratsiyasi har bir temperatura uchun ma'lum bir miqdorga ega bo'lib, u o'zgarmas sonidir. Bu kattalik faqat temperaturaga bog'liq bo'lib, sistemadagi  $\text{CaCO}_3$  va  $\text{CaO}$  miqdoriga bog'liq emas.

Ikkinchi misol tariqasida karbonat angidrid bilan qizdirilgan holatdagi ko'mir o'rta sidagi kimyoviy reaksiya:  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$

Bu kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasini yozsak

$$K = \frac{[\text{CO}^2]}{[\text{CO}_2]} \text{ yoki } K = \frac{P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}} \text{ bo'ladi.}$$

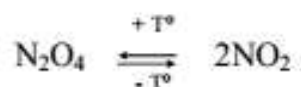
## 12.4-§ Kimyoviy muvozanatning siljishi

Kimyoviy muvozanat faqat o'zgarish sharoitida saqlanib turadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning temperaturasi, bosim yoki konsentratsiyasi o'zgarsa, muvozanat buziladi va reaksiyada qatnashuvchi hamma moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentratsiyasi o'zgaradi.

Sharoit o'zgarishi bilan reaksiyaga kirishayotgan moddalarning muvozanat konsentratsiyasining o'zgarishi muvozanatning siljishi deyiladi. Kimyoviy muvozanatning sharoit o'zgarishiga qarab siljishi Le Shatele tomonidan 1884 yilda ta'riflangan qoidasiga bo'ysinadi.

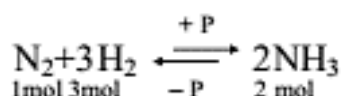
Sistemaning kimyoviy muvozanat holatidagi sharoitlaridan biri o'zgarsa, muvozanat shu o'zgarishga qarshi ta'sir etadigan reaksiya tomonga siljiydi. Qarshi ta'sirning kuchayishi, ya'ni muvozanat siljishi natijasida reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishi, sistema yangi sharoitga mos keladigan yangi muvozanat holatiga kelguncha davom etadi.

Temperatura o'zgarishining ta'siri. Le-Shatele qoidasiga muvofiq temperatura k o'tarilganda muvozanat endotermik (ya'ni issiqlik yutishi bilan boradigan) reaksiya tomoniga siljiydi, temperatura pasayganda ekzotermik (ya'ni issiqlik chiqishi bilan boradigan) reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:

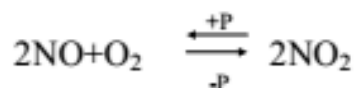


muvozanatda temperatura ortganida qo'ng'ir och sariq qo'ng'ir tus kuchayadi, chunki muvozanat  $\text{NO}_2$  gazi hosil bo'lishi reaksiya tomonga siljiydi.

Bosim o'zgarishining ta'siri. Le-Shatele qoidasiga muvofiq bosimning ortishi, muvozanatni gaz aralashmasidagi molekulalar umumiy sonining kamayishiga va demak, sistemada bosimning kamayishiga olib keladigan reaksiya tomon siljitadi va aksincha, masalan, ammiak sintezi reaksiyasi:

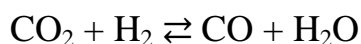


da bosim ortishi bilan ammiakning hosil bo'lishi kuchayadi (chunki reaksiya natijasida sistemaning hajmi kamayadi). Yana bir misol:



Bu kimyoviy reaksiyada ikki gramm molekula NO ning bir gramm molekula O<sub>2</sub> bilan birikib, ikki gramm molekula NO<sub>2</sub> ni hosil qilishi tenglamadan ko‘rinib turibdi. Shuning uchun sistemadagi molekullarning umumiy soni 33,33 % ga kamayadi; demak, bosim ham 33,33 % ga kamayadi. Shuning uchun bosim oshganda reaksiya chapdan o‘ngga, aksincha bosim kamaysa reaksiya o‘ngdan chapga siljiydi. Demak, reaksiya olib borilayotgan sistemada bosim orttirilsa muvozanat gazning kam sondagi molekullari hosil bo‘ladigan tomonga, bosim pasaytirilsa, ko‘p sondagi molekullar hosil bo‘lish tomonga siljiydi.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya o‘zgarishining ta’siri kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemada reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat shu modda konsentratsiyasining kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljiydi. Aksincha, reaksiyada qatnashuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi kamaytirilsa, muvozanat shu modda hosil bo‘ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



Tenglama bilan ifodalanadigan muvozanat sistema bo‘lsa, bu sistemaga qo‘shimcha CO<sub>2</sub> bersak, sistema CO<sub>2</sub> ning konsentratsiyasini kamaytirishga intiladi, ya’ni kimyoviy muvozanat o‘ng tomonga qarab siljiydi. Aksincha, agar CO<sub>2</sub> miqdorini kamaytirsak, sistema uni ko‘paytirishga intiladi, ya’ni kimyoviy muvozanat chap tomonga qarab siljiydi.

Hulosa qilib aytganda, kimyoviy muvozanat holatiga temperatura, bosim va konsentratsiyaning ta’sirini o‘rganishga asoslanib kimyoviy jarayonlarda yaxshi unum olish uchun qanday sharoit kerakligini aniqlash mumkin.

### **12.5-§. Kimyoviy muvozanat mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi**

Muvozanatga doir masalalarni yechishda, dastlabki moddalar miqdorini aniqlash uchun:

- ✓ Reaksiyani tenglashtirib, barcha moddalar oldidagi koeffitsiyentlarni tanlash;

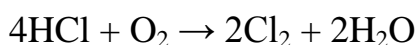
- ✓ Hosil bo'lgan moddalarning muvozanat konsentratsiyasidan foydalanib koeffitsiyentlar orqali sarflangan moddalar miqdorini aniqlash;
- ✓ Sarflangan va muvozanat konsentratsiyalarini qo'shish bilan dastlabki moddalar konsentratsiyasini aniqlash;
- ✓ Dastlabki moddalarning molyar konsentratsiyasidan foydalanib  $n = C_M \cdot V$  tenglama yordamida ularning miqdorini aniqlash lozim.

Yuqorida aytilgan amallarga rioya qilgan holda kimyoviy muvozanatga doir masalalarni yechishga harakat qilamiz.

**1-masala.**  $\text{HCl} + \text{O}_2 = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  reaksiya hajmi 8 litr bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari  $[\text{HCl}] = 0,7$ ,  $[\text{O}_2] = 0,6$  va  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4$  mol/l ni tashkil qildi. Boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) aniqlang.

A) 0,8; 0,2; B) 12; 6,4; C) 1,5; 0,8; D) 6,4; 1,6.

Reaksiyani tenglashtiramiz, buning uchun xlorid kislota oldiga 4, xlor va suv molekulalarining oldiga 2 koeffitsiyentlar qo'yiladi.



Demak, reaksiya tenglamasi asosida 0,4 mol/litr suv hosil bo'lganda 0,8 mol/litr xlorid kislota va 0,2 mol/litr kislorod sarflanar ekan.

Xlorid kislotaning dastlabki konsentratsiyasi: 0,7 mol/litr (muvozanat) + 0,8 mol/litr (sarflangan) = 1,5 mol/litrni, kislorodniki esa 0,6 mol/litr (muvozanat) + 0,2 mol/litr (sarflangan) = 0,8 mol/litrni tashkil etadi.

Moddalar miqdorini topishda molyar konsentratsiyani hajmga ko'paytiriladi, ya'ni  $1,5 \times 8 = 12$  mol,  $0,8 \times 8 = 6,4$  mol.

Demak, bu testda muqobil javoblardagi

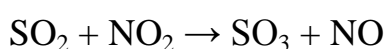
- A) 0,8; 0,2 – sarflangan moddalar konsentratsiyalari (mol/l),
- B) 12; 6,4 – dastlabki moddalar miqdorlari (mol),
- C) 1,5; 0,8 – dastlabki moddalarning konsentratsiyalari (mol/l),
- D) 6,4; 1,6 – sarflangan moddalarning miqdorlari (mol/l).

Javob: B

**2-masala.**  $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$  reaksiyada  $\text{SO}_2$  va  $\text{NO}_2$  ning dastlabki konsentratsiyasi 6 va 7 mol/litr bo'lsa,  $\text{SO}_2$  ning muvozanat konsentratsiyasini (mol/litr) hisoblang ( $K_M=1$ ).

A) 8,73; B) 2,77; C) 3,27; D) 10,77.

Reaksiya tenglamasidagi koeffitsiyentlar teng bo'lganligi uchun sarflangan modda miqdori hosil bo'lgan modda miqdoriga teng bo'ladi. Demak,  $\text{SO}_2$  va  $\text{NO}_2$  larning dastlabki konsentratsiyalari 6 va 7 mol/litr bo'lsa, muvozanat konsentratsiyasi tegishli tartibda  $6-x$  va  $7-x$  bo'ladi. Muvozanat konstantasi birga teng bo'lgani uchun tenglamaning ikkala tomonini tenglashtiramiz.



$$6 - x \quad 7 - x \quad x \quad x$$

$$(6-x) \cdot (7-x) = x^2$$

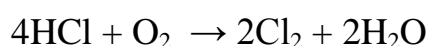
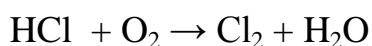
$$42 - 6x - 7x + x^2 = x^2$$

$$x = 3,23$$

Demak,  $\text{SO}_2$  ning muvozanat konsentratsiyasi  $6-x=6-3,23=2,77$  ga teng bo'lsa,  $\text{NO}_2$  ning muvozanat konsentratsiyasi  $7-x=7-3,23=3,77$  ga teng bo'ladi. Ushbu testning javobi B.

**3-masala.** Xlorid kislotaning yonish reaksiyasida  $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; ma'lum vaqtdan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ( $K_M = 1$ ) moddalarning konsentratsiyalari  $[\text{HCl}] = 1$  mol/litr;  $[\text{Cl}_2] = 3$  mol/litr va  $[\text{H}_2\text{O}] = 3$  mol/litr bo'lsa, kislorodning muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

**Masalaning yechimi:** Birinchi navbatda reaksiyani tenglashtirib olamiz. Chunki koeffitsiyentlar muvozanat konstantasi uchun tuziladigan tenglamada hisobga olinadi:



Endi, muvozanat konstantasi ( $K_M$ ) 1 ga tengligiga asoslanib reaksiyaning o'ng va chap tomonidagi moddalarni muvozanat holatidagi konsentratsiyalarining ko'paytmasi (tabiiyki konsentratsiyalar ko'paytirilishdan avval koeffitsiyentga teng bo'lgan darajaga oshiriladi) teng deb hisoblaymiz. Va shu asosida konsentratsiyalari ma'lum moddalarning konsentratsiyalaridan, kislorod uchun esa

“x” (chunki uning konsentratsiyasi noma'lum) dan foydalanib quyidagi tenglamani tuzib olamiz va uni yechamiz.

$$[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2] = [\text{Cl}_2]^2 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$$

$$14 \cdot x = 3^2 \cdot 3^2$$

$$1x = 9 \cdot 9$$

$$1x = 27$$

$$x = 27 : 1 = 27$$

Demak, kislorodning muvozanat holidagi konsentratsiyasi 27 mol/litrga teng.

Javob: 27 mol/l

### Mavzuga oid testlar:

1.  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$  reaksiyada kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari  $[\text{NH}_3]=0,4$ ;  $[\text{O}_2]=0,65$ ;  $[\text{H}_2\text{O}]=0,3$  mol/litrni tashkil qiladi. Reaksiya hajmi  $0,005 \text{ m}^3$  bo'lgan idishda olib borilgan bo'lsa, dastlabki moddalar miqdorini (mol) hisoblang.

A) 0,6; 0,8; B) 1,0; 0,75; C) 3,0; 4,0; D) 0,2; 0,15.

2.  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$  reaksiya hajmi  $0,009 \text{ m}^3$  bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari  $[\text{NH}_3]=0,4$ ;  $[\text{Cl}_2]=0,2$ ;  $[\text{HCl}]=0,6$  mol/litr bo'lsa, boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) hisoblang.

A) 0,2; 0,3; B) 0,6; 0,5; C) 5,4; 4,5; D) 1,8; 2,7.

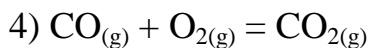
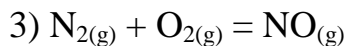
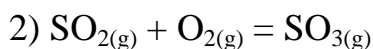
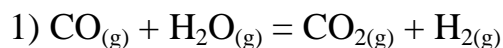
3.  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  reaksiya hajmi 9 litr bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari  $[\text{CH}_4]=0,5$ ;  $[\text{H}_2\text{O}]=0,3$ ;  $[\text{H}_2]=0,6$  mol/l bo'lsa, boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) yig'indisini hisoblang.

A) 1,2; B) 10,8; C) 0,8; D) 7,2.

4.  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  reaksiyaning muvozanat konstantasi  $850^\circ\text{C}$  da 1 ga teng. CO va  $\text{H}_2\text{O}$  larning boshlang'ich konsentratsiyalari 6 va 8 mol/litr bo'lsa, ularning muvozanat holatidagi konsentratsiyalarini (mol/litr) aniqlang.

A) 3,4; 3,4; B) 2,6; 4,6; C) 9,4; 11,4; D) 1,2; 3,4.

5. Quyidagi berilgan reaksiyalarning qaysilarida bosimning oshishi muvozanatga ta'sir qilmaydi?



A) 3,4; B) 1, 3; C) 2,4; D) 3.

6. Oltinugurt (IV) oksid va azot (IV) oksid o'rta sida boruvchi  $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$  reaksiyada; ma'lum vaqtdan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ( $K_M=1$ ) moddalarning konsentratsiyalari  $[\text{SO}_2] = 4 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{SO}_3] = 3 \text{ mol/l}$  va  $[\text{NO}] = 3 \text{ mol/l}$  bo'lsa, azot (IV) oksidining muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

7. Uglerod (IV) oksidi va vodorod o'rta sida boruvchi  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyada; ma'lum vaqtdan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ( $K_M = 1$ ) moddalarning konsentratsiyalari:  $[\text{CO}_2] = 12 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{CO}] = 6 \text{ mol/l}$  va  $[\text{H}_2\text{O}] = 6 \text{ mol/l}$  bo'lsa, vodorodning muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

8. Vodorod va azotdan ammiak sintez qilish reaksiyasida:  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$  Barcha moddalarning muvozanat konsentratsiyalari mos ravishda:  $[\text{N}_2] = 0,5 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{H}_2] = 0,1 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{NH}_3] = 0,8 \text{ mol/l}$ ; ga teng bo'lsa, azot va vodorodning reaksiyadan oldingi (dastlabki) konsentratsiyalarini (mol/litr) aniqlang.

9.  $\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} = \text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)}$  sistemada moddalarning muvozanat holatidagi konsentratsiyalari (mol/l) tenglamaga mos ravishda 8, 6, 4 va 12 ga teng. Sistemaga B modddan 2 mol qo'shilgandan so'ng, B va D moddalarning yangi muvozanat konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang (reaksiya hajmi 1 l bo'lgan idishda olib borildi).

A) 3,5; 4,5; B) 7,5; 12,5; C) 5,5; 12,5; D) 7,5; 11,5.

10.  $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} = \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2(g)$  sistemada moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari (mol/l) tenglamaga mos ravishda 6, 3, 2, 9 ga teng. Muvozanat holatdagi sistemadan 2 mol  $\text{CO}_2$  chiqarib yuborildi.  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{H}_2$  larning yangi



muvozanat konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang (reaksiya hajmi 1l bo'lgan idishda olib borildi).

A) 4; 11; B) 2; 10; C) 4,5; 7,5; D) 6; 11.

### Nazorat savollari.

1. Gomogen, getrogen sistemalarga ta'rif bering.
2. Qanday reaksiyalar zanjir reaksiyalar deyiladi?
3. Kimyoviy reaksiyaning qanday holati kimyoviy muvozanat deyiladi?
4. Kimyoviy muvozanat konstantasi qanday omillarga bog'liq?
5. Le-Shatele printsipining ta'rifi nimadan iborat?
6. Quyidagi jarayonlarda bosim va temperatura oshirilganda muvozanat qaysi reaksiya tomonga siljiydi:
  - a)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3 + Q$
  - b)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO} - Q$
  - v)  $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2 + Q$



**Taqdimot № 12**

## 13-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH JARAYONLARI

### 13.1-§. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari

Ba'zi reaksiyalarda elementlarining oksidlanish darajalari o'zgaradi: *elektronini bergan elementlar oksidlanadi va aksincha, elektron qabul qilganlari esa qaytariladi.* Reaksiyalarda shunday qarama-qarshi jarayonlar bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi.

*Elektron bergan elementlar qaytaruvchilar, ularni qabul qilgan elementlar esa oksidlovchilar deb ataladi.*

Masalan,  $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$ . Bu reaksiyada *rux elementi* o'zining tashqi valent pog'onasidagi elektronini kislorod atomiga berishi natijasida *oksidlanadi, kislorod atomi esa* ikkita elektron qabul qiladi, ya'ni o'zi *qaytariladi.* *Rux elementi qaytaruvchi, kislorod esa oksidlovchi* vazifasini bajardi.

➤ *Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari:*

---

*Moddalar tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajalari o'zgarishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb ataladi.*

---

Oksidlovchi va qaytaruvchilar yuqorida keltirilgan tenglamadagi kabi oddiy atomlar yoki murakkab moddalar tarkibidagi atomlar holida ham bo'lishi mumkin.

Oksidlanish – atom yoki ionning elektron berish protsessi, qaytarilish – atom yoki ionning elektron biriktirib olish protsessidir. Modomiki, bir element atomlari yoki ionlari boshqa element atomlari yoki ionlari bergan elektronlarni biriktirib olar ekan, oksidlanish protsessi hamma vaqt qaytarilish protsessi bilan birgalikda sodir bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish protsessida elektronlar hamma vaqt ham bir element atomlaridan boshqa element atomlariga o'tavermaydi. Chunonchi, kovalent bog'lanish hosil bo'lishida elektron zichlik atomlardan biri tomonga siljiydi, xolos: atomlardan birida elektron zichlik ortib ketsa, boshqasida kamayib ketadi.

Oksidlovchi – bu o'ziga elektron biriktiruvchi atom yoki ion, qaytaruvchi o'zidan elektron beruvchi atom yoki iondir. Bunda oksidlovchi qaytariladi, qaytaruvchi esa oksidlanadi.

Elektron manfiy zaryadli bo'lgani uchun oksidlanishda elementning valentligi ortadi (algebraik jihatdan), qaytarilishda esa kamayadi.

Oksidlanish darajasi elektr zaryad miqdori bilan ifodalanadi. Bunda kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida elektronlar elektr manfiyligi yuqori bo'lgan atomga butunlay taalluqli deb, ya'ni molekula butunlay ionlardan tashkil topgan bo'lib, birikmalardagi oksidlanish darajasi ion zaryadiga teng, deb hisoblanadi.

Element atomining oksidlanish darajasi qiymati uning valentligi qiymatiga teng bo'lishi ham, teng bo'lmasligi ham mumkin, chunki oksidlanish darajasi deyilganda ayni bir element atomlari orasida hosil bo'ladigan elektron juftlar miqdori hisobga olinmaydi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini yozishda oksidlanish darajalari o'zgaradigan elementlarning oksidlanish darajalarini to'g'ri aniqlay bilish kerak. Elementning birikmadagi oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qoidalariga amal qilish zarur:

1. Molekula hamma vaqt elektroneytraldir.

2. Kislorod o'zining hamma birikmalarida  $-2$  oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Peroksid birikmalar bundan mustasno bo'lib, ulardagi kislorodning oksidlanish darajasi  $-1$  ga teng bo'ladi (masalan,  $K_2O_4$  da) va fluor oksidida kislorod  $+2$  oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

3. Vodород o'zining hamma birikmalarida  $+1$  oksidlanish darajasiga ega. Gidridlar bundan mustasno bo'lib, ulardagi vodorod atomlarining oksidlanish darajasi  $-1$  ga teng.

4. Metallarning birikmalardagi oksidlanish darajalari hamma vaqt musbat bo'ladi.

5. Elementning oddiy moddadagi oksidlanish darajasi nolga teng bo'ladi.

Binar birikmalarda elementning oksidlanish darajasi (agar shu element bilan birikkan ikkinchi elementning oksidlanish darajasi ma'lum bo'lsa), bunday topiladi: ikkinchi elementning atomlari soni uning oksidlanish darajasiga ko'paytirilib, oksidlanish darajasi noma'lum bo'lgan elementning atomlari soniga bo'linadi. Topilgan oksidlanish darajasi teskari ishora bilan belgilanadi. Masalan,  $MnO_2$  da marganesning oksidlanish darajasi:  $-\frac{2(-2)}{1} = +4$  ga teng bo'ladi.

Shuningdek, alyuminiy oksid  $Al_2O_3$  da alyuminiyning oksidlanish darajasi  $-\frac{3(-2)}{2} = +3$  ga teng.

Molekulasi uch xil element atomlaridan tuzilgan birikmadagi elementning oksidlanish darajasini – elementlardan ikkitasining oksidlanish darajasi ma'lum bo'lganda bunday topiladi: avval manfiy zaryadlar hisoblanadi va bundan ma'lum musbat zaryadlar soni ayirib tashlanadi. Teskari ishora bilan olingan ayirma izlanayotgan elementning oksidlanish darajasi bo'ladi. Masalan, bromning kaliy

bromatdagi oksidlanish darajasi bunday aniqlanadi: manfiy zaryadlar kislorod atomi hisobiga  $-6$  ga teng bo‘ladi:  $(-2 \cdot 3 = -6)$ . Molekula elektroneytral bo‘lishi uchun musbat zaryadlar ham  $6$  ta bo‘lishi kerak. Demak, bromning oksidlanish darajasi  $+5$   $(6 - 1) = 5$ .

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini to‘g‘ri yozish uchun oksidlovchilar va qaytaruvchilarning xossalarini yaxshi bilish kerak.

### **Nazorat savollari:**

1. Valentlik bilan oksidlanish darajasi orasidagi farqni aytib bering.
2. D.I.Mendeleyevning elementlar davriy sistemasiga qarab, qaysi elementlar oksidlovchi, qaysilari qaytaruvchi bolishini 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. Quyidagi moddalarda har qaysi atomning oksidlanish darajasini toping:  $C_2H_5OH$ ,  $H_2SO_3$ ,  $Cu$ ,  $C_2H_6$ ,  $HNO_3$ ,  $CH_3COOH$ ,  $CuSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $FeS_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $C_2H_4$ .

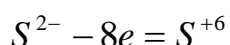
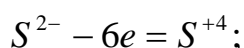
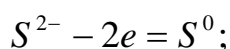
### **13.2-§. Eng muhim oksidlovchilar va qaytaruvchilar**

Qaytaruvchilar. Erkin holdagi metallmaslar, ularning metallar bilan hosil qilgan binar birikmalari, o‘zining oksidlanish darajasini orttira oladigan metallar va ularning ionlari, shuningdek, metallar va metallmaslarning murakkab ionlari (bulardagi metall yoki metallmasning oksidlanish darajasi oraliq qiymatga ega bo‘lganda) qaytaruvchi bo‘lishi mumkin.

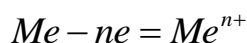
M e t a l l m a s l a r (vodorod, oltingugurt, uglerod, .kremniy, selen va boshqalar), odatda, yuqori temperaturada yoki juda yuqori temperaturada qaytaruvchi bo‘lishi mumkin. Metallmaslar elektron berib, ko‘pincha kovalent

bogʻlanishli yoki baʼzan ion bogʻlanishli murakkab moddalarga aylanadi. Galogenlar, odatda elektronlar bermaydi va galogenlarning kislorodli birikmalari disproporsiyalanish reaksiyalari yoki elektrokimyoviy oksidlanish yordamida hosil boʻladi.

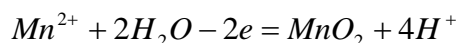
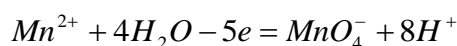
Metallmaslarning metallar bilan hosil qiladigan binar birikmalari – gidridlar, boridlar, arsenidlar, karbidlar, silitsidlar, fosfidlar, nitridlar, sulfidlar, selenidlar, telluridlar va galogenidlardan iboratdir. Bordi-yu, qaytaruvchilar D. I. Mendeleev davriy sistemasining ayni bir guruxsiga mansub boʻlsa, ularning aktivligi yuqoridan pastga tomon ortadi. Chunonchi, vodorod tellurid va telluridlar vodorod selenid va selenidlarga nisbatan, bularning oʻzi esa vodorod sulfid va sulfidlarga nisbatan ancha kuchli qaytaruvchilar hisoblanadi. Bu gap galogenidlarga ham taallulidir. Bromidlar va yodidlar ayni bir oksidlovchi bilan xloridlarga nisbatan ancha osoy oksidlanadi. Manfiy zaryadlangan ionlar oksidlovchining aktivligiga qarab erkin metallmaslarga va hatto oʻzlarining eng yuqori oksidlanish darajalarigacha oksidlanadi:



Metallar aktivliklariga qarab kuchlanish qatoriga joylashtiriladi. Ularning aktivligi qaytaruvchi kabi bu qatorda chapdan oʻngga tomon kamayadi. Metallar bunday sxema boʻyicha oksidlanadi:



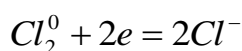
Metallarning ionlari, oʻzlarining oksidlanish darajalarini orttirish qobiliyatiga ega masalan, temir (II), mis (I), qalay (II), simob (I), marganes (II), xrom (III) va boshqa ionlar oksidlovchining kuchi va muhitga qarab yo eng yuqori oksidlanish darajasigacha, yoki biror oraliq qiymatgacha oksidlanishi mumkin:



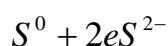
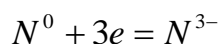
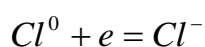
Murakkab molekula va ionlar. Qaytaruvchilarning bu guruxsiga shunday moddalarning molekulari kiradiki, bu molekularida qaytaruvchi elementlar oraliq oksidlanish darajalariga ega bo‘ladi. Masalan, uglerod monoksid, azot monoksid, temir va xrom monoksidlari, oltinugurt va marganes dioksidlari, sulfid kislota va uning tuzlari, nitrit kislota va uning tuzlari, vodorod peroksid va boshqa moddalar shular jumlasidandir. Bu birikmalarning ko‘pchiligi (masalan, oltinugurt va marganes dioksidlari, sulfid va nitrit kislotalar, vodorod peroksid va boshqalar), o‘zlari reaksiyaga kirishadigan moddalarning xossalari qarang yo oksidlovchi yoki qaytaruvchi xossalari namoyon qilishi mumkin. Masalan, oltinugurt dioksid yoki sulfid kislota oksidlovchilar (kislrorod, galogenlar) bilan o‘zaro ta’sirlashganda qaytaruvchi xossalari, vodorod sulfid bilan reaksiyaga kirishganda esa oksidlovchi xossalari namoyon qilishi mumkin.

Oksidlovchilar. Metallmaslar, metall ionlari va murakkab ionlar yoki molekular oksidlovchi bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Metallmaslar. Metallmaslar atomlarining tashqi qavatida 4 tadan 7 tagacha elektron bo‘ladi. Shuning uchun ular sakkiz elektronli qobiq hosil bo‘lguncha elektron biriktirib olishi yoki tegishli miqdordagi umumiy elektron juftlar hosil qila olishi mumkin. Bunday hollarda metallmaslarning oksidlanish darajalari manfiy son bilan ifodalanadi. Elektron biriktirish yoki umumiy elektron juftlar hosil qilish yettinchi gurux elementlarida hammadan oson, to‘rtinchi gurux elementlarida esa qiyinroq ro‘y beradi. Beshinchi va oltinchi guruxlarning elementlari bu xususda oraliq holatni egallaydi. Metallmaslarning qaytarilish protsessini sxematik ravishda quyidagicha tasvirlash mumkin:

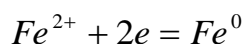
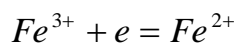
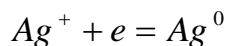


yoki



va boshqalar.

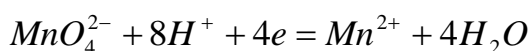
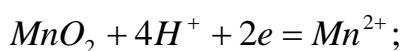
Metall ionlari elektronlar biriktirib, erkin metallargacha yoki juda quyi oksidlanish darajalarigacha qaytarilishi mumkin:



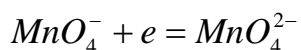
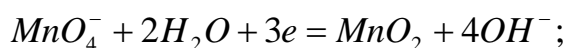
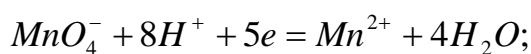
Metall qanchalik kam aktiv bo'lsa, uning ioni elektronlarni shunchalik oson biriktiradi. Masalan, kumush ionlari temir ionlariga nisbatan elektronlarni osonroq biriktiradi, shuning uchun kumush ionlari temir ionlariga qaraganda ancha kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Ishqoriy metallar va ishqoriy-yer metallarning ionlari faqat elektrokimyoviy yo'l bilan qaytarilgandagina elektronlar biriktiradi. Eritmalarda boradigan reaksiyalarda ular oksidlovchi bo'la olmaydi.

Oksidlovchi bo'la oladigan murakkab ion va molekulariga quyidagilar kiradi:

Marganesning kislorodli birikmalari  $MnO_2$ ,  $K_2MnO_4$  va  $KMnO_4$ . Marganes dioksid  $MnO_2$  va kaliy manganat  $K_2MnO_4$  faqat kislotali muhitdagina oksidlovchi xossasini namoyon qiladi. Ularning oksidlanish darajalari +2 gacha o'zgaradi:



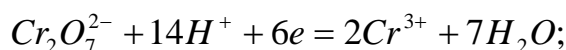
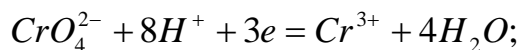
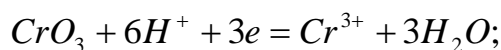
Kaliy permanganat kislotali muhitda ham, neytral muhitda ham oksidlovchi xossalarini namoyon qiladi. Marganesning oksidlanish darajasi muhitning tabiatiga qarab turlicha o'zgaradi: kislotali muhitda marganes  $Mn^{2+}$  gacha, neytral muhitda dioksidgacha, ishqoriy muhitda manganatgacha qaytariladi:



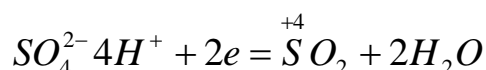
Xromning kislorodli birikmalari  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , va  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  Xromat va dixromat ionlar eritmada bir vaqtning o'zida bo'la oladi va ularning konsentratsiyalari muhitning kislotaliligiga bog'liq bo'ladi:



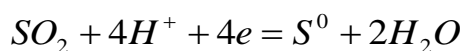
Eritmada vodorod ionlari ortiqcha bo'lganda (kislotali muhit) xromat-ionlar dixromat-ionlarga aylanadi, gidroksid ionlar ortiqcha bo'lganda (ishqoriy muhit) esa, buning aksi bo'lgan hodisa kuzatiladi. Xromning kislorodli birikmalari, odatda, kislotali muhitda oksidlovchi xossalarga ega bo'ladi. Xromning qaytarilish protsessi bunday sxema bo'yicha sodir bo'ladi:



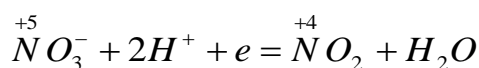
Konsentrlangan sulfat kislota qizdirilganda oksidlovchi xossalariga ega bo'ladi. Bunda oltingugurtning oksidlanish darajasi +4 ga kamayadi;



Oltingugurt dioksid ham kuchli qaytaruvchilar ishtirokida oksidlovchi xossalarini namoyon qilishi mumkin:

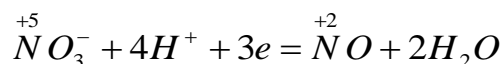


Nitrat kislota konsentrlangan va suyultirilgan eritmalarda ham oksidlovchi hisoblanadi. Nitrat kislotada metallar ham, metallmaslar ham eriy oladi. Ba'zi metallar (temir, xrom, alyuminiy) konsentrlangan nitrat kislotada passivlanadi va shuning uchun unda erimaydi. Metallar va metalmaslar konsentrlangan nitrat kislotada eriganda azotning oksidlanish darajasi +5 dan +4 gacha o'zgaradi:

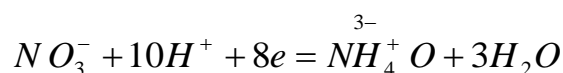
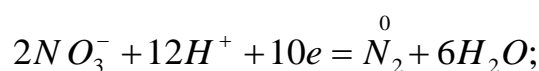
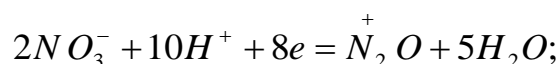




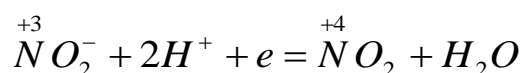
Metallmaslar suyultirilgan nitrat kislotada eriganda azotning oksidlanish darajasi +5 dan +2 gacha o'zgaradi.



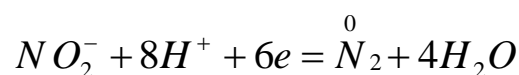
Aktiv metallar suyultirilgan nitrat kislotada eriganda azotning oksidlanish darajasi +5 dan -3 ga o'zgaradi; bunda oksidlanish darajasi oraliq holatni egallaydigan birikmalar hosil bo'ladi:



Nitrit kislotasi faqat past temperaturada (0°C atrofida) va juda suyultirilgan eritmalaridagina barqarordir. Bu kislotasi nihoyatda kuchli oksidlovchidir. Nitrit kislotasi nitrat kislotadan farq qilib, yodidni erkin yodgacha qaytaradi. Nitrit kislotadagi azotning oksidlanish darajasi hamma vaqt +3 dan +2 gacha o'zgaradi:



Faqat ammoniy nitrit qizdirilib parchalangandagina azotning oksidlanish darajasi +3 dan 0 gacha o'zgaradi:



### Nazorat savollari:

1. Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossalriga ega bo'lgan moddalarni toping (kationlar xossalari hisobga olmag). 1) nitrat kislotasi; 2) nitrit kislotasi; 3) vodorod sulfid; 4) xrom(III)xlorid; 5) vodorod peroksid; 6) sulfat kislotasi; 7) kaliy dixromat; 8) sulfit kislotasi;

A) 1,2,5,7 B) 2,4,5,7 C) 2,3,6,7 D) 2,4,5,8 E) 2,5,7,8

2. Qaysi moddalar faqat qaytaruvchilik xossalariga ega (kationlar xossalarini hisobga olmang)? 1) kaliy nitrit; 2) vodorod peroksid; 3) natriy; 4) xlorid kislota; 5) brom; 6) uglerod; 7) ammiak; 8) qo'rg'oshin(IV)oksid;

A) 1,2,3 B) 3,4,5 C) 3,6,7 D) 3,4,7 E) 3,5,7

3. Qaysi reaksiyada vodorod oksidlovchidir?

A)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow$  B)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$  C)  $\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow$  D)  $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow$  E)  $\text{P} + \text{H}_2 \rightarrow$

4. Qaysi gidridlar oksidlovchi xossasiga ega? 1)  $\text{CH}_4$ ; 2)  $\text{NH}_3$ ; 3)  $\text{H}_2\text{O}$ ; 4)  $\text{HF}$ ;

A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 2,3 E) 3,4

5. Quyidagi moddalardan qaysi biri oksidlovchi xossasiga ega?

A)  $\text{H}_2$  B)  $\text{H}_2\text{S}$  C)  $\text{HCl}$  D)  $\text{PH}_3$  E)  $\text{CaH}_2$

6. Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'la oladigan moddalarni ko'rsating.

1.  $\text{H}_2$ ; 2.  $\text{O}_2$ ; 3.  $\text{H}_2\text{S}$ ; 4.  $\text{CH}_4$ ; 5.  $\text{Li}$ ; 6.  $\text{HCHO}$ ; 7.  $\text{HClO}_4$ ; 8.  $\text{O}_3$ ;

A) 1,3,5 B) 2,4,8 C) 3,5,7 D) 1,2,6 E) 3,4,5

7. Қайси моддалар фақат оксидловчи хоссасини намоён қилади?

1.  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ; 2.  $\text{HClO}_4$ ; 3.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 4.  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ; 5.  $\text{HNO}_3$ ;

A) 1,2,3 B) 1,2,5 C) 2,3,4 D) 2,3,5 E) 3,4,5

8. Quyidagi moddalardan qaysi biri faqat oksidlovchi xossasini namoyon etadi?

A)  $\text{KNO}_2$  B)  $\text{NH}_4\text{OH}$  C)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  D)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  E)  $\text{MnO}_2$

9. Azotning quyidagi birikmalaridan qaysi birlari ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossalarini namoyon qiladi? 1) ammiak; 2) nitrit kislota; 3) nitrat kislota; 4) azot(V)oksid; 5) natriy nitrit;

A) 3,4 B) 2,5 C) 1,2 D) 4,5 E) 1,3

10. Berilgan moddalardan qaysi birlari ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossalarni namoyon qiladi? 1) nitrat kislota; 2) nitrit kislota;

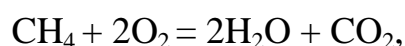
3) vodorod sulfid; 4) xrom(III)xlorid; 5) ammiak; 6) sulfit kislota; 7) vodorod peroksid; 8) kaliy dixromat; 9) marganets (VI)oksid;

A) 2,4,6,7,9 B) 2,3,5,7,9 C) 1,2,5,6,8 D) 4,5,6,8,9 E) 1,3,4,5,8

### 13.3-§. Reaksiya tenglamasi koeffitsientlarini tanlash usullari

**Elektron balans usuli.** Bu usul *oksidlovchining qabul qilgan va qaytaruvchining bergan elektronlari soni bir-biriga teng bo'lishi shartiga asoslangan.*

Reaksiya davomida elementlarning faqat oksidlanish darajalarining o'zgarishini hisoblash asosida olingan va berilgan elektronlar soni topiladi; bu borada elementlar valentligiga asoslanib bo'lmaydi. Deyarli hamma organik moddalarning valentliklari shunday reaksiyalarda o'zgarmaydi; masalan, metanning yonishi va xlorlanish reaksiyalariga ahamiyat beraylik:



ikkala reaksiyada ham uglerod atomining valentliklari o'zgarmadi, lekin metandagi uglerodning oksidlanish darajasi -4 dan  $\text{CO}_2$  ga o'tganda +4 gacha, keyingi reaksiyada esa 0 gacha ortadi. Faqat oksidlanish darajasigina yuz bergan hodisalarni tushunishga yordam beradi.

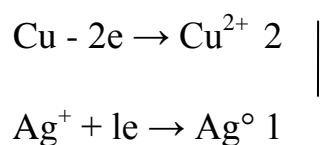
Bu usul reaksiyada qatnashuvchi oksidlovchining biriktirgan elektronlar sonini qaytaruvchining bergan elektronlari soniga tenglashtirish bilan cheklanadi. Reaksiya tenglamasini tuzish uchun reaksiyaga kirishuvchi boshlang'ich moddalar va reaksiya mahsulotlarining formulalarini bilish zarur. Hosil bo'lgan

mahsulotlardagi qaytarilgan va oksidlangan moddalarning reaksiya davomida oksidlanish darajalari aniqlanishi kerak.

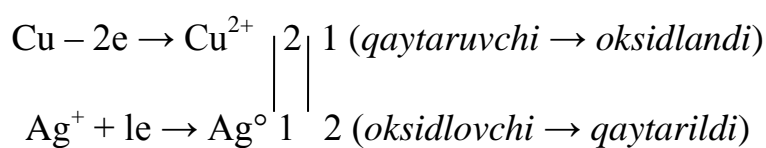
Bir necha misollar yordamida bu usulni o'quvchilarga eslatamiz.

**1-misol.** Mis simi bilan kumush nitrat eritmasi orasidagi reaksiya tenglamasida o'z oksidlanish darajasini o'zgartgan elementlar ostiga chizib chiqamiz:  $\underline{\text{Cu}} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \underline{\text{Cu}}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$

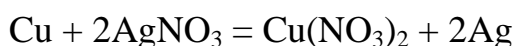
Har bir oksidlovchi va qaytaruvchining ishtirokini aks ettirish uchun elementning bergan va biriktirib olgan elektronlar sonini ko'rsatuvchi elektron sxemani tuzamiz:



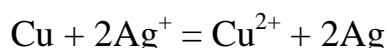
Bu sxemaning o'ng tomonida vertikal chiziqdan keyin reaksiyada qatnashgan elektronlar soni yoziladi. Bu raqamlarning ko'paytuvchisi 2 ga teng, bu raqamni mis va kumushning oksidlanish darajasini o'zgartuvchi elektronlar soniga bo'lib, natijalarni keyingi vertikal chiziq orqasiga yozamiz:



Olingan raqamlar tegishli elementlarning tenglamadagi koeffitsienti bo'ladi:



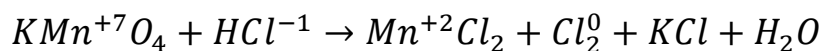
Reaksiyada ishtirok etgan zarrachalarning o'zlarinigina ko'rsatish maqsadida jarayonning qisqartirilgan ion tenglamasini keltiramiz.



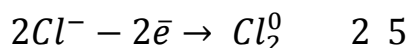
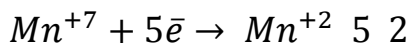
**2-misol.** Kaliy permanganatning konsentrlangan xlorid kislota bilan reaksiya tenglamasi:



Oksidlanish darajasi o'zgargan elementlarning oksidlanish darajalari qiymatlarini qo'yib chiqamiz:



Oksidlovchi va qaytaruvchilarning xususiy elektron sxemalarini tuzamiz:

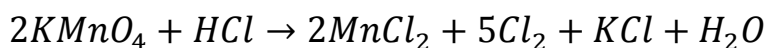


Ikkinchi qatordagi xlorning oksidlangan shakli – xlor molekulasida ikki atomdan hosil bo'lgani sababli reaksiyadan oldingi ionidan ikkita olish kerak (*material balans* yuzaga keltiriladi).

Topilgan elektronlar sonini qisqartirib bo'lmaydi, shuning uchun oksidlovchi qabul qilgan elektronlar sonini oksidlangan xlor molekulasiga koefitsient qilib yoziladi. Reaksiyada qatnashgan zarrachaning qaysi biri uchun topilgan raqam koefitsient bo'lishini to'g'ri topish ahamiyatlidir. Topilgan koefitsientni HCl, MnCl<sub>2</sub> yoki KCl oldiga qo'yilmaydi, topilgan 5 koefitsientni faqat oksidlangan zarracha oldiga qo'yish to'g'ri bo'ladi. Qolgan hollardagi xlor ioni kationlarni bog'lashdagina qatnashadi:



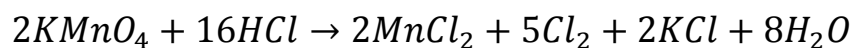
Qaytarilgan marganes atomi oldiga ham, boshlang'ich KMnO<sub>4</sub> oldiga ham 2 koefitsientni qo'yish kerak. Bu zarrachalar tenglamaning ikki tomonida bittadan modda tarkibida uchraydi:



KMnO<sub>4</sub> ning koefitsienti 2 ni KCl oldiga ham qo'yiladi:



Tenglamaning o'ng tomonidagi xlor atomlarini tutgan zarrachalar koefitsientlari tanlanib bo'ldi, endi ularning soniga teng bo'lgan qiymat 16(2-2 + 5-2 + 2) ni HCl oldiga qo'yish kerak. Endi atomlar soniga teng miqdordagi vodorod atomlari soni o'ng tomonda va chap tomonda teng bo'lishi uchun 8 koefitsientni suv molekulasida oldiga qo'yamiz:

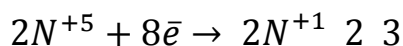
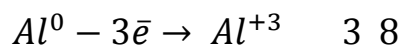


Kislorod atomlari soni chap va o'ng tomonda bir xil bo'lishini tekshirish oson. Ikkala tomonda zarrachalar miqdori balans holiga kelgan tenglamada  $\rightarrow$  o'rniga tenglik alomatini yozish o'rinli bo'ladi.

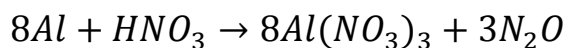
**3-misol.** Suyultirilgan nitrat kislota bilan aluminiy orasidagi reaksiyada aluminiy o'zining maksimal oksidlanish darajali  $Al(NO_3)_3$  ni hosil qilib oksidlanadi, azot +5 holatdan azot(I) oksidgacha qaytariladi:



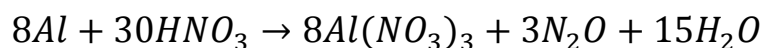
Oksidlovchi va qaytaravchilarning xususiy elektron sxemalari:



Reaksiyada qatnashgan Al zarrachalari ikkala tomonda ham bittadan bo'lgani sababli topilgan koeffitsientlar (8) ni ular oldiga, azotning koeffitsientini esa faqat qaytarilgan mahsulotdagi  $N_2O$  oldiga qo'yamiz:

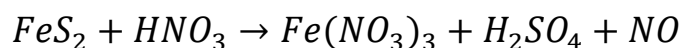


Tenglamaning o'ng tomonida 30 ta azot atomi bo'lgani uchun shu raqamni  $HNO_3$  oldiga va undagi 30 ta vodorodga teng bo'ladigan 15 ta suv molekulasini oldiga yozamiz:



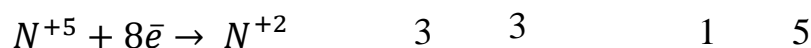
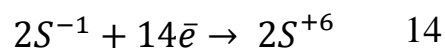
Tenglamaning chap va o'ng tomonida 90 tadan kislorod atomlari bor.

**4-misol.** Reaksiyada yagona oksidlovchi va ikkita qaytaruvchi bo'lgan reaksiya  $FeS_2 + HNO_3$  tenglamasida temir va oltingugurt atomlarining oksidlanish darajalari +2 va -1 dan tegishli ravishda +3 va +6 ga o'tadi, nitrat kislotadagi azotning oksidlanish darajasi +5 dan +2 ga o'tadi:



Har bir elementning xususiy elektron tenglamalarini tuzamiz:

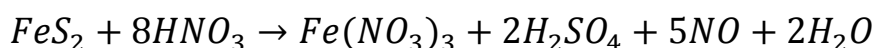




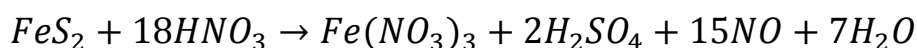
Topilgan koeffitsientlarning birini pirit oldiga, ikkinchisini esa NO oldiga qo'yish kerak, chunki qaytarilgan azotdan tashqari mahsulotlar orasida bog'langan, oksidlanish darajasi o'zgarmagan azot ham bo'lgani sababli bu koeffitsientni faqat oksidlanish darajasi pasaygan azot birikmasi oldiga qo'yish kerak:



O'ng tomondagi azot atomlarining soni 8 ta bo'lgani uchun bu raqamni chap tomondagi HNO<sub>3</sub> oldiga qo'yamiz, undagi 8 ta vodorod atomi 2 mol sulfat kislotada va yana qo'shimcha 2 mol suv tarkibida bo'ladi:



Agar shunday reaksiyada konsentrlangan nitrat kislota olinganda edi, quyidagi tenglamaga



ega bo'lishimizni o'quvchilar keltirib chiqarishini tavsiya etamiz.

Shunga o'xshagan tenglamalarda yagona modda tarkibidagi ikkita element oksidlanishi ro'y berganda ular uchun ayrim-ayrim xususiy elektron sxemalar tuzmasdan ham koeffitsientlarni tanlash mumkin.

### Nazorat savollari:

1.  $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$  tenglamadagi oksidlovchi va qaytaruvchining koeffitsientlarini toping.

A) 2,8 B) 1,4 C) 2,4 D) 1,6 E) 1,8

2. Apatitdan fosfor olish reaksiyasi  $Ca_3(PO_4)_2 + C + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + P + CO$  tenglamasining koeffitsientlar yig'indisini hisoblang.

A) 14 B) 16 C) 17 D) 19 E) 21

3. Butanni kislotali sharoitda kaliy permanganat bilan etil atsetatgacha oksidlash reaksiyasi tenglamasining o'ng tomonidagi moddalar koeffitsientlari yig'indisini hisoblang.



A) 20 B) 28 C) 48 D) 27 E) 54

4. Quyidagi tenglamaning o'ng tomonidagi moddalar koeffitsientlarini hisoblang.

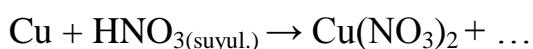


A) 3 B) 4 C) 17 D) 19 E) 20

5. Quyidagi reaksiyada  $\text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$  moddalar koeffitsientlari yig'indisini hisoblang.

A) 22 B) 20 C) 19 D) 44 E) 17

6. Quyidagi reaksiya tenglamasidagi koeffitsientlar yig'indisini toping.

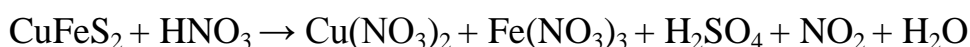


A) 14 B) 16 C) 20 D) 22 E) 24

7. Quyidagi reaksiyada qatnashgan moddalarning koeffitsientlar yig'indisini toping.  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$

A) 52 B) 48 C) 27 D) 26 E) 54

8. Quyidagi tenglamadagi oksidlovchining koeffitsientini toping.



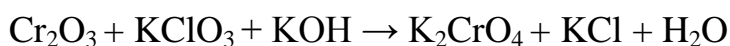
A) 18 B) 20 C) 22 D) 24 E) 26

9. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi tenglamasidagi koeffitsientlar yig'indisi nechaga teng?



A) 3 B) 16 C) 5 D) 2 E) 4

10. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi tenglamasidagi koeffitsientlar yig'indisi nechaga teng?



A) 6 B) 8 C) 12 D) 15 E) 11

### 13.4-§. Yarim reaksiyalar usuli

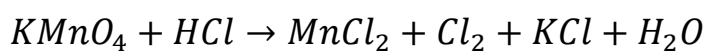
Elektron balans usulida biz xususiy elektron sxemalari yozishda haqiqatda eritmada mavjud bo'la olmaydigan zarrachalarga tegishli oksidlanish darajasini yozdik. Lekin, suvli eritmada biz  $\text{MnO}_4^-$  ioni o'rniga  $\text{Mn}^{+7}$  ni (2-misol),  $\text{NO}_3^-$



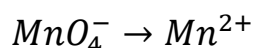
oʻrniga  $N^{+5}$ ,  $N_2O$  ni  $N^{+1}$  holida (3-misolda), suvda erimaydigan  $FeS_2$  ni  $Fe^{+2}$  va  $S^{-1}$  (4-misol) va boshqa hollarda murakkab modda tarkibini soddalashtirib, haqiqatda yoʻq boʻlgan zarrachalarni, shu zarrachalardagi elektronlarni toʻgʻridan-toʻgʻri bir elementdan ikkinchi elementga oʻtishini juda soddalashtirilgan, amalda kuzatilishi mumkin boʻlmagan usulda yozdik. Bunday holatlar har doim ion atrofidagi zarrachalar yoki ularga koordinatsiyalangan erituvchi molekulalari vositasida yuz beradi.

Shu sababli, elektron balans usuli haqiqatda sodir boʻlmaydigan jarayonni koeffitsient tanlashga jalb etadi. Quyida xususiy elektron sxemalarini atom, molekula yoki ion vositasida tuzamiz va tegishli oʻrinda eritmadagi muhit ( $H^+$ ,  $HO^-$  yoki  $H_2O$  molekulasini) ni jalb etib, har bir sxemada massalar va zaryadlarni tenglik alomatining ikki tomonida oʻzaro teng boʻlishini amalga oshirib masalani hal etamiz.

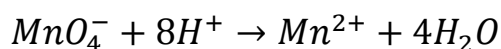
2-misoldagi reaksiya tenglamasini quyidagicha yozamiz:



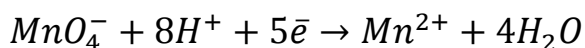
Xususiy elektron sxemani faqat oksidlovchi uchungina yozaylik:



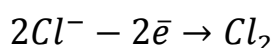
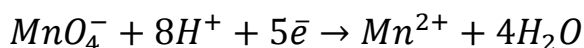
chap tomondagi toʻrtta kislorod atomini oʻng tomonga turgʻun mahsulot — suv holida yozamiz (bunda chap tomonga 8 ta  $H^+$  ionini yozamiz, bu zarracha eritmada HCl dissotsilanishi natijasida paydo boʻladi):



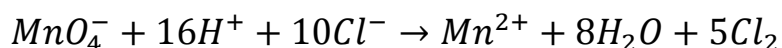
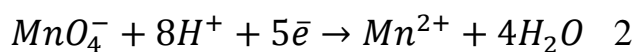
Chap tomondagi 7 ta musbat zaryadga 5 ta elektron qoʻshilgandagina oʻng tomondagi zaryad (+2) ga teng natijani olamiz:



Misolimizning ikkinchi xususiy elektron sxemasi oʻz holida qoladi, ularni birlashtiramiz:

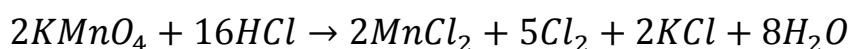


Bu koeffitsientlarni tegishli sxemalarda yozamiz va ikkalasining har bir qismini (bunda topilgan koeffitsientlarni hisobga olishni unutmaslik kerak) qo‘shib, natijani jamlaymiz:

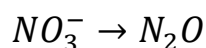


Tenglamaning ikkala tomonidagi zaryadlarning soni (chap tomonda  $-12 + 16 = +4$  va o‘ng tomonda ham  $+4$ ) bir xil bo‘lishiga ishonch hosil bo‘lgandan keyin, olingan tenglama 2-misoldagi reaksiyaning qisqartirilgan ionli ko‘rinishi ekanligini ta’kidlash mumkin.

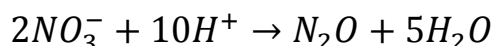
Molekular tenglamada o‘ng tomonga 2 ta  $K^+$ , 6 ta  $Cl^-$  qo‘shilishi kerak, chunki o‘ng tomondagi 2 ta  $Mn^{2+}$  ga 4 ta  $Cl^-$  ioni va  $2K^+$  ga yana 2 ta  $Cl^-$  ionini yozishda balans saqlanib qolishi kerak:



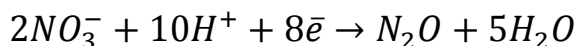
3-misoldagi nitrat kislota qoldig‘i bilan ham shunga o‘xshash amallarni bajaramiz:



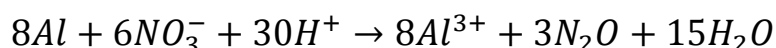
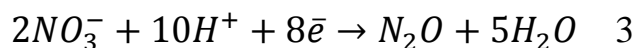
Sxemani quyidagicha yozamiz:



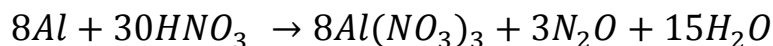
Chap tomondagi zaryadlar yig‘indisi o‘ng tomondagi kabi nolga teng bo‘lishi uchun chap tomonga 8 ta elektron qo‘shib tenglamani qayta yozamiz:



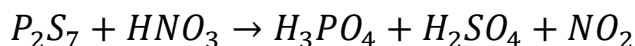
Alyuminiyning oksidlanish sxemasi bilan birlashtirib ularni qo‘shib chiqamiz:



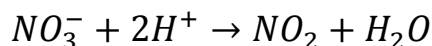
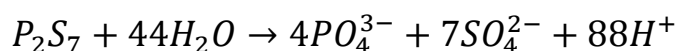
Ikkala tomondagi zaryadlar bir-biriga teng. Endi molekular tenglamani yozishda o'ng tomondagi 8 ta aluminiy ionini bog'lash uchun 24 ta  $\text{NO}_3^-$  ionini chap tomonga qo'shib yozamiz:



Quyidagi misolga to'xtalib o'tamiz.

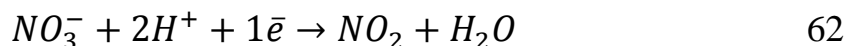
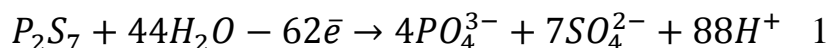


Xususiy electron sxemasi:

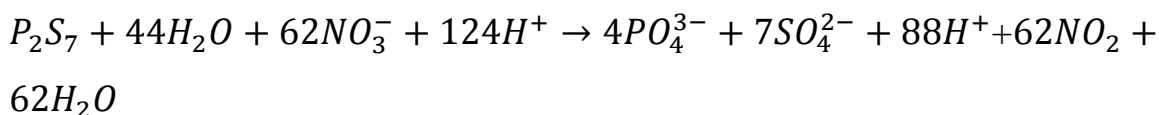


$\text{P}_4\text{S}_7$  ning oksidlangan mahsulotlarini ortofosfat va sulfat ionlari holida yozish uchun birinchi sxemaga 44 ta suv molekulasini qo'shamiz va o'ng tomonga 88 ta  $\text{H}^+$  ionlarini yozib zarrachalar balansini keltirib chiqaramiz.

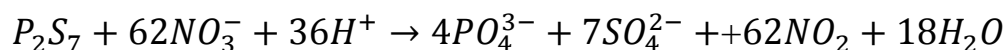
Endi zaryadlar balansini tuzish uchun oksidlangan mahsulotlardagi zaryadlar yig'indisi  $4 \cdot (-3) + 7(-2) + 88 = 62$  ta musbat zaryadni chap tomonda ham paydo bo'lishi uchun undagi zarrachalar zaryadlari yig'indisi 0 dan 62 ta elektronni ayirish kerak. Ikkinchi xususiy sxemaning chap tomoniga bitta elektron qo'shilganda zaryadlar yig'indisi nolga teng bo'ladi:



Tomonlardagi zarrachalar yig'indisini yozamiz:

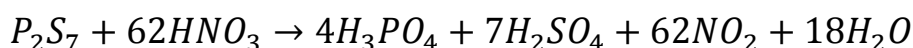


Tenglamani chap tomonidagi  $44\text{H}_2\text{O}$  ni o'ng tomondagi  $62\text{H}_2\text{O}$  dan ayirsak o'ng tomonda 18 ta  $\text{H}_2\text{O}$  qoladi. Chap tomondagi 124 ta  $\text{H}^+$  dan o'ng tomondagi 88 ta  $\text{H}^+$  ni ayirsak, chap tomonda 36 ta  $\text{H}^+$  ionlari qoladi:



Bu tenglikning ikkala tomonidagi zaryadlar -26 tadan ekanligi zaryadlar balansi mavjudligini ko'rsatadi. Tegishli hisoblardan keyin ikkala tomondagi zarrachalar soni ham bir-biriga tengligini ko'ramiz.

Molekular tenglamani tuzish uchun o'ng tomondagi kislota qoldiqlari zaryadiga teng miqdorda  $H^+$  ionlari  $26H^+$  ni qo'shish kerak:



Yarim reaksiya usulida olingan natija elektron balans usulida olingan natijadan farq qilmaydi.

Yarim reaksiya usulining elektron balans usulidan afzalligi xayoliy ionlar  $Mn^{7+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $S^{6+}$ ,  $N^{5+}$ ,  $S^{4+}$  o'rniga eritmada mavjud bo'lgan  $MnO_4^-$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $SO_2$  va boshqa ko'pgina zarrachalar bilan muomala qilinadi. Shunday zarrachalar qatnashadigan ko'pgina jarayonlar – elektroliz, galvanik elementlar ishlashida va boshqa hollarda yarim reaksiya tenglamalari bilan ish tutiladi. Suvli eritmalarda bo'ladigan oksidlanish qaytarilish reaksiya tenglamalarini tuzishda yarim reaksiya uslubining afzalligi shubhasizdir.

### Nazorat savollari:

1.  $KMnO_4 + PH_3 + H_2SO_4 \rightarrow nX + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$  tenglamadagi X moddani, undagi metallmasning oksidlanish darajasini, koeffitsienti (n) ni, va barcha koeffitsientlar yig'indisini toping.

A)  $HPO_3$ ; +5; 8; 32    B)  $P_2O_5$ ; +5; 13; 28    C)  $H_3PO_4$ ; +5; 8; 48

D)  $H_3PO_4$ ; +5; 5; 54    E)  $H_3PO_4$ ; +3; 3; 52

2.  $PCl_3 + KMnO_4 + H_2O = MnCl_2 + H_3PO_4 + KCl + HCl$  tenglamasidagi HCl ning koeffitsientini toping.

A) 3    B) 9    C) 8    D) 4    E) 6

3. Qisqa tenglamasi keltirilgan  $MnO_4^- + I^- \rightarrow Mn^{2+} + I_2$  kislotali muhitda boradigan reaksiyada suv oldidagi koeffitsient nechaga teng?

A) 2 B) 3 C) 8 D) 10 E) 16

4.  $Al + NO_3^- + OH^- + H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^- + NH_3$  reaksiya tenglamasidagi  $NO_3^-$  ionining koeffitsientini toping.

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

5.  $Br^- + BrO_3^- + H^+ \rightarrow Br_2 + H_2O$  reaksiya tenglamasi tenglashtirilganda berilganlardan qaysi birining koeffitsienti katta bo'ladi?

A) brom ionlari B) bromat ionlari C) vodorod ionlari D) brom E) suv molekulasini

6.  $PbO_2 + MnO_2 + HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + HMnO_4 + H_2O$  tenglamani tenglashtiring va  $H_2O$  koeffitsientini aniqlang.

A) 2 B) 3 C) 4 D) 7 E) 14

7.  $Cr_2O_3 + KNO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2CrO_4 + KNO_2 + CO_2$  tenglamadagi  $CO_2$  ning koeffitsientini aniqlang.

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

8.  $KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2C_2O_4 \rightarrow$  tenglamani tugallang va koeffitsienti eng kichik birikmani toping.

A)  $KMnO_4$  B)  $H_2SO_4$  C)  $K_2SO_4$  D)  $CO_2$  E)  $H_2O$

9.  $Cu_2C_2 + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O + NO_2$  reaksiyada oksidlovchining koeffitsienti nechaga teng?

A) 6 B) 16 C) 10 D) 12 E) 11

10. Temir xromit (xromit temirtoshi) ning ko'mir bilan qizdirilishi natijasida hosil bo'lgan moddalardagi xrom, temir va uglerod atomlarining oksidlanish darajalarini va reaksiyaning o'ng tomonidagi koeffitsientlar yig'indisini toping.

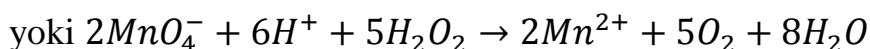
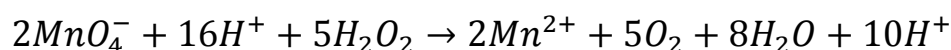
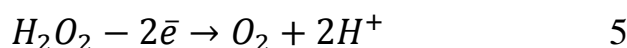
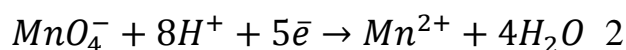
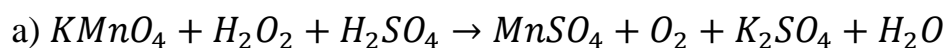
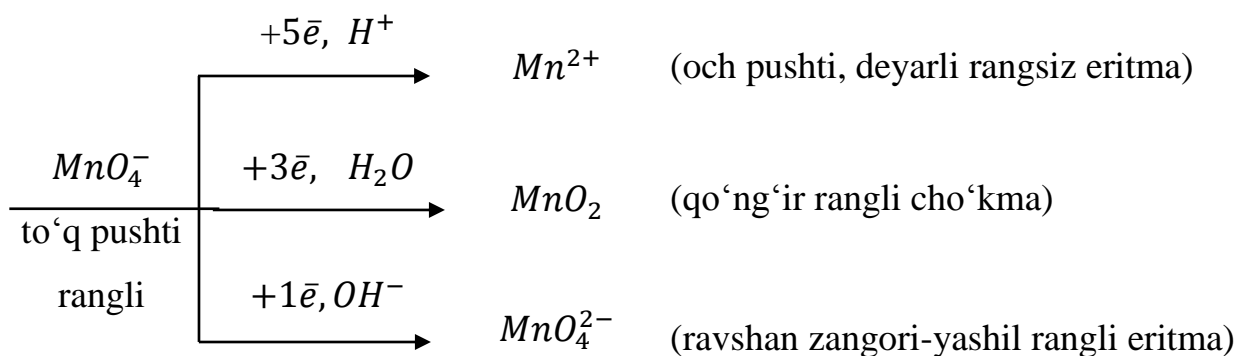
A) 0; 0; +2; 7 B) +2; 0; +4; 8 C) -1; -3; 0; 8 D) +1; +1; +5; 4 E) 0; +3; 0; 7

### 13.5-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga eritma muhitining ta'siri

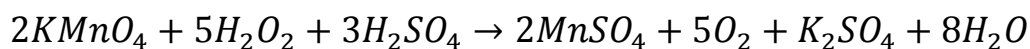
Eritma xususiyati reaksiya borishiga turli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Oksidlovchi va qaytaruvchi orasidagi reaksiyaning yo'nalishiga eritmadagi  $H^+$  va  $HO^-$  ionlarining mavjudligi yoki eritmaning neytral xususiyatga ega bo'lishi katta ta'sir qiladi.

Quyidagi sxemalarda keltirilgan moddalar, qaytaruvchi tabiatiga qaramasdan, sharoit xossasiga bogʻliq boʻlgan tartibda hosil boʻladi.

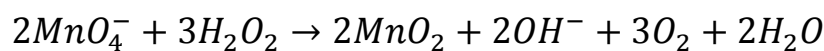
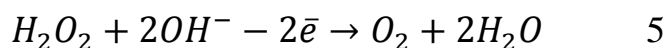
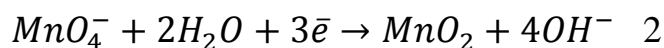
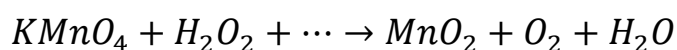
1)  $KMnO_4$  eritmada koʻpchilik qaytaruvchilar bilan reaksiya natijasida tegishli mahsulot hosil qilib qaytarilishi quyidagi sxema bilan ifodalanadi:



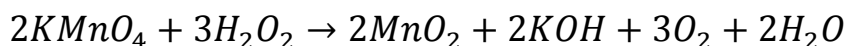
Molekulyar koʻrinishda:



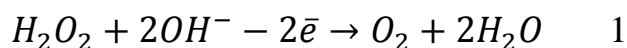
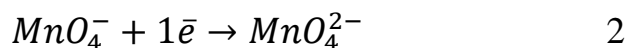
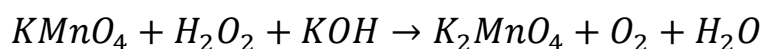
b) Neytral muhitda:

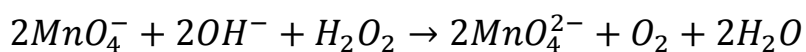


Molekulyar tenglama:

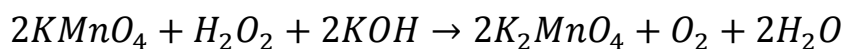


c) Ishqoriy muhitda:



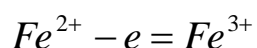


Molekulyar tenglama:

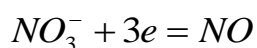


Ikki valentli temir ionini nitrat kislota, ya'ni nitrat-ionlari bilan oksidlanishi reaksiyasi tenglamasini tuzing.

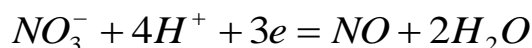
Yechish.  $Fe^{2+}$   $Fe^{3+}$  gacha oksidlanib, bitta elektron beradi:



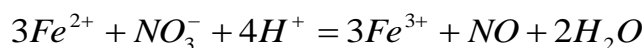
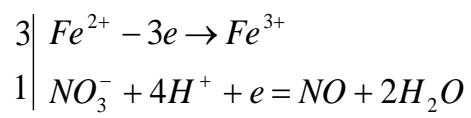
Oksidlovchi bo'lgan  $NO_3^-$  ioni o'rta cha kislotali muhitda NO gacha qaytarilib, uchta elektron qabul qiladi:



$NO_3^-$  dagi ortiqcha kislorodni bog'lash uchun to'rtta vodorod ionini kerak:



Qaytaruvchi beradigan va oksidlovchi qabul qiladigan (elektronlar sonini hisobga olib, tenglamalar hadlab qo'shilsa:



### Nazorat savollari:

1. Kaliy permanganatga vodorod peroksid va sulfat kislota ta'sir ettirilganda, reaksiyadan so'ng qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) kaliy sulfat, kislorod, suv

- B) kaliy sulfat, marganes sulfat, suv
- C) kaliy sulfat, marganes sulfat, kislorod, suv
- D) kaliy sulfat, marganes(IV)oksid, kislorod
- E) kaliy sulfat, marganes(IV)oksid, kislorod, suv
2. Kaliy permanganatni kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda natriy sulfit bilan qaytarishda marganesning qanday birikmalari hosil bo‘ladi?
- A) marganes(II)sulfat, kaliy manganat, marganes(II)gidroksid
- B) marganes(IV)oksid, marganes(II)sulfat, marganes(II)gidroksid
- C) marganes(II)gidroksid, kaliy manganat, marganes(IV)oksid
- D) marganes(II)sulfat, marganes(IV)oksid, kaliy manganat
- E) marganes(IV)oksid, marganes(II)sulfat, marganes(II)sulfat
3. Sulfat kislotali sharoitda kaliy permanganatga natriy nitrit ta’sir ettirilganda, qancha mol suv hosil bo‘ladi?
- A) 3 B) 6 C) 5 D) 8 E) 2
4. Kaliy permanganat eritmasiga qaytaruvchilar ta’sir ettirilganda, qanday muhitda kaliy manganat hosil bo‘ladi?
- A) kuchsiz ishqoriy B) kuchli kislotali C) neytral D) kuchli ishqoriy E) kuchsiz kislotali
5. Xlorning ishqorlar bilan reaksiyasi ( $t=70^{\circ}\text{C}$ ) da xlorning oksidlanish darajalarni va reaksiyada qatnashgan moddalarning koeffitsientlari yig‘indisini hisoblang.
- A) 0; -1; +1; 6 B) 0; -1; +3; 12 C) 0; -1; +5; 18 D) 0; -1; +7; 24 E) 0; -1; 13
6.  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo‘ladi?
- A) S,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2$  B)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  C) S,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$



D)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$       E)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

7. Qaysi moddalar ta'sirida kaliy dixromatning qovoq rangli kislotali eritmasi yashil rangga o'tadi? 1) atsetilen; 2)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; 3)  $\text{FeCl}_2$ ; 4)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; 5) etilen; 6)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; 7)  $\text{KMnO}_4$ ;

A) 1,2,3,4,6    B) 1,2,3,4,7    C) 2,3,5,6,7    D) 1,2,3,4    E) 1,2,3,4,5

8. Qaysi modda kaliy permanganatning kislotali eritmasi bilan reaksiyaga kirishganda, kislorod hosil qiladi?

A)  $\text{SO}_2$     B)  $\text{H}_2\text{S}$     C)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$     D)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$     E)  $\text{H}_2\text{O}_2$

9. Quyidagi reaksiya tenglamasini tugallang va koeffitsientlar yig'indisini hisoblang.  $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots + \dots + \dots$

A) 48    B) 52    C) 54    D) 55    E) 57

10. Quyidagi reaksiyada hosil bo'lgan modda X ni va uning kaliy gidroksid bilan reaksiyasida hosil bo'lgan mahsulot Y ni toping.

$\text{HCl}_{(\text{kons})} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{X} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ ;     $\text{X} + \text{KOH} \rightarrow \text{Y}$

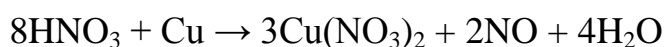
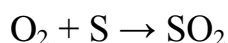
A)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{KOCl}$     B)  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$     C)  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$

D)  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_2$     E)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$

### 13.6-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining sinflashtirilishi

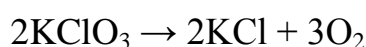
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini 4 sinfga bo'linadi:

1. Atomlararo yoki molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.



Bu reaksiya tenglamalarida oksidlovchi moddalar birinchi holatda yozilgan, ikkinchi moddalar esa qaytaruvchilardir. Bunday reaksiyalarda elektron almashinish jarayoni ikkita modda (atom, molekula) orasida sodir bo‘ladi. Oksidlovchining oksidlanish darajasi pasayadi, qaytaruvchiniki esa ortadi.

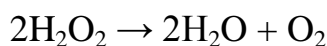
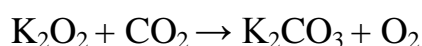
2. *Ichki molekular oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.* Bunday reaksiyalarda yagona modda tarkibida ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi modda bo‘lib, reaksiya shu zarrachalar orasida sodir bo‘ladi. Masalan:



Bunday reaksiyalarda elektron almashinish jarayoni bir molekulaning o‘zidagi zarrachalar orasida sodir bo‘ladi.

3. *Disproporsiyalanish reaksiyalari.*

Bunday jarayonlarda bir element o‘zining oraliq oksidlanish darajasidan ikki xil – biri yuqoriroq, ikkinchisi kichikroq oksidlanish darajasi holatiga o‘tishi kuzatiladi. Masalan:

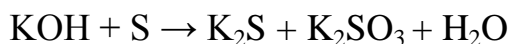
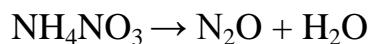


Vodorod peroksid tarkibidagi kislorod atomi oksidlanish darajasi -1 holatdan nolga qadar ko‘tarildi (qaytarildi), ikkinchisida esa, oksidlanish darajasi -2 ga qadar pasaydi (oksidlandi). Bunday reaksiyalarda qatnashadigan moddalardagi elementning oksidlanish darajasi shu elementga xos bo‘lgan oksidlanish darajalarning oraliq holatidan birida bo‘lishi kerak.

4. *Sinproporsiya reaksiyalari.*

Bitta molekulada bir elementning turli xil oksidlanish darajasidagi atomlari reaksiya natijasida bir xil oksidlanish darajadagi birikmalarga aylanishi sinproporsiya reaksiyalariga xosdir.

Masalan:



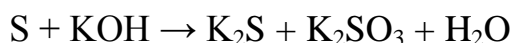
Bunday reaksiyalarda sodir bo'ladigan vaziyat disproporsiyalanishdagi holatning teskarisi ekan.

### Nazorat savollari:

1. Quyidagi reaksiya turini aniqlang.  $\text{KOH} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- A) almashinish B) o'rin olish C) oksidlanish – qaytarilish, disproporsiyalanish  
D) oksidlanish – qaytarilish, molekulalararo – disproporsiyalanish  
E) oksidlanish – qaytarilish, ichki molekulyar – disproporsiyalanish

2. Quyidagi tenglama koeffitsientlarini va reaksiya turini toping.



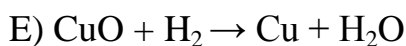
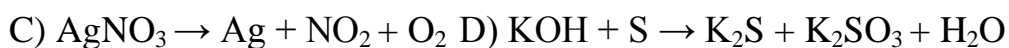
- A) 14, disproporsiyalanish B) 11, almashinish  
C) 14, ichki molekulyar D) 15, disproporsiyalanish E) 15, neytrallanish

3. Vodorod peroksiddan kislorod hosil bo'lishi reaksiyaning qaysi turiga taalluqli?

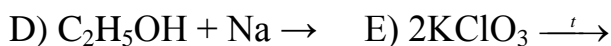
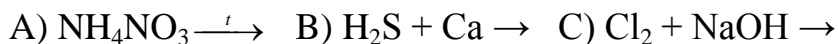
- A) gidroliz B) molekulalararo oksidlanish – qaytarilish  
C) ichki molekulyar oksidlanish – qaytarilish D) neytrallanish E) disproporsiya

4. Quyidagi oksidlanish–qaytarilish reaksiyalaridan qaysi biri disproporsiyalanish reaksiyasi hisoblanadi?

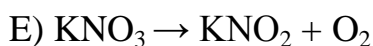
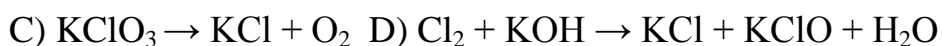
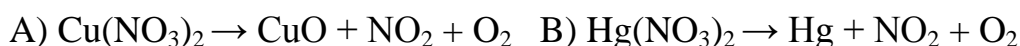
- A)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  B)  $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$



5. Quyidagi reaksiyalarning qaysi biri disproportsiyalanish turiga mansub?



6. Qaysi reaksiya disproportsiyalanish reaksiyasi bo'ladi?



7. Tenglamasi keltirilgan  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiya oksidlanish – qaytarilish jarayonining qaysi turiga tegishli?

A) ichki molekulyar B) molekulararo C) disproportsiyalanish

D) sinproportsiyalanish E) dismutatsiya

8. Gipofosfit kislotaning parchalanishidan fosfin va ortofosfat kislotaning hosil bo'lishi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasining qaysi turiga kiradi?

A) molekulararo B) ichki molekulyar va disproportsiyalanish

C) ichki molekulyar D) disproportsiyalanish E) sinproportsiyalanish

9. Quyidagi reaksiya  $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$  qaysi turga taalluqli?

A) almashinish B) molekulararo oksidlanish – qaytarilish

C) ichki molekulyar oksidlanish – qaytarilish D) disproportsiyalanish

E) parchalanish

10. Qanday moddalar ishtirok etgan reaksiyalarda disproportsiyalanish kuzatilishi mumkin?

A) tarkibida oksidlanish darajasining oraliq qiymatlarini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar

B) tarkibida yuqori oksidlanish darajasini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar

C) tarkibida quyi oksidlanish darajasini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar    D) B va C    E) A, B, C

### **13.7-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish bo‘yicha masalalar ishlash**

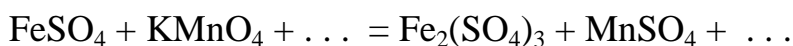
Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalari, asosan, elektron balans va ion-elektron usullari bilan tuziladi.

Elektron balans usuli. Bu usul bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyaning tenglamalari quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

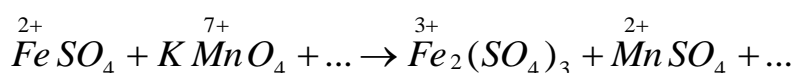
1. Reaksiya tenglamasi yoziladi.
2. Reaksiyada oksidlanish darajasi o‘zgargan elementlar aniqlanib, ularga tegishli oksidlanish darajalari yoziladi.
3. Reaksiyada qatnashuvchi har qaysi moddaning oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik funksiyasi aniqlanib, formuladagi elementlarning atom sonini hisobga olgan holda harakatdagi elektronlar soni topiladi.
4. Tenglamaning chap tomonidagi koeffitsiyentlar elektronlar balansi qoidasi asosida, o‘ng tomondagi koeffitsiyentlar esa massalar saqlanishi qonuni (atom balans) asosida tanlanadi.

1-masala.  $\text{FeSO}_4$  ni  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ga va  $\text{KMnO}_4$  ni  $\text{MnSO}_4$  ga o'tkiishini hisobga olgan holda,  $\text{FeSO}_4$  va  $\text{KMnO}_4$  orasida boruvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglamasini tuzing.

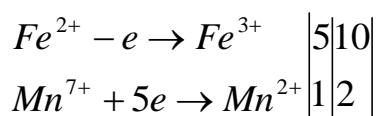
Yechish. 1. Reaksiya tenglamasi:



2. Oksidlanish darajasi o'zgargan elementlar aniqlanib, ularga tegishli oksidlanish darajasi yoziladi.

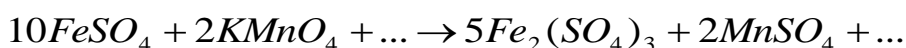


3. Har bir element pastiga reaksiya natijasida shu element qabul qilgan yoki bergan elektronlar soni yoziladi (buning uchun oksidlanish darajasi yuqori bo'lganidan kichigi ayiriladi). Masalan, marganes uchun  $(+7) - (+2) = 5$  va temir uchun  $(+3) - (+2) = 1$ . Shunga asosan, reaksiyaning elektron balans tenglamasi:



4. O'ng tomondagi temirning atomlari soni juft bo'lishini hisobga olgan holda, topilgan  $1 : 5$  nisbat  $2 : 10$  nisbat bilan almashtiriladi.

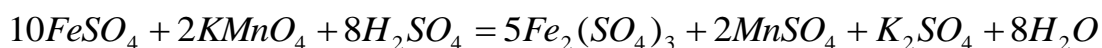
5. Oksidlovchi va qaytaruvchi atomlar qabul qilgan va bergan elektronlarni ifodalovchi sonlar ularni oksidlovchi va qaytaruvchi molekularning tenglamalari oldiga qo'yib chiqiladi. Bu koeffitsiyentlar tenglamaning chap va o'ng tomonidagi oksidlovchi hamda qaytaruvchilar molekulariga tegishli.



6. Tenglamaning o'ng tomonida xuddi chap tomonidagidek, kaliy ionlari yo'qligi uchun o'ng tomonga  $\text{K}_2\text{SO}_4$  yoziladi. Shundan so'ng tenglamaning o'ng tomonida

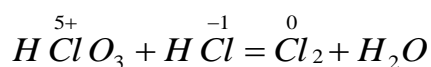
18  $SO_4^{2-}$  ioni bo'lib, chap tomonida ularning soni 10 ta, shuning uchun 8 molekula  $H_2SO_4$  chap tomonga kiritiladi.

7. Tenglamaning ikki tomonidagi vodorod va kislorod atomlari sonini sanaladi. Chap tomonda 16 atom H va 8 atom O ortiqcha bo'lgani uchun, o'ng tomonga 8 molekula suv kiritiladi. Qolgan atomlar sonini tekshirib chiqib tenglik belgisi qo'yiladi:



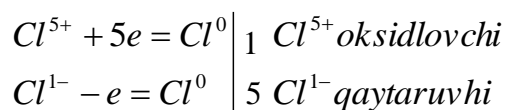
Elektron balans usuli orqali oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tuzishda quyidagi hollarni hisobga olish kerak:

1-hol. Reaksiyada ishtirok etayotgan turli moddalar tarkibidagi birgina elementning atomlari yoki ionlari elektronlar yuqotishi va biriktirib olishi mumkin, masalan:



Bu reaksiyada  $Cl^{5+}$  ioni 5 ta elektron biriktirib,  $Cl^{-1}$  ioni esa 1 ta elektron yo'qotib, natijada ikkala ion ham elektr neytral xlor atomga aylanadi ( $Cl^0$ ).

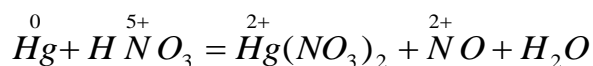
Reaksiyaning elektron balans tenglamasi:



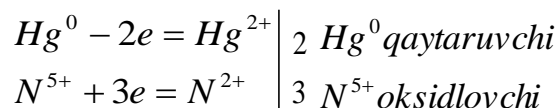
Tegishli koeffitsiyentlar qo'yilgandan keyin reaksiyaning to'liq tenglamasi yoziladi:



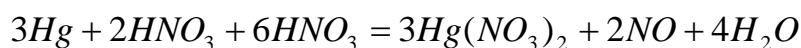
2-hol. Kislota reaksiyaga kirishganda, u oksidlash va tuz hodil qilish uchun sarf bo'ladi, masalan:



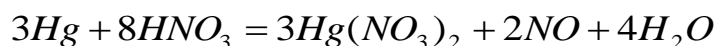
Bu reaksiyada  $\text{HNO}_3$  ning bir qismi Hg ni oksidlash uchun, qolgan qismi esa  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  ni hosil qilish uchun sarf bo'ladi. Reaksiyaning elektronlar balans tenglamasi:



Shunga asosan, reaksiyaning to'liq tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



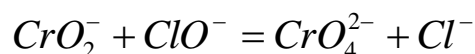
*oksidlash uchun*      *tuz hosil qilish uchun*



Ion-elektron usul. Dastlab, oksidlanish-qaytarilish protsessida sistemaning har bir qismi uchun alohida tenglama tuziladi. Bunday tenglamalarni tuzishda reaksiyalarning suvli muhitda borishini hisobga olib, reaksiyada, albatta,  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari, shuningdek  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasini ishtiroki ko'zda tutiladi.

Misol tariqasida quyidagi reaksiyalarni ko'rib chiqamiz.

1-masala. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglamasini ion-elektron usuldan foydalanib tuzing:

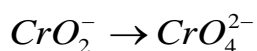


Yechish. Reaksiya ishqoriy muhitda borib, uning har bir qismi uchun oksidlanish-qaytarilish sistemasi quyidagicha ifodalanadi:

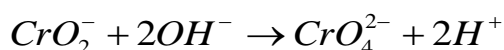




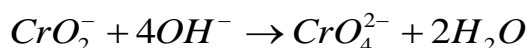
Ushbu reaksiyada birinchi (a) sistema qaytaruvchi (ya'ni elektron beradi), ikkinchisi (b) esa oksidlovchi vazifasini bajaradi. Har bir qism uchun atom va zaryadlar balansi ko'rsatilgan tartibda tuziladi. Sistemaning birinchi qismi uchun:



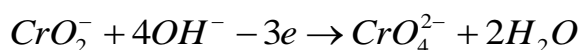
Bu sistemada atom balansi uchun yana ikki atom kislorod ( $OH^-$  ioni yoki  $H_2O$  molekulasidan olinadi) kerak. Kislorod atomini ikkita vodoroddan ko'ra bitta vodoroddan ajratish oson, shuning uchun:



Reaksiya ishqoriy muhitda borishi kerak. Demak,  $H^+$  ionlari  $OH^-$  ionlari bilan neytrallanadi va reaksiya quyidagicha boradi:

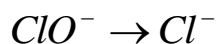


Atomlar balansi olingandan so'ng, zaryad balansini yuzaga keltirilishi kerak (chapda  $-5$ , o'ngda esa  $-2$ ). Zaryadlar balansi tenglamaning chap tomonidan uchta elektron olinishi bilan hosil bo'ladi:



Uchta elektronning olinishi, shuncha musbat zaryadni qabul qilinganiga teng bo'lgani uchun chap tomondagi zaryadlar yigindisi ham  $-2$  ga teng bo'ladi.

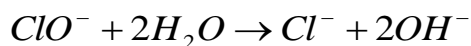
Sistemaning ikkinchi qismi uchun esa:



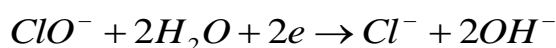
atom balansni yuzaga keltirish uchun chap tomondagi  $ClO^-$  ionidan kislorodni ajratish kerak. Bu esa vodorod ioni hisobiga bo'ladi.

Elektron qo'shish va ayirishni faqat tenglamaning chap tomonida bajarish mumkin, chunki oksidlanish-qaytarilish protsessi faqat reaksiya uchun olingan moddalar orasida sodir bo'ladi.

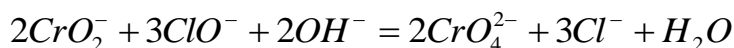
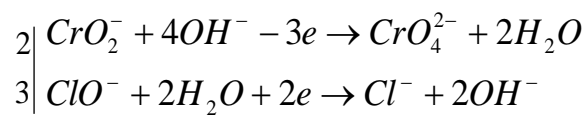
$ClO^-$  tarkibidagi kislorodni bog'lash uchun vodorod ionini  $OH^-$  yoki  $H_2O$  molekulasidan ajratib olish oson,



Endi zaryadlar hisoblanadi: chap tomonda  $-1$ , o'ngda  $-3$ . Demak, chap tomonga ikkita elektronning qo'shilishi hisobiga zaryadlar balansi yuzaga keltiriladi:



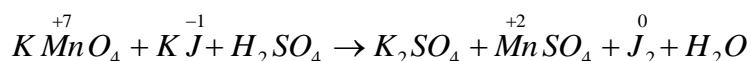
Oksidlanish-qaytarylish reaksiyalarining umumiy tenglamasini tuzish uchun har bir qismning tenglamalari qo'shiladi va ularni shunday koeffitsiyentlarga ko'paytirish kerakki, bunda qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchining qabul qilgan elektronlari soniga teng bo'lsin. Ko'rilgan misol uchun:



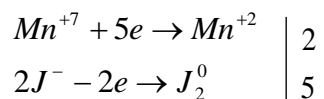
2-masala. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini tenglashtiring.



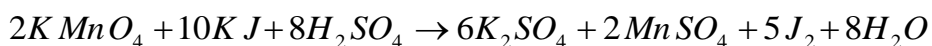
Sulfat kislotali muhitda kaliy permanganat kaliy yodid bilan reaksiyaga kirishganda yodid oksidlanib, erkin yodga aylanadi, marganes esa ikki valentli holatgacha qaytariladi. Kaliy bilan marganes sulfatlar hosil qiladi. Reaksiya quyidagi sxemaga muvofiq boradi:



Elektron balans sxemasi quyidagicha bo'ladi:



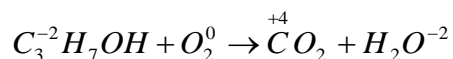
2 va 5 sonlari uchun eng kichik bo‘linuvchi 10, marganes uchun asosiy koeffitsient 2, yod uchun esa 5 yoki yodid uchun 10 dan iborat bo‘ladi:



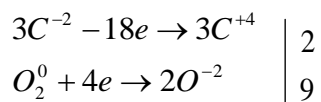
Tenglamaning chap va o‘ng tomondarida 8 tadan kislorod atomlari bor, demak, tenglama to‘g‘ri yozilgan.

3-masala. Propanolning yonish reaksiyani yozing va reaksiyani tenglashtiring. Yechish: Tarkibida uglerod, vodorod va kislorod bo‘ladigan organik birikmalar yondirilganda karbonat angidrid bilan suv hosil bo‘ladi. Bu tenglamaga yo elektron balans sxemasi yordamida yoki ikkiga ko‘paytirish usuli bilan koeffitsientlar topish mumkin.

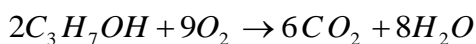
**Birinchi usul:**



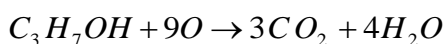
Uglerodning oksidlanish darajasi – 2 dan + 4gacha o‘zgaradi, ya’ni uglerod atomi 6 ta elektron beradi, kislorodning oksidlanish darajasi esa 0 dan – 2 gacha o‘zgaradi, ya’ni 1 atom kislorod 2 ta elektron, molekula tarkibiga kiruvchi 2 atom kislorod esa 4 ta elektron qabul qiladi. Elektron balans sxemasini yozamiz:



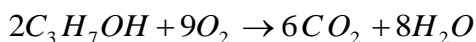
18 va 4 uchun eng kichik bo‘linuvchi 36, spirt molekulasi uchun asosiy koeffitsient 2, kislorod molekulasi uchun esa 9 bo‘ladi:



**Ikkinci usul.** Ikkiga ko‘paytirish usulida koeffitsientlarni tenglash uchun kislorod atom ko‘rinishida yozilib, koeffitsientlar qo‘yib chiqiladi;

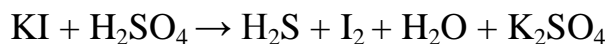


Kislorod atomlarining soni juft bo‘lmaganligi sababli, kislorod molekulyar ko‘rinishda yoziladi, tenglamaning qolgan boshqa a’zolari oldidagi koeffitsientlar esa ikkiga ko‘paytiriladi.



**Nazorat savollari:**

1. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasidagi koeffitsientlar yig‘indisini aniqlang.



A) 22 B) 23 C) 25 D) 26 E) 28

2. Quyidagi reaksiyada qaytarilgan modda koeffitsientini aniqlang.



A) 18 B) 1 C) 7 D) 15 E) 2

3. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasining chap va o‘ng tomonidagi moddalar koeffitsientlari nisbatini aniqlang.



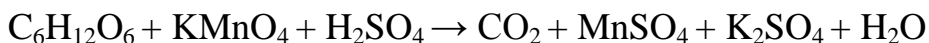
A) 13:17 B) 14:19 C) 14:20 D) 15:19 E) 19:15

4. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida qaytaruvchi oldidagi koeffitsientni aniqlang.



A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

5. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida barcha koeffitsientlar yig‘indisi nechaga teng?



A) 185 B) 180 C) 197 D) 195 E) 198

6. Quyidagi  $CH_3OH + H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 \rightarrow HCOOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida oksidlovchi va qaytaruvchilar oldidagi koeffitsientlar yig‘indisi nechaga teng?

A) 9 B) 7 C) 6 D) 5 E) 4

7. Quyidagi  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyada oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent massasini hisoblang.

A) 31,6; 63 B) 63,2; 63 C) 63; 31,6 D) 31,6; 126 E) 126,4; 63

8. Mis(I)sulfidni kontsentrlangan nitrat kislota bilan oksidlash reaksiyasida chap va o‘ng tomondagi koeffitsientlar yig‘indisini ko‘rsating.

A) 10+21 B) 18+23 C) 15+19 D) 23+14 E) 14+20

9. Fosfinning kislotali sharoitda kaliy permanganat bilan oksidlanish reaksiyasi tenglamasidagi moddalarning koeffitsientlar yig‘indisini hisoblang.

A) 29 B) 25 C) 48 D) 53 E) 54

10. Oksalat kislotani kislotali sharoitda  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  bilan oksidlash reaksiyasi tenglamasidagi o‘ng va chap tomondagi moddalar koeffitsientlari nisbatini toping.

A) 8:15 B) 6:13 C) 15:12 D) 12:15 E) 15:8

### **13.8-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddalarning ekvivalent og‘irliklarini aniqlash**

Oksidlovchini ekvivalent og‘irligini aniqlash uchun oksidlovchini molyar massasini, shu oksidlovchining bir molini qabul qilib olgan elektronlari soniga bo‘linadi.

Qaytaruvchini ekvivalent og‘irligini aniqlash uchun esa qaytaruvchining molyar massasini, uni bir molini bergan elektronlari soniga bo‘linadi.

$$E = \frac{M}{n\bar{e}}$$

E – oksidlovchi yoki qaytaruvchining ekvivalenti

M – oksidlovchi yoki qaytaruvchining molyar massasi

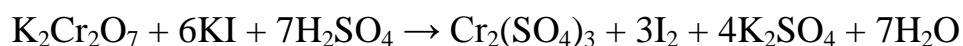
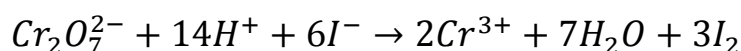
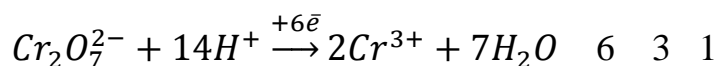
$n\bar{e}$  – oksidlovchi yoki qaytaruvchining olgan yoki bergan elektronlari soni

Masalan:



Ushbu reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarni ekvivalent og'irliklarini aniqlashni ko'rib chiqamiz.

Dastlab ushbu reaksiyani tenglashtirib olamiz.



Yuqoridagi reaksiyada  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  oksidlovchi bo'lib, KI esa qaytaruvchidir.

Bir mol oksidlovchi ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 6 ta elektron qabul qilib oldi. Uni ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (294) ni 6 ga bo'lamiz.

$$E_{(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = \frac{Mr(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{n\bar{e}} = \frac{294}{6} = 49$$

2 mol qaytaruvchi (KI) 2 ta elektron bergan. Ekvivalent og'irligini aniqlash uchun 1 mol qaytaruvchini bergan elektronlarini hisoblab olishimiz kerak bo'ladi:

2 mol qaytaruvchi — 2 ta elektron

1 mol qaytaruvchi — x ta elektron

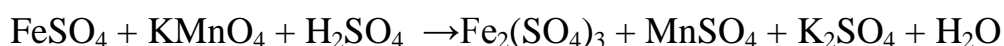
$$x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ ta elektron}$$

Qaytaruvchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (166) ni birga bo'lamiz.

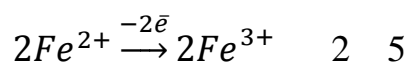
$$E_{(KI)} = \frac{Mr_{(KI)}}{n\bar{e}} = \frac{166}{1} = 166$$

Javob: Oksidlovchining ekvivalenti og'irligi 49, qaytaruvchining ekvivalent og'irligi 166 ekan.

Yana bir misololni ko'rib chiqamiz:



Ushbu reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarning ekvivalent og'irliklarini reaksiyani tenglashtirmasdan ham aniqlash mumkin. Buning uchun oksidlovchi qabul qilgan va qaytaruvchining olgan elektronlarini aniqlab olamiz.



Oksidlovchi tarkibidagi 1 mol  $\text{Mn}^{7+}$  ioni 5 ta elektron qabul qilib olib,  $\text{Mn}^{2+}$  holatiga o'tdi. Demak, bir mol oksidlovchi ( $\text{KMnO}_4$ ) 5 ta elektron qabul qilib oldi. Uni ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (158) ni 5 ga bo'lamiz.

$$E_{(\text{KMnO}_4)} = \frac{Mr_{(\text{KMnO}_4)}}{n\bar{e}} = \frac{158}{5} = 31,6$$

Qaytaruvchi tarkibidagi 2 mol  $\text{Fe}^{2+}$  ioni 2 ta elektron berib,  $\text{Fe}^{3+}$  holatiga o'tdi. Demak, 2 mol qaytaruvchi ( $\text{FeSO}_4$ ) 2 ta elektron bergan. Ekvivalent og'irligini aniqlash uchun 1 mol qaytaruvchini bergan elektronlarini hisoblab olishimiz kerak bo'ladi:

2 mol qaytaruvchi — 2 ta elektron

1 mol qaytaruvchi — x ta elektron

$$x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ ta elektron}$$

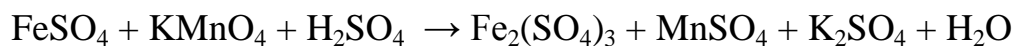
Qaytaruvchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (152) ni birga bo'lamiz.

$$E_{(FeSO_4)} = \frac{Mr_{(FeSO_4)}}{n\bar{e}} = \frac{152}{1} = 152$$

Javob: Oksidlovchining ekvivalenti og'irligi 31,6, qaytaruvchining ekvivalent og'irligi 152 ekan.

Oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarning ekvivalent og'irliklarini yaxshi tushunib, bilib olish bizlarga reaksiya tenglamalarini yozmasdan turib, reaksiyada ishtirok etayotgan oksidlovchi yoki qaytaruvchi moddalarning massalarini avvaldan aytib berish imkonini beradi.

Masalan, yuqoridagi



reaksiyada 30,4 g  $FeSO_4$  qatnashgan bo'lsa, reaksiyada hosil bo'lgan  $MnSO_4$  massasini aniqlang.

Bu masalani ishlash uchun dastlab  $FeSO_4$  va  $MnSO_4$  larning ekvivalent og'irliklarini aniqlab olish kerak bo'ladi. Yuqorida  $FeSO_4$  ning ekvivalent og'irligini 152 ga teng ekanligini aniqlagan edik.

Endi  $MnSO_4$  ning ekvivalent og'irligini aniqlab olamiz. Bir mol oksidlovchi ( $KMnO_4$ ) 5 ta elektron qabul qilib olib  $MnSO_4$  ni hosil qildi. Uni ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (151) ni 5 ga bo'lamiz.

$$E_{(MnSO_4)} = \frac{Mr_{(MnSO_4)}}{n\bar{e}} = \frac{151}{5} = 30,2$$

$MnSO_4$  ning ekvivalent og'irligi 30,2 ekan.

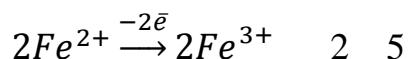
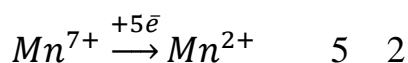
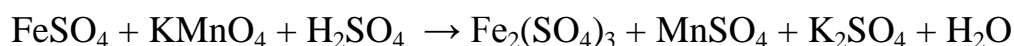


Ekvivalentlik qonunidan foydalanib,  $MnSO_4$  ning massasini oson aniqlab olishimiz mumkin:

$$\frac{m_{(FeSO_4)}}{m_{(MnSO_4)}} = \frac{E_{(FeSO_4)}}{E_{(MnSO_4)}}; \quad \frac{30,4}{x} = \frac{152}{30,2}; \quad x = \frac{30,4 \cdot 30,2}{152} = 6,04 \text{ g}$$

Javob: 6,04 g  $MnSO_4$  hosil bo'lgan.

Topilgan javob to'g'riligini isbotlash maqsadida, yuqoridagi reaksiyani tenglashtirib ko'rsak:



Reaksiyani tenglashtirib oldik, endi reaksiya asosida 30,4 g  $FeSO_4$  dan hosil bo'lgan  $MnSO_4$  ning massasini proporsiya orqali topamiz:

$$30,4 \text{ g} \text{ ————— } x \text{ g}$$



$$1520 \text{ g} \text{ ————— } 302 \text{ g}$$

$$x = \frac{30,4 \cdot 302}{1520} = 6,04 \text{ g } MnSO_4$$

Demak ushbu masalani ishlash uchun ekvivalent massadan foydalanish to'g'ri va oson usul ekanligini bilib oldik.

### Nazorat savollari:

1. Xlorni marganets(IV)oksid, sulfat kislota va osh tuzi orasidagi reaksiya



134,4 l xlor olish uchun qancha (g) oksidlovchi talab etiladi?

A) 261 B) 522 C) 426 D) 852 E) 213

2. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida 0,5 mol oksidlovchi bilan necha mol qaytaruvchi reaksiyaga kirishadi?



A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

3. Xrom(III)sulfat tuziga kaliy nitrat va kaliy karbonat tuzlari aralashmasini qo‘shib suyuqlantirilganda, (n.sh.da) necha l CO<sub>2</sub> ajraladi?

A) 89,6 B) 112 C) 99,8 D) 67,2 E) 134,4

4. 120 ml 0,5 M kaliy permanganat eritmasini kislotali sharoitda qaytarish uchun necha gramm vodorod sulfid kerak?

A) 5,6 B) 3,4 C) 4,3 D) 5,1 E) 3,1

5. 7,6 g temir(II)sulfat erigan kislotali sharoitdagi eritmani oksidlash uchun 1 M li KMnO<sub>4</sub> eritmasidan qancha hajm (ml) kerak?

A) 10 B) 60 C) 30 D) 40 E) 20

6. Suyultirilgan sulfat kislota ishtirokida 2 l 0,1 M li vodorod sulfid eritmasini oksidlash uchun 1 l hajmda 14,7 g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> bo‘lgan eritmadan qancha hajm kerak?

A) 2,36 B) 1,12 C) 1,87 D) 2,24 E) 1,33

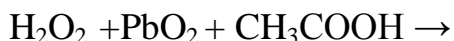
7. Kislotali sharoit uchun olingan 2 l 0,1 M K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> eritmasini tayyorlash uchun necha gramm K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> kerak?

A) 58,8 B) 65,6 C) 77,2 D) 68,3 E) 89,8

8. 79 g kaliy permanganat sulfat kislota ishtirokida Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> bilan reaksiyaga kirishganda, qancha hajm (l, 27 °C va 100 kPa) karbonat angidrid hosil bo‘ladi?

A) 56 B) 60,8 C) 44,8 D) 67,2 E) 62,4

9. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida 2 mol oksidlovchi ishtirok etganda, qancha hajm (l, n.sh.da) kislorod ajralib chiqadi?



A) 33,6 B) 22,4 C) 67,2 D) 56 E) 44,8

10. Quyidagi  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$  oksidlanish – qaytarilish reaksiyasini tugallang va 1,5 mol qaytaruvchini oksidlash natijasida qancha hajm (l, n.sh.da)  $\text{CO}_2$  hosil bo‘lishini hisoblang.

A) 56,0 B) 100,8 C) 67,2 D) 33,6 E) 22,4



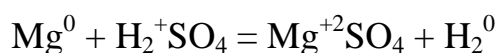
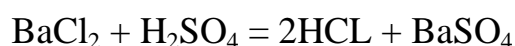
### Laboratoriya № 13.1

## Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

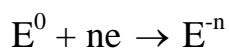
**Ishning maqsadi:** Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarini amalda kuzatish.

### Nazariy muqaima

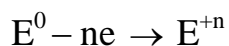
Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari deb, elementlarning oksidlanish darajasio‘zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi.



Oksidlanish darajasi – elementni o‘z tarkibida saqlagan molekula faqat ionlardan deb faraz qilinsa va molekula zaryadining umumiy zaryadining yigindisi nolga teng bo‘lishi uchun har bir element atomining (ionining) ayni paytdagi rasmiy (formal) zaryadi qiymatiga aytiladi. Elementning oksidlanish darajasi ikki holatda o‘zgaradi. Birinchisi: electron qabul qilganda uning oksidlanish darajasi kamayadi. Bu jarayon *qaytarilish jarayoni* deyiladi.



Elektron beruvchi atom (ion) qaytaruvchi, elektron qabul qiluvchi atom (ion) oksidlovchi. Qaytaruvchi vazifasini odatda barcha metallar: Na, K, Li, Ca ... Ammiak molekulasini NH<sub>3</sub>, is gazini CO, uglerod C kabilar bajaradi. Ikkinchi holda element elektron berganda uning oksidlanish darajasi oshadi. Atom yoki ionning elektron berish jarayoni *oksidlanish jarayoni* deyiladi.



Oksidlovchilar tarkibida yuqori oksidlanish darajasidagi atomlar saqlagan molekula yoki ionlar, metalmaslarning atomlari bo'lishi mumkin.

Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari tenglamalari ikki xil usulda tuziladi. Elektron balans va ion – elektron usuli.

**Kerakli asbob va reaktivlar:** KMnO<sub>4</sub>, 2 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasi, KOH eritmasi, distillangan suv, probirkalar, pipetka, kolbalar

### ISHNING BORISHI

1. Probirkaga 1-2 ml KMnO<sub>4</sub> eritmasidan olib, ustiga kislotali muhit hosil qilish uchun 0,5-1 ml 2 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasidan qo'shing. So'ngra 1-2 ml Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasidan qo'shing. Eritmaning rangsizlanishini kuzating Mn<sup>7+</sup> ionini Mn<sup>2+</sup> ga; S<sup>4+</sup> ionini esa S<sup>6+</sup> ga o'tishini e'tiborga olib, reaksiya tenglamasini yozing.
2. Probirkaga 1-2 ml KMnO<sub>4</sub> eritmasidan solib, ustiga xuddi shuncha hajmda konsentrlangan KOH eritmasi qo'shing (ishqoriy muhit hosil qilish uchun), so'ngra Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasidan 1-2 ml soling. Eritmaning yashil rangga kirishini kuzating. Mn<sup>7+</sup> ionini Mn<sup>6+</sup> ioniga, S<sup>4+</sup> ionini esa S<sup>6+</sup> ioniga o'tishini hisobga olib, reaksiya tenglamasini yozing.
3. Probirkaga KMnO<sub>4</sub> eritmasidan 1-2 ml solib, ustiga 1-2 ml Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasidan qo'shing. Qora cho'kma MnO<sub>2</sub> hosil bo'lishini kuzating. Reaksiya tenglamasini yozing. Yuqoridagi tajribalardan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining borishiga eritma muhitining ta'siri haqida xulosa chiqaring.

## Nazorat savollari

1. Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossalari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga oid misollar yozing.
2. Reaksiyaning molekulyar va ion-elektron usulida tenglamalarini yozing.
3. Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossasiga eritma muhiti qanday ta'sir etadi?

### Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari

1	Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari	Oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari deyiladi.
2	Oksidlovchi	elektron qabul qilinadi va qaytariladi. Bu jarayon qaytarilish deyiladi.
3	Qaytaruvchi	elektron beradi va oksidlanadi. Bu jarayon oksidlanish deyiladi.
4	Oksidlanish-qayta-rilish reaksiyalari-ning turlari:	disproporsiyalanish, ichki molekulyar, sinproporsiyalanish va molekulararo oksidlanish qaytarilish reaksiyalari.
5	Eng muhim oksidlovchilar:	metallmaslar, metallmaslarning eng yuqori musbat oksidlanish darajasidagi birikmalari - $H_2SO_4$ , $HClO_4$ , $HNO_3$ , $HClO_3$ , $KMnO_4$ , $HNO_3$ , $SO_2$ , $NO_2$ , $K_2Cr_2O_7$ , $K_2CrO_4$ , $K_2FeO_4$ , elektroliz jarayonida anod.
6	Eng muhim qaytaruvchilar:	metallar, $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Cr^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $I^-$ , $Br^-$ , $Cl^-$ , $S^{2-}$ , $NH_3$ , $CH_4$ , $H_2$ , $HNO_2$ , $H_2SO_3$ , elektroliz jarayonida katod kuchsiz asos va kuchli kislotalardan tashkil topgan tuzlarda kislotalimuhitni, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan tashkil topgan tuzlarda ishqoriy muhitni ta'minlash.

### Savol va topshiriqlar

1. Kaliy permanganatga vodorod peroksid va sulfat kislota ta'sir ettirilganda, reaksiyadan so'ng qanday moddalar hosil bo'ladi?  
A) kaliy sul'fat, kislorod, suv

- B) kaliy sul'fat, marganets sul'fat, suv
- C) kaliy sul'fat, marganets sul'fat, kislorod, suv
- D) kaliy sul'fat, marganets(IV)oksid, kislorod
- E) kaliy sul'fat, marganets(IV)oksid, kislorod, suv
2. Kaliy permanganatni kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda natriy sul'fit bilan qaytarishda marganetsning qanday birikmalari hosil bo'ladi?
- A) marganets(II)sul'fat, kaliy manganat, marganets(II)gidroksid
- B) marganets(IV)oksid, marganets(II)sul'fat, marganets(II)gidroksid
- C) marganets(II)gidroksid, kaliy manganat, marganets(IV)oksid
- D) marganets(II)sul'fat, marganets(IV)oksid, kaliy manganat
- E) marganets(IV)oksid, marganets(II)sul'fat, marganets(II)sul'fat
3. Sul'fat kislotali sharoitda kaliy permanganatga natriy nitrit ta'sir ettirilganda, qancha mol' suv hosil bo'ladi?
- A) 3 B) 6 C) 5 D) 8 E) 2
4. Kaliy permanganat eritmasiga qaytaruvchilar ta'sir ettirilganda, qanday muhitda kaliy manganat hosil bo'ladi?
- A) kuchsiz ishqoriy B) kuchli kislotali
- C) neytral D) kuchli ishqoriy E) kuchsiz kislotali
5. Xlarning ishqorlar bilan reaksiyasi ( $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) da xlarning oksidlanish darajalarni va reaksiyada qatnashgan moddalarning koeffitsientlari yig'indisini hisoblang.
- A) 0; -1; +1; 6 B) 0; -1; +3; 12 C) 0; -1; +5; 18
- D) 0; -1; +7; 24 E) 0; -1; 13
6.  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?
- A) S,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2$  B)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- C) S,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- D)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- E)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
7. Qaysi moddalar ta'sirida kaliy dixromatning qovoq rangli kislotali eritmasi yashil rangga o'tadi?
- 1) atsetilen; 2)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; 3)  $\text{FeCl}_2$ ; 4)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; 5) etilen;

6)  $K_2Cr_2O_7$ ; 7)  $KMnO_4$ ;

A) 1,2,3,4,6 B) 1,2,3,4,7 C) 2,3,5,6,7

D) 1,2,3,4 E) 1,2,3,4,5

8. Qaysi modda kaliy permanganatning kislotali eritmasi bilan reaksiyaga kirishganda, kislorod hosil qiladi?

A)  $SO_2$  B)  $H_2S$  C)  $K_2Cr_2O_7$  D)  $Na_2SO_3$

E)  $H_2O_2$

9. Quyidagi reaksiya tenglamasini tugallang va koeffitsientlar yig'indisini hisoblang.  $PH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 + \dots + \dots + \dots$

A) 48 B) 52 C) 54 D) 55 E) 57

10. Quyidagi reaksiyada hosil bo'lgan modda X ni va uning kaliy gidroksid bilan reaksiyasida hosil bo'lgan mahsulot Y ni toping.

$HCl(\text{konts.}) + K_2Cr_2O_7 \rightarrow X + KCl + H_2O + Cl_2$ ;  $X + KOH \rightarrow Y$

A)  $Cl_2$ ,  $KOCl$  B)  $CrO_3$ ,  $K_2CrO_4$  C)  $CrCl_3$ ,  $Cr(OH)_3$

D)  $CrCl_2$ ,  $Cr(OH)_2$  E)  $K_2CrO_4$ ,  $Cr(OH)_3$

11. Kaliy permanganat eritmasiga mo'l miqdordagi o'yuvchi natriy ishtirokida natriy sulfit eritmasi qo'shilganda qanday o'zgarish kuzatiladi? 1.yashil rangli kaliy manganat hosil bo'ladi; 2.eritma rangsizlanib, marganets(II)sulfat hosil bo'ladi; 3.qo'ng'ir rangli marganets(IV)oksid hosil bo'ladi;

A) 1 B) 2 C) 3 D) 1,2,3 E) 2,3

12. Qanday muhitda  $KMnO_4$  oksidlovchi sifatida eng kam miqdorda sarf bo'ladi?

1.kislotali; 2.ishqoriy; 3.neytral;

A) 3 B) 2 C) 1 D) 1,2 E) 2,3

13.  $Cr_2O_7^{2-}$  ioni ishqoriy muhitda qaytarilganda, xromning qaysi birikmasi (yoki ioni) hosil bo'ladi?

A) xromit ioni B) xromat ioni

C) xrom(III)gidroksid D) xrom(III) ioni

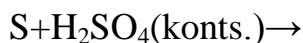
E) xrom(VI)oksid

14. Quyidagi reaksiyada oltingugurtning oksidlanish mahsulotini ko'rsating.

$S + HNO_3(\text{konts.}) \rightarrow$

- A) sulfat kislota    B) oltingugurt(IV)oksidi  
 C) sulfit kislota  
 D) oltingugurt(VI)oksid    E) vodorod sulfid

15. Quyidagi reaksiyada oltingugurtning oksidlanish mahsulotini ko'rsating.



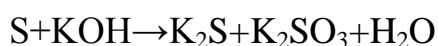
- 1) oltingugurt(IV)oksid; 2) oltingugurt(VI)oksid; 3) vodorod sulfid;  
 A) 1    B) 2    C) 3    D) 1,2    E) 2,3

### Mavzu yuzasidan test savollari:

1. Quyidagi reaksiya turini aniqlang.  $KOH + NO_2 \rightarrow KNO_3 + KNO_2 + H_2O$

- A) almashinish    B) o'rin olish    C) oksidlanish – qaytarilish, disproportsiyalanish  
 D) oksidlanish – qaytarilish, molekulararo – disproportsiyalanish  
 E) oksidlanish – qaytarilish, ichki molekulyar – disproportsiyalanish

2. Quyidagi tenglama koeffitsientlarini va reaksiya turini toping.



- A) 14, disproportsiyalanish    B) 11, almashinish  
 C) 14, ichki molekulyar    D) 15, disproportsiyalanish    E) 15, neytrallanish

3. Vodorod peroksiddan kislorod hosil bo'lishi reaksiyaning qaysi turiga taalluqli?

- A) gidroliz    B) molekulararo oksidlanish – qaytarilish  
 C) ichki molekulyar oksidlanish – qaytarilish  
 D) neytrallanish    E) disproportsiya

4. Quyidagi oksidlanish – qaytarilish reaksiyalaridan qaysi biri disproportsiyalanish reaksiyasi hisoblanadi?

- A)  $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + H_2O$   
 B)  $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$   
 C)  $AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + O_2$   
 D)  $KOH + S \rightarrow K_2S + K_2SO_3 + H_2O$   
 E)  $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

5. Quyidagi reaksiyalarning qaysi biri disproportsiyalanish turiga mansub?

- A)  $NH_4NO_3 \xrightarrow{t} \dots$     B)  $H_2S + Ca \rightarrow \dots$     C)  $Cl_2 + NaOH \rightarrow \dots$   
 D)  $C_2H_5OH + Na \rightarrow \dots$     E)  $2KClO_3 \xrightarrow{t} \dots$



6. Qaysi reaksiya disproporsiyalanish reaksiyasi bo‘ladi?
- A)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$  B)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$  C)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$   
D)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$   
E)  $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2$
7. Tenglamasi keltirilgan  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiya oksidlanish – qaytarilish jarayonining qaysi turiga tegishli?
- A) ichki molekulyar  
B) molekulararo C) disproporsiyalanish  
D) sinproporsiyalanish E) dismutatsiya
8. Gipofosfit kislotaning parchalanishidan fosfin va ortofosfat kislotaning hosil bo‘lishi oksidlanish – qaytarilish reaksiyasining qaysi turiga kiradi?
- A) molekulararo B) ichki molekulyar va disproporsiyalanish  
C) ichki molekulyar D) disproporsiyalanish  
E) sinproporsiyalanish
9. Quyidagi reaksiya  $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$  qaysi turga taalluqli?
- A) almashinish  
B) molekulararo oksidlanish – qaytarilish  
C) ichki molekulyar oksidlanish – qaytarilish  
D) disproporsiyalanish E) parchalanish
10. Qanday moddalar ishtirok etgan reaksiyalarda disproporsiyalanish kuzatilishi mumkin?
- A) tarkibida oksidlanish darajasining oraliq qiymatlarini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar  
B) tarkibida yuqori oksidlanish darajasini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar  
C) tarkibida quyi oksidlanish darajasini namoyon qiladigan elementlar bo‘lgan birikmalar  
D) B va C E) A, B, C



## XIV BOB. Elektrokimyo

### 14.1-§. Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanishi

**Normal vodorod elektrodi. Elektrod potensialning konsentratsiyaga bog‘liqligi.**

➤ *Elektrokimyoviy jarayonlar:*

---

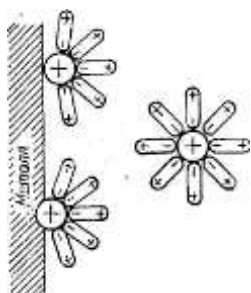
**Elektr toki taʼsirida yoki uzi elektr toki xosil kilib boradigan kimyoviy protsesslar elektrokimyoviy jarayonlar deyiladi .Bunday protsesslarni kimyoning elektrokimyo bulimida oʻrganiladi.**

---

L. V. Pissarjevskiy taʼlimotiga kura metall suvga yoki shu metall ioni bulgan eritmaga tushirilsa, metall bilan suyuqlik chegarasida elektrod potentsiali xosil buladi, chunki metall sirtidagi ionlar suvning kutblangan molekulariga tortiladi va metall dan suyuqlikka uta boshlaydi va nixoyat muvozanat karor topadi.



Ionlarning suvga utishi natijasida metall da ortikcha erkin elektronlar yigilib koladi; metall manfiy zaryadlanadi, suyuqlik esa musbat zaryadlanadi.



14.1-rasm. Metallning sirt qatlamidagi ionlarning suv molekulari" bilan taʼsirlashuv sxemasi.

Metall dan eritmaga utib, gidritlangan ionlar metall ga tortiladi, va metall sirtiga yakin joylashib kush elektr kavat xosil kiladi, natijada metall bilan eritma

orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Bu qiymat **metallning elektrod potentsiali** deb ataladi. Turli metallar suvga botirilganda vujudga keladigan potentsiallarning qiymati turlicha buladi. Metall kancha aktiv bulsa, uni kurshab turgan suv muxitiga shuncha kup ion utadi, natijada metall plastinkada paydo buladigan manfiy zaryadning qiymati yukori bu-ladi. Bu esa ayrim metallarning kristall panjaralarida kation-larning bir xil boglanish energiyaga ega emasligi va bu kationlarning bir xilda gidratlanmasligi natijasidir. Bu erda kationlarning effektiv radiusi katta rol uynaydi.

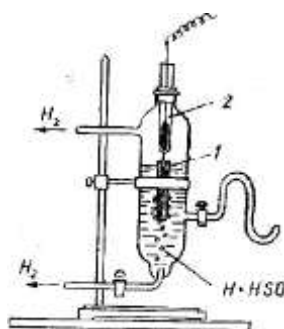
Agar metall (masalan, Zn) uz tuzining (masalan, rux sulfat) eritmasiga tushirilsa, metall-suyuklik sirtidagi muvozanat siljiydi va yangi potentsiallar ayirmasi xosil buladi.

Oddiy moddalarni kaytaruvchi-oksidlovchi xossasi uzgacha buladi. Elektrod potentsiallar uchun eritmalardagi oddiy moddalar reaksiyada kristall panjaradagi atomlararo boglanishni uzishga sarf bulgan energiyani xamda ionlarni eritmaga utishdagi gidratlanish ener-giyasini xisobga olish kerak. Masalan, mis va ruxni D. I. Mendeleevning elementlar davriy sistemasida joylanishiga karab ionlanish energiyasining qiymati  $Cu=738$  va  $Zn=901$  kJ ga teng. Demak, mis elementi rux elementiga karaganda kuchlirok kaytaruvchilik xu-susiyatiga ega bulish kerak, lekin misning kristall panjarasidagi bog-lanish ancha mustaxkam. SHuning uchun mis ionining rux ioniga nis-batan gidratlanish energiyasi kam. Bu esa mis ionlarini eritmaga uti-shini kiyinlashtiradi. SHuning uchun mis ruxga nisbatan juda kuchsiz kaytaruvchidir. Elektrod potentsialning qiymati metallning ta-biatiga, eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga va temperaturaga boglik buladi.

Gazli elektrodlar gaz va gaz ioni bulgan eritma bilan tuknashib turadigan biror noaktiv metall utkazgich (Rt) dan iboratdir. Metall utkazgich elektronlar okimini xosil kiladi, uzi esa eritmaga ion ber-maydi. Masalan, normal vodorod elektrodni kurib chikaylik. Platina plastinkasini aktiv vodorod ionlar konsentratsiyasi 1 mol/l bulgan 2 n sulfat kislota eritmasiga tushirib, eritmadan 1 atmosfera bosim ( $25^{\circ}S$  da) vodorod utkazsak, vodorod platina plastinka sirtiga yutilib, vodorod plyonkasini (parda) xosil kiladi. Buning natijasida elektrolit

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) eritma platina plastinka bilan tuknashmasdan vodorod plyonkasi bilan tuknashadi va vodorod elektrod xosil buladi.

Vodorod elektrod metall elektrodlar kabi eritmaga uz ionini buradi:



14.2-rasm. Standart vodorod elektrod

Natijada eritma bilan vodorod elektrodi orasida potentsiallar ayirmasi xosil buladi va uni normal vodorod elektrod potentsiali deyiladi. U shartli ravishda nolga teng deb kabul kilingan. SHunday kilib, eritmaga kation beruvchi gazli vodorod elektrod xosil buladi. Gaz elektrodlardagi reaksiyalarda gazlar ishtirok etgani uchun, bu elektrodlar potentsiallari gazlarning partsiyal bosimiga boglik buladi.

### Nernst tenglamasi

Vodorod elektrod uchun Nerist tenglamasini 298°K da kuiydagicha yozish mumkin:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg c \quad E_{N^+/N_2} = \frac{0,059}{1} \lg \frac{a_{N^+}}{R_{N_2}}$$

Bu erda :  $R_{n_2}$  –vodorod partsiyal bosimi,  $a_{n^+}$  -elektrolitdagi  $N^+$  ionning aktivligi.

Aloxida olingan elektrodning potentsiali absolyut potentsial deyiladi. Lekin uni ulchash juda kiyin. Shuning uchun amalda nisbiy elektrod potentsiali bilan ish kuruladi. Buning uchun solishtirilayotgan elektrodning birini absolyut potentsiali nolga teng deb kabul kilngan.

### 14.2-§. Galvanik elementlar va ulardagi elektrod jarayonlar

*Galvanik elementlar:*

Kimyoviy reaksiyalar natijasida elektr energiyasi xosil kiladigan, ya`ni kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantiradigan asboblarni **galvanik elementlar** deyiladi



Elektrod potentsial qiymatiga elektrod metali bilan bir xil kation konsentratsiyasi katta taʼsir qiladi. Metall elektrodlarining eritmadagi ionlar konsentratsiyasi oshsa, potentsiali kamayadi, natijada metallmas elektrodning potentsiali ortadi. Metall ionlar konsentratsiyasi 1 mol/l ga teng bulmasa, galvanik elementdagi xar kaysi elektrodning potentsialini aniqlash uchun Nerist tenglamasidan foydalaniladi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln C$$

Bu erda : E-elektrod potentsial, R-universal gaz doimiysi :

(R=8,315 J/ grad\*mol) , F-Faradey (96500 kulon) soni, n-kationning valentligi, S- elektrolit eritmadagi kation konsentratsiyasi, T-absolyut temperatura,  $E^0$  – elektrodning standart potentsiali, T=298° K bulganda yukoridagi formula kuyidagicha yoziladi :

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln c = E_0 + 2,303 \frac{8,315 \cdot 298}{n \cdot 96500} \lg c$$

formuladagi 2,303 natural logarifmdan unli logarifmga utish soni, yoki :

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg c$$

bu erda : E-berilgan konsentratsiyadagi elektrodning potentsiali,

$E^0$ -standart elektron potentsiali.

#### **14.4-§. Amalda keng qoʻllaniladigan baʼzi galvanik sistemalar-akkumulyatorlar batareyasi, quruq va yonilgʻi elementlarning ishlash prinsipi**

Kadmiyning standart elektrod potentsiali  $E^0 = -0,40$  V ga teng, eritmada  $Sd^{2+}$  ionlar konsentratsiyasi 0,001 mol/l ga teng bulganda Cd elektrodning potentsiali nechaga teng buladi?

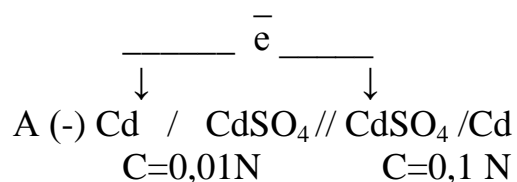
Echish:

$$E^0_{Cd^{2+}/Cd} = -0,4 + \frac{0,059}{2} \lg \cdot 10^{-3} = -0,4 + 0,029(-3) = -0,49 \text{ V}$$

Demak, eritmada ionlar konsentratsiyasini uzgartirish elektrod potentsial qiymatini uzgartiradi. SHuni nazarda tutib xar xil konsentratsiyali bitta tuz

eritmalarga bir xil elektrodni tushirib konsentratsion galvanik element xosil kilish mumkin .

Masalan, ikkita kadmiy plastinkani kadmiy ionlari konsent-ratsiyasi 1 n va 0,001 ni bulgan  $\text{Cd}^{2+}$  li eritmalarga tushirilib, ularni bir-biriga ulasak, konsentratsion galvanik element vujudga keladi:



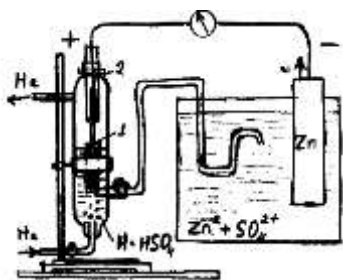
Uning e.y.u.k. =  $E_1 - E_2 = -0,40 - (-0,49) = 0,09 \text{ V}$  ga teng buladi.

Konsentratsion galvanik zanjirning e.y.u.k. juda xam kichikdir. SHuning uchun ular kiyin eriydigan tuzlarning (masalan AgCl) ionlar konsentratsiyasini aniklashda ishlatiladi.

#### 14.5-§. Metallarning normal elektrod potentsiallari. Metallarning kuchlanish qatori

Elektrodning **standart potentsiali** ( $E^0$ ) deb , aktiv ionlar konsentratsiyasini 1 mol/l ga teng bulgan, 25 ° S da uz tuzi eritmasiga tushirilgan elektrod potentsiali bilan standart vodorod elektrod potentsiali orasidagi ayirmaga aytiladi.

#### Metallarning kuchlanish qatori



Standart elektrod potentsial kiymatini aniklash uchun galvanik element tuziladi. Bu galvanik elementda standart vodorod elektrod, ikkinchi elektrod sifatida potentsial kiymati aniklanishi kerak bulgan metall plastinka olinadi masalan, ruxning normal potentsialini aniklashda aktiv rux ionlari konsentratsiyasi 1 mol/l ga teng bulgan  $\text{ZnSO}_4$  ning 1M eritmasiga tushirilgan ruxli elektrod standart vodorod elektrodi bilan tutashtiriladi.

Xosil kilingan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi ulchanib,  $E = E_1 - E_2$  formula asosida ruxning standart elektrod potentsiali topiladi. Demak, galvanik elementda rux elektrod potentsiali bilan standart vodorod potentsiallarining ayirmasi 0,766 V ga teng. Rux elektrod manfiy bulgani uchun undagi elektronlar

tashki zanjir orkali vodorod elektrodga utadi. Metallarning standart elektrod potentsiali ulardagi metall ioni bilan valent elektronlar orasidagi boglanishning mustaxkamligini ifodalaydi. Standart elektrod potentsial qiymati kancha kichik bulsa, bu boglanish shuncha kuchsiz bulib, metall atomi uz elektronini shuncha oson yukotadi, ya'ni uning kimyoviy aktivligi yukori buladi. Kimyoviy aktivligiga karab metallar kuchlanish katoriga joylashadi.

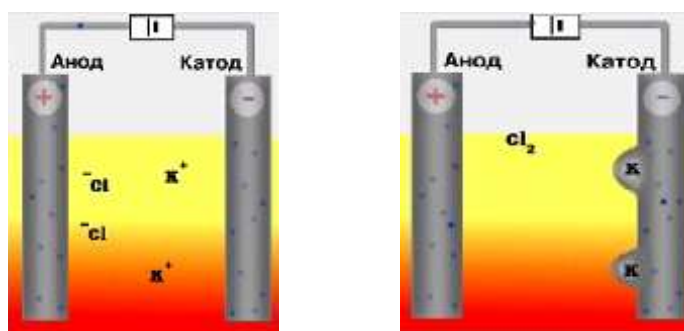
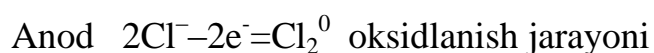
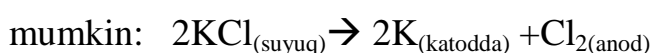
Metallarning kuchlanishlar katoridan kuyidagi xulosalar kelib chikadi. Xar bir metall aktivlik katorida uzidan keyingi metallni uning tuzidan sikib chikaradi.

1. Vodorodni kislotalardan standart elektrod potentsiallari manfiy qiymatga ega bulgan metallar sikib chikaradi.
2. Metallarning standart elektrod potentsialini musbat qiymati kancha katta bulsa, uning ioni shuncha kuchli oksidlovchilik xossasiga ega buladi.

#### 14.6-§. Elektroliz. Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent.

##### Elektrolizning amaliy ahamiyati

O'zi boruvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari galvanic elementlar, ya'ni elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektrokimyoviy unsurlar yaratishda qo'llaniladi. Ikkinchi tomondan, elektr to'ki yordamida o'z-o'zidan bormaydigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ham amalga oshirsa boladi, bunga misol qilib suyuqlantirilgan kaliy xloridni u tarkib topgan elementlarga ajralishini ko'rishimiz



14.4-rasm.  $\text{KCl}_{(\text{suyuq})}$  elektroliz sxemasi.



Bu reaksiya o'z-o'zidan bormaydi, uni o'tkazish uchun zarur bo'lgan elektr energiyasini tashqi manbadan oladi.

➤ **Elektroliz :**

---

Tashqi elektr manbai yordamida amalga oshiriluvchi bunday reaksiyalar **elektroliz jarayoni** deyiladi. Elektroliz – so'zi “elektro”- elektr toki bilan, “lisis” - parchalanish degan ma'noni bildiradi.

---

Elektroliz - bu elektr toki tasirida elektrolit eritmaları yoki suyuqlanmalarida boradigan oksidlanish-qaytarilish protsesidir. Bu protsesda elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi. Jarayon elektrolitik yacheyka (elektrolizyo'r) larda olib boriladi. Elektroliz jarayoni ko'pincha suyuqlantirilgan yoki elektrolit eritmalar orqali elektr toki o'tkazilib amalga oshiriladi. Elektrolizni amalga oshirish uchun o'zgarmas tok manбайдan foydalaniladi. Elektroliz jarayonida qo'llaniladigan elektrodlar ikki hil bo'ladi:

1) Erimaydigan-ulgarga grafit, platina, oltin kiradi (Erimaydigan elektrodlar kimyoviy protsesda ishtirok etmaydi, ular faqat elektron o'tkazgich vazifasini o'taydi);

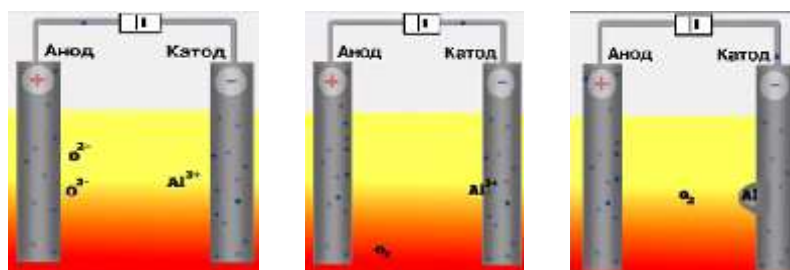
2) Eriydigan elektrodlar jumlasiga yuqorida ko'rsatilgan metallardan boshqa hamma metal elektrodlar kiradi. Bu elektrodlar elektrolizda anod sifatida qo'llanilganda eritmaga o'z ionlarini berib erib ketadi. Eruvchan anod elektroddan foydalanib toza metal olinadi. Bunda elektroliz protsessi tozalanayotgan metall tuzining eritmasida olib borilishi kerak. Sanoatda tuzlarning eritmalarini elektroliz kilib mis, rux, kadmiy, nikel, kobalt, marganets va boshka metallar olinadi. Bu metod yordamida bir metall boshka metall bilan koplanadi. Bu metod **galvanostegiya** deyiladi.

Katod elektrodda elektrolitning musbat zaryadlangan ionlari elektron kabul kilib zaryadsizlanadi. Kaysi ion oldin zaryadsizlanishi metall kuchlanishlar katorida vodorodga nisbatan joylanishiga, uning konsentratsiyaga va ayrim xollarda elektrod potentsialiga boglik buladi.

## ***Elektrolit moddalarning suyuqlanmalarini va suvdagi eritmalarining elektrolizi***

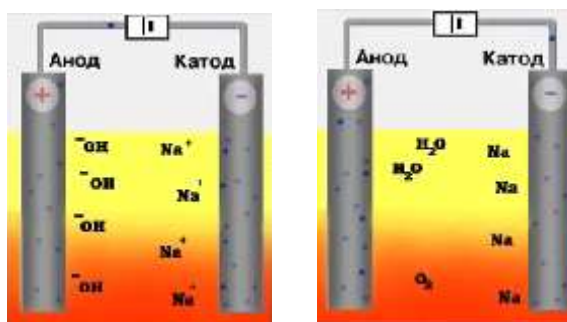
Suyuqlanmalarining elektroliziga quyidagilarni misol qilishimiz mumkin.

Bunday jarayonga  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ni suyuqlanmasining elektrolizini misol qilib olish mumkin. Alyuminiy oksidning elektroliz tenglamasini quyidagicha yozishimiz mumkin:  $2\text{Al}_2\text{O}_3 = 4\text{Al} + 3\text{O}_2$



14.5-rasm.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ning elektrolizi sxemasi.

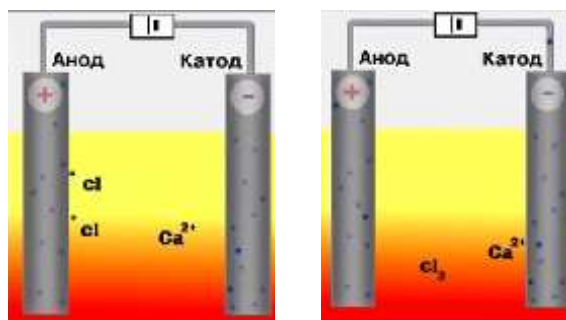
$\text{NaOH}$  ning suyuqlanmasini elektroliz jarayoni rasmdagidek boradi va uning tenglamasini quyidagicha yoziladi:  $4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_{(\text{katod})} + \text{O}_{2(\text{anod})} + 2\text{H}_2\text{O}$



14.6-rasm.  $\text{NaOH}$  ning elektrolizi sxemasi.

Suyuqlantirilgan kalsiy xloridning elektrolizi ko'rib chiqamiz. Kalsiy xloridning suyuqlanmasidan tok o'tayotganda kalsiy kationlari elektr maydoni ta'sirida manfiy elektrod - katod tomon siljiydi. Bundan tashqari zanjir orqali ketayotgan elektronlar bilan birikib, ular qaytariladi:  $\text{Ca}^{2+} + 2e^- = \text{Ca}^0$

Xlor anionlari musbat elektrod - anodga siljiydi va ortiqcha elektronlarini yo'qotib oksidlanadi. Bunda, dastlabki elektrokimyoviy bosqichda xlor ionlari oksidlanadi:  $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2^0$

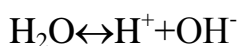
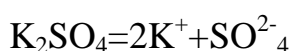


14.7-rasm. CaCl<sub>2</sub> ning elektolizi sxemasi.

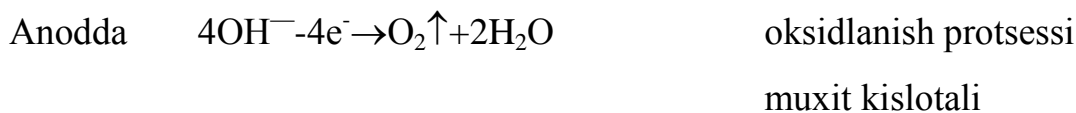
Elektrodlardagi jarayonlar tenglamalarini qo‘shib, CaCl<sub>2</sub> suyuqlanmasining elektrolizi uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining umumiy tenglamasini hosil qilamiz:  $\text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{suyuqlanma}} \text{Ca}^0 + \text{Cl}_2$

Bir xil sharoitda noaktiv metallar ionlari, ya‘ni kuchlanishlar katorida vodoroddan keyin (ungda) joylashgan metall oson zaryadsizlanadi, ba‘zan chapdagi metall ionlari oson zaryad-sizlanadi. Suvdagi eritmalarda kuchlanishlar katoridagi alyuminiygacha bulgan aktiv metallar ionga kaytarilmaydi. Anodda elektrolit anionlaridan fakat kislorodsiz kislota koldiklari :Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, J<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, Cn<sup>-</sup> va xokazolar zaryadsizlanadi. Kislorodli kislota koldiklari (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> va xokazo) urniga suvning OH<sup>-</sup> ionlarizaryadsizlanadi. Masalan, osh tuzi eritmasi elektroliz kilinganida katodda vodorod, anodda xlor ajralib chikadi.

Kaliy sulfat eritmasi elektroliz kilinganda esa katodda vodorod, anodda kislorod ajralib chikadi. Dissotsilanish sxemasi kuyidagi :



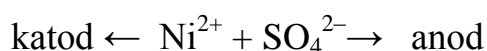
tartibda yoziladi. Elektroliz sxemasi kuyidagicha buladi:



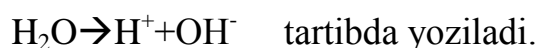
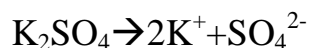
Keltirilgan misollardan kurinib turibdiki, katodda ishkoriy metallar ionlari kaytarilmasdan ularning urniga suvning vodorod ionlari kaytariladi. Agar anodda

kislorodli kislota koldigi bulsa, anod elektrodda xam suvning uzi elektron berib oksidlanadi.

Kislorodli kislotalarning anionlari,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  zaryadsizlanmaydi. Kislorodli kislota yoki uning tuzining suvdagi eritmasi elektroliz qilinganda anodda suv molekulari oksidlanib, gaz holdagi kislorod ajratib chiqaradi: anod atrofi vodorod ionlariga boyiydi. Masalan,  $\text{NiSO}_4$  ning suvdagi eritmasi elektroliz qilinganda elektrodlarda quyidagicha protseslar sodir bo'ladi:



Kaliy sulfat eritmasi elektroliz qilinganda esa katodda vodorod, anodda kislorod ajralib chiqadi. Dissotsilanish sxemasi quyidagicha:



Elektroliz sxemasi quyidagicha bo'ladi:

Katodda  $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$  qaytarilish jarayonida muhit ishqoriy

Anodda  $4\text{OH}^- - 4e^- \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  oksidlanish jarayonida muhit kislotali.

Keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, katodda ishqoriy metallar ionlari qaytarilmasdan ularning o'rniga suvning vodorod ionlari qaytariladi. Agar anodda kislorodli kislota qoldig'i bo'lsa, anod elektrodda ham suvning o'zi elektron berib oksidlanadi.

Agarda tuz kuchlanishlar katorida alyuminiydan keyinda turgan metallardan tarkib topgan bulsa, u xolda katodda shu metallning ioni va juda oz mikdorda vodorod ioni kaytariladi.

### ➤ Faradey qonunlari:

**Faradeyning birinchi qonuni.** Elektroliz protsessida elektrodlarda ajralib chiqadigan modda mikdori elektrolitdan o'tgan elektr miqdoriga to'g'ri proporsionaldir:  $m = kQ = kI\Delta t$

bu erda;  $m$ -modda miqdori,  $k$ –proportsionallik koeffitsienti (uni moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti xam deyiladi va u elektrolitdan bir sekunnda bir amper tok kuchi yoki bir kulon elektr o‘tganda ajralib chiqqan modda miqdorini ko‘rsatadi).  $Q$ -elektrolitdan o‘tgan elektr miqdori (kulon xisobida).

**Faradeyning ikkinchi konuni.** Turli kimyoviy birikmalardan bir xil miqdorda elektr toki o‘tganida elektrolarlarda ekvivalent miqdorda modda ajralib chiqadi yoki bir ekvivalent istalgan modda ajralib chiqishi uchun elektrolitdan 96 500 kulon elektr toki o‘tkazish kerak:

---

$$m = \frac{E \cdot I \cdot \Delta t}{96500}$$

I va II qonunlarning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi.

$$k = \frac{1}{F} \frac{A}{n} = \frac{E}{F}$$

bu erda:  $m$ -qaytarilgan yoki oksidlangan modda miqdori,  $E$ -moddaning ekvivalenti,  $I$ -tok kuchi,  $\Delta t$  – vaqt (sekund).

Faradey qonunlarini bilgan holda quyidagilarni hisoblash mumkin:

- elektr miqdori ajratib chiqaradigan modda miqdorini;
- ajralib chiqqan modda miqdoriga va tokni elektrolitdan o‘tish vaqtiga qarab tok kuchini.

Faradey qonunining matematik ifodasidan foydalanib, elektrolitlar orqali elektr toki o‘tkazilganda sodir bo‘ladigan protsesslarga bog‘liq hisoblashlarni bajarish mumkin.

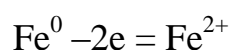
Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va galvanotexnikada qo‘llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Oltin kumush va boshqa metallar ham elektroliz yordamida olinadi. Elektrolitik rafinatsiya elektroekstraksiya va boshqa sanoat usullaridan foydalaniladi. avtomobil sanoatida, mashinasozlik va xalq xo‘jaligining boshqa qator sohalarida metallarni elektrolitik qoplash usulidan keng foydalaniladi.

Sanoatda tuzlarning eritmalarini elektroliz qilib mis, rux, kadmiy, nikel, kobalt, marganets va boshqa metallar olinadi. Bu metod yordamida bir metall boshqa metall bilan qoplanadi. Bu metod **galvanostegiya** deyiladi. Galvanoplastika orqali bromlarning aniq metal nusxalari olinadi. Nashriyotlarda klishchelar, matritsa, radiotexnik sxemalar tayyorlanadi. Polatni elektrolitik silliqdash alyuminiy va magniyni ohorlash ishlari ham elektroliz yordamida bajariladi. Nikellash xromlash kabi va boshqa bir qancha muhim ishlar ham shunday jarayonga kiradi. Kimyo sanoatida xlor, brom, yod kabi kopgina oksidlovchilar ham elektroliz yordamida olinadi.

#### **14.7-§. Korroziyasi va uning turlari. Metallarni korroziyadan saqlash**

Metallning tevarak-atrofidagi muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'siri natijasida yemirilishi korroziya deyiladi. Metallga quruq gazlar, masalan, kislorod, sulfat angidrid, HCl, H<sub>2</sub>S va boshqa gazlar ta'sir etganda u kimyoviy korroziyalanadi. Ko'pincha metallarning yemirilishiga elektrokimyoviy korroziya sabab bo'ladi, bunday korroziya metallarning nam havo yoki elektrolit eritmasi bilan o'zaro ta'siri natijasida sodir bo'ladi va bunda shu joyning o'zida elektr toki paydo bo'ladi.

Texnikada ishlatiladigan metallarga hamma vaqt boshqa metallar aralashgan bo'ladi. Shuning uchun metallar elektrolit eritmasiga tekkanda uzluksiz ishlaydigan galvanik element hosil bo'ladi, bunda aktivroq metal yemiriladi. Metall havoda ayniqsa ko'p korroziyalanadi. Masalan, nam havodagi temir bilan mis bir-biriga tegib turganda galvanik element vujudga keladi, bunda temir anod, mis esa katod vazifasini o'taydi. Bunday galvanik element ishlaganda temir oksidlanadi, yemiriladi, chunki u o'zining elektronlarini to'xtovsiz ravishda misga berib, o'zi Fe<sup>2+</sup> ionlarga aylanadi (66-rasm).



**Korroziyaga qarshi kurashning qoplash, kimyoviy, elektrokimyoviy va issiqlik ishlov berish usullari.**

Metallarni korroziyalanishdan saqlash usullari juda xilma-xildir, bulardan eng muhimlarini ko'rib o'tamiz.

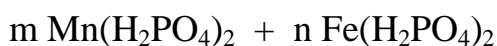
**Muhit tarkibining o'zgarishi.** Ba'zan metall uning atrofidagi muhitdan zararli qo'shimchalarni chiqarib tashlash yo'li bilan korroziyalanishdan saqlanadi. Masalan, erigan kislorodni bug' qozonlariga beriladigan suvdan chiqarib tashlash qozonlarning ishlatilish muddatini birmuncha oshradi. Biroq kislorod korroziya protsessiga ikki xil ta'sir ko'rsatadi. Bir tomondan katod uchastkalarining depolyarizatsiyalanishi natijasida kislorod korroziyalanishni tezlatadi ikkinchi tomondan kislorod ta'sirida metall sirtidagi himoya parda ancha puxtalashadi, ya'ni korroziyalanish susayadi. Eritmada kislorodning konsentratsiyasi ancha ko'payganda uning himoya ta'siri ustun keladi. Kislotalar ta'sirida korroziyalanadigan metallarning korroziyalanishini sekinlashtirish uchun kislotali korroziyani sekinlashtiruvchilar yoki boshqacha aytganda ingibitorlar deb ataladigan moddalar ishlatiladi. Ingibitor qo'shilgan kislota metallga ta'sir qilmasdan metallarning oksidlari va boshqa birikmalarini eritadi. Ingibitorlarning qozonlarni quyqadan tozalashda, metall buyumlarning zangini ketkazishda va boshqa hollarda ishlatilishi shunga asoslangan.

**Himoya qavatlar.** Korroziyaga qarshi kurashning asosiy usuli-metallni turli qoplamalar yordamida agressiv muhitdan izolyatsiyalashdir. Ko'pincha metall korroziyaga ancha chidamli boshqa metall bilan qoplanadi. Himoya qavat yaxlit va juda zich bo'lishi lozim. Bunda detal faqat saqlovchi metall dan iboratdek bo'ladi. Agar qoplama yemirilsa va demak, metall sirtining bir qismi ochilib qolsa, himoya qilinuvchi metall agressiv muhitga tegadi. Buning natijasida galvanik element hosil bo'lib metall korroziyalana boshlaydi. Agar qoplama metalli himoya qilinuvchi metall dan aktivroq, masalan temir ustiga rux qoplangan (76-rasm) bo'lsa, qoplangan metall (Zn) anod bo'ladi. Shuning uchun bunday qoplama anod qoplama deyiladi. Anod qoplama tashqi muhit ta'sirida buziladi. Himoya qilinayotgan metall (Fe) katod bo'ladi va qoplangan ruxning hammasi sarflanib bo'lmaguncha buzilmaydi. Himoya qiluvchi metallga qaraganda aktivligi kamroq bo'lgan metallar katod qoplama hosil qiladi. katod qoplama buzilsa himoya

qilinuvchi metall juda tez korroziyalanadi, masalan ko‘pincha qalay bilan qoplangan va oq tunuka deb ataladigan temirda shunday bo‘ladi. Qalay faqat temirga qoplangan qalay qavatini buzilguncha temirni korroziyalanishdan yaxshi saqlaydi. Agar temirning sirtidan biror joyi ochilib qolsa va agressiv muhitga tegsa qalay yuritilgan temir, qalay yuritilmagan temirdan ko‘ra tezroq korroziyalanadi .

Shuningdek, metall sirtining kimyoviy o‘zgarishiga asoslangan korroziyaga qarshi himoya usuli ham qo‘llaniladi. Buning mohiyati shundan iboratki, metallga u bilan kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi moddalar ta‘sir ettiriladi. Buning oqibatida metall sirtida metallni yemirilishdan saqlaydigan himoya pardasi hosil bo‘ladi. Buning uchun oksid pardalardan foydalaniladi, metall sirtida oksid himoya pardalar hosil qilish oksidlash, anodlash, qoraytirish deyiladi. Po‘lat buyumlarni oksidlash natijasida hosil bo‘ladigan parda, asosan temirning magnitli oksidi  $Fe_3O_4$  dan iborat, u korroziya natijasida hosil bo‘ladigan qavatlardan juda zichligi bilan farq qiladi.

Po‘lat buyumlarga  $H_3PO_4$  tuzlari bilan ham ishlov berish yo‘li bilan ham metall sirtida himoya qavat hosil qilish mumkin. Metall sirtida pishiq, suvda deyarli erimaydigan, korroziyaga qarshi juda yaxshi qoplama hosil bo‘ladi. Fosfatlash uchun quyidagi tarkibiga ega bo‘lgan “Majef” tuzi ishlatiladi.



Ko‘pincha metall sirtini sirlash-shishasimon xira massa yugurtirish yo‘li bilan metall korroziyalanishdan saqlanadi, sir kislota va ishqorlar ta‘siriga juda chidamli bo‘ladi. Odatda cho‘yan va po‘lat buyumlar sirlanadi. Korroziyaga qarshi kurashishning eng eski va keng tarqalgan usuli metall, asosan po‘lat buyumlar sirtini laklash va bo‘yashdir. Himoya qiluvchi metall sirtida detalni atrofdagi muhit ta‘siridan saqlovchi yaxlit qavat hosil bo‘ladi.

Korroziyaga qarshi kurashish uchun polimerlardan keng foydalanila boshlandi. Polimerlar himoya qiluvchi metall sirtiga turli usullar bilan masalan gaz alangasi yordamida purkash yo‘li bilan qoplanadi. Maxsus tuzilgan gaz gorelkasi alangasiga kukun holdagi polimer kiritiladi, u sochilib metall sirtiga puxta yopishadi.



**Elektrokimyoviy himoya.** Elektrokimyoviy himoyaning mohiyati shundan iboratki, himoya qilinuvchi inshoot doimiy tok manbaining katodiga ulanadi. Natijada inshootning o'zi katodga aylanadi. Korroziyadan bunday saqlanish katod himoyasi deyiladi. Katod himoyasiga anod sifatida metall holdagi ishlatiladi, u korroziyaga uchrab himoyalanuvchi buyumni korroziyalanishdan saqlaydi (78-rasm). Metallarni korroziyadan saqlashning elektrkimyoviy himoya turlaridan biri protektor himoya deyiladi. Himoya qilinadigan metall konstruksiyaga undan ko'ra aktivroq metall plastinkalar biriktiriladi. Aktivroq metall protektor deb ataladi (79-rasm). Hosil bo'lgan galvanik juftda protektor-anod, himoya qilinadigan konstruksiya esa katod vazifasini o'taydi. Protektor sekin-asta yemiriladi, metall konstruksiyasining korroziyalanishi esa deyarli to'xtaydi. Elektrokimyoviy usullar suvli muhitdagi yoki tuproqdagi (truboprovodlar, kabellar, temir qoziqlar va boshqalar) metall konstruksiyalarni korroziyadan saqlash uchun qo'llaniladi.

**Korroziyaga qarshi chidamli qotishmalardan foydalanish.** Metallga ba'zi qo'shimchalar qo'shish yo'li bilan korroziyaga chidamli qotishmalar hosil qilinadi. Korroziyaga ancha chidamli ko'pgina qotishmalar ma'lum. Zanglamaydigan po'lat deb ataladigan va tarkibida ma'lum miqdorda xrom bilan nikel bo'lgan po'lat katta ahamiyatga ega.

### **Korroziya tezligi va korroziya turlari.**

*Bir soatda bir kvadrat metr sirtida emirilgan metallning grammlar xisobidagi miqdori korroziya tezligi bulib, uni  $K$  bilan ishoralanadi.. Masalan, temirning suvdagi korroziya tezligi (normal sharoitda )  $K=0,05 \text{ g}/(\text{sm}^2 \cdot \text{soat})$  ga teng.*

Korroziya tezligi elektrokimyoviy kutblanishga bog'lik. Katodda va anodda sodir buladigan konsentratsion kutblanishdan tashkari anodning uzida boradigan kutblanish ximoya parda xosil bulishi bilan amalga oshadi. SHuning uchun korroziyaga karshi kurashda kutbsizlantiruvchilar ishlatiladi. Masalan, eritmada  $\text{N}^+$  ionlar konsentratsiyasini oshirish metall emirilishini tezlatza,  $\text{ON}^-$  ionlari konsentratsiyasi oshirish korroziyani sekinlashtiradi.

**Korroziya turlari.** *Atmosferada korroziyalanish* – metallarning atmosfera sharoitida korroziyalanishi uz-uzidan oksidlanish tufayli amalga oshadi; u eng kuz tarkalgan. Oksidlanish metodi quyidagicha: metall atmosferadan nam xavoni adsorbilashi natijasida yupka suyuqlik parda ( elektrolit ) hosil buladi . Toza va kuruk xavoda korroziya juda sekin buladi. Atmosferada SO<sub>2</sub>, asosan SO<sub>2</sub> bulishi korroziya protsessini tezlashtiradi .

*Er ostidagi korroziya . Bu eng murakkab korroziya turidir. Bunday korroziyada erning fizik kimyoviy xossalari katta rol uynaydi. Er katlami orkali metallga diffuzilanayotgan kislorod, erning namligi va vodorod kursatkichi er ostiga joylashtirilgan metallarning emirilishini tezlashtiradi.*

**Elektrkorroziya.** Elektr toki («daydi» toklar) ta`sirida boradigan elektrokimyoviy korroziya protsessidir.

Metall yuzasi buylab emirilish joyini (topo) aniqlash katta ahamiyatga ega. Korroziya topokimyoviy turiga qarab quyidagilarga bulinadi:

1. **Bir tekisli korroziya** – *korroziya protsessi metallning butun yuzasini egallaydi.*
2. **Ba`zi kismdagi korroziya** – *metallning ayrim kislmlari korroziyalanadi, ya`ni korrozion «yara» (korrozion yazva) hosil buladi bu kalaylangan temirga xosdir.*
3. **Kristallararo korroziya** – *metallning tashqi kurinishi saklansa xam, korroziya metall kristallarida boradi. Bu korroziya turi juda xavflidir. Metallning mexanik xossalari tezda kamayadi.*
4. **Korrozion darzlar**-metallni korroziyalanishi bilan metallga mexanik kuch quyilganda birgalikda boradigan metallning oksidlanib emirilishidir, bu esa metallning sinishiga olib keladi.

**Korroziyadan saklanish metodlari.**

Korroziyadan saklanish metodlari quyidagilardan iborat:

1. *Izolyatsiya usuli*
2. *Protektor vositasi orkali usuli.*
3. *Kimyoviy ximoya usuli .*
4. *Metallni elektrokimyo usuli.*

## 5. Katodli ximoya usuli.

*Izolyatsiya usulida* metallarni korroziyadan saklash uchun metall sirti moylanadi yoki laklanadi xamda korroziyaga chidamli rux va kalay bilan galvanostegiya usulida koplaniadi. Metallni metall bilan koplash katod xamda anod koplashlarga bulinadi.

Temirni rux bilan koplash anod koplashga misol bula oladi. Bunda ximoya kiluvchi metall rux, ximoyalanuvchi metall temirdan aktivrok bulgani uchun koplama sirti buzilganda galvanik element xosil buladi va bu elementda anod, ya`ni rux emiriladi, katod-temir esa rux tulik emirilib bulmaguncha emirilmaydi.

*Metall sirtini uning uzidan passivrok metall ( masalan, temirni kalay) bilan koplash-katod koplash deyiladi.* Bu xolda koplamaning biror joyi buzilganda ximoyalanuvchi metall korroziyalanadi.

### **Ingibitorlar**

Metall korroziyasini sekinlashtiradigan moddalarga **ingibitorlar** deyiladi. Ingibitor sifatida asosan aminlar; mochevina  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , tiomochevina  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ , sulfitlar, aldegidlar, fosfatlar, silikatlar va boshkalar ishlatiladi. Ingibitorlar rangli metallarni korroziyadan saklashda xam qo`llaniladi.

### Elektroliz

1	Elektroliz deb –	elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali elektr toki o`tishi natijasida sodir bo`ladigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalariga aytiladi.
2	Katodda sodir bo`ladigan jarayonlar:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Metall Beketov qatorida H dan keyinda tursa, katodda metall ioni qaytariladi va metall ajralib chiqadi.</li><li>2. Metall Beketov qatorida Li dan Al oraliqda tursa, katodda metall ioni o`rniga vodorod ioni qaytariladi va vodorod ajralib chiqadi.</li><li>3. Metall Beketov qatorida Al dan keyin H dan oldinda tursa, katodda metall ioni va vodorod ioni qaytariladi va metall va vodorod bir vaqtda ajralib chiqadi.</li></ol>
3	Anodda sodir bo`ladigan jarayonlar:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Agar eritmada kislorodsiz kislotalarning anionlari (<math>\text{I}^-</math>, <math>\text{Br}^-</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{S}^{2-}</math>) mavjud bo`lsa, anodda shu anionlar oksidlanadi va ajralib chiqadi. <math>\text{F}^-</math> ioni bundan mustasno.</li></ol>

		2. Agar eritma tarkibida kislorodli kislota anionlari mavjud bo'lsa, anodda kislota qoldiqi anioni o'rniga gidroksid ionlari oksidlandi va kislorod ajralib chiqadi.
4	Faradeyning 1-qonuni.	Elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali doimiy tok o'tkazilganda elektrolarlarda ajralib chiqayotgan modda massasi shu elektrolit eritmasi orqali o'tayotgan tok miqdoriga to'g'ri proporsional.
5	Faradeyning 1-qonuni.	$m = K \cdot Q$ $m$ – ajralib chiqayotgan modda massasi; $Q$ – tok miqdori, $Q = I \cdot t$ ; $I$ – tok kuchi birligi Amper; $t$ – elektroliz uchun ketgan vaqt (sekundlarda); $K = \frac{E}{96500}$ elektrokimyoviy ekvivalent deb ataladigan proporsionallik koeffitsiyenti.
6	Faradeyning 2-qonuni:	Ketma-ket ulangan elektrolit eritmalari orqali 96500 Kl tok o'tganda elektrolarlarda ajralib chiqqan modda massasi shu moddaning kimyoviy ekvivalentiga teng bo'ladi.
7	Faradeyning 2-qonuni bo'yicha elektrolarlarda ajralib chiqayotgan modda massasini topish:	$m = \frac{I \cdot t \cdot E}{96500}$ $m$ – ajralib chiqayotgan modda massasi; $E$ – kimyoviy ekvivalent; $V_E$ – ajralib chiqayotgan gazning ekvivalent hajmi; $I$ – tok kuchi birligi Amper; $t$ – elektroliz uchun ketgan vaqt (sekundlarda)
8	Faradeyning 2-qonuni bo'yicha elektrolarlarda ajralib chiqayotgan modda hajmini topish:	$V = \frac{I \cdot t \cdot V_E}{96500}$ $E$ – kimyoviy ekvivalent; $V$ – ajralib chiqayotgan gaz hajmi; $V_E$ – ajralib chiqayotgan gazning ekvivalent hajmi; $I$ – tok kuchi birligi Amper; $t$ – elektroliz uchun ketgan vaqt (sekundlarda)
9	Elektroliz tok bo'yicha unumini topish:	$\eta = \frac{m_{tajriba}}{m_{nazariy}} \cdot 100\%$ $\eta$ – reaksiya unumi; $M_{tajriba}$ – tajribada ajralib chiqqan modda massasi; $M_{nazariy}$ – shu moddaning nazariy hisoblanganda ajralib chiqishi kerak bo'lgan

		massasi
10	Elektroliz tok bo'yicha unumini topish:	$\eta = \frac{m \cdot 96500}{I \cdot t \cdot E}$ $\eta$ – reaksiya unumi; $m$ – ajralib chiqayotgan modda massasi; $E$ – kimyoviy ekvivalent; $V_E$ – ajralib chiqayotgan gazning ekvivalent hajmi; $I$ – tok kuchi birligi Amper; $t$ – elektroliz uchun ketgan vaqt (sekundlarda)

### Nazorat savollari:

1. Natriy sulfat eritmasi elektroliz qilinganda, katodda qanday mahsulot olinadi?

1.kislород; 2.vodorod; 3.natriy; 4.natriy ishqori;

A) 2 va 4 B) 1 C) 3 D) 2 E) 2 va 3

2. Mis sulfat eritmasi inert elektrodlar ishtirokida elektroliz qilinganda, katod va anodda quyidagilardan qaysilari ajralib chiqadi?

A) Cu, H<sub>2</sub> B) Cu, O<sub>2</sub> C) Cu, SO<sub>2</sub> D) H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> E) H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>

3. Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub>, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> larning 0,1 M li suvli eritmalari inert elektrod yordamida elektroliz qilinganda, birinchi bo'lib katodda qaysi metall ajralib chiqadi?

A) to'rtta metallning hammasi bir paytda ajralib chiqadi

B) Zn C) Cu D) Fe E) Ag

4. Mis(II)nitrat eritmasi inert elektrodlar ishtirokida to'la elektroliz qilindi. Elektr toki o'chirilgandan keyin elektrodlar qisqa vaqt davomida elektrolizyorda qolib ketsa, eritmada qanday mahsulot bo'lishi mumkin?

A) HNO<sub>3</sub> B) Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> C) HNO<sub>2</sub>

D) HNO<sub>3</sub>+Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> E) CuNO<sub>3</sub>+HNO<sub>3</sub>

5. Natriy tuzlari: sulfati, nitrati, karbonati va fosfati aralashmasi eritmasini elektroliz qilinganda qaysi zarracha oksidlanadi?

A)  $SO_4^{2-}$  B)  $NO_3^-$  C)  $CO_3^{2-}$  D)  $PO_4^{3-}$  E)  $H_2O$

6. Mis sulfat va mis nitrat eritmasi orqali doimiy tok o'tkazilganda qaysi zarracha oksidlanadi?

A)  $SO_4^{2-}$  B)  $OH^-$  C)  $NO_3^-$  D)  $H^+$  E)  $Cu(OH)^+$

7. Qaysi qatordagi uchta metallni ular tuzlarining suvli eritmalarini elektroliz qilib olish mumkin?

A) Fe, Li, Ni B) Co, Ba, Cr C) Cu, Na, Rb

D) Au, Fe, Cu E) Fe, Ca, Cr

8. Kaliy sulfid tuzining suvli eritmasi grafitli elektrod yordamida elektroliz qilinganda katodda qaysi modda ajralib chiqadi va uning atrofida eritmaning muhiti qanday bo'ladi?

A) kaliy, ishqoriy B) oltingugurt, ishqoriy

C) vodorod, kislotali

D) kislorod, neytral E) vodorod, ishqoriy

9. Temir(II)sulfatning suvdagi eritmasi elektroliz qilinganda elektrodlarda qanday moddalar ajralib chiqadi?

A) Fe, S,  $O_2$  B)  $H_2$ ,  $O_2$  C) Fe,  $H_2$ ,  $O_2$  D)  $H_2$ , S

E) Fe,  $O_2$

10.  $CuSO_4$  eritmasi elektroliz qilinganda katodda qanday mahsulot hosil bo'ladi?

A) Cu B)  $H_2$  C) Cu,  $H_2$  D)  $O_2$ ,  $SO_2$  E)  $Cu(OH)_2$



## MUNDARIJA

<b>SO'ZBOSHI</b>	3
<b>I BOB. KIRISH. KIMYO FANI</b>	5
1.1-§. Kimyo – aniq fan sifatida	5
1.2-§. Umumiy kimyo – kimyoning barcha sohalari uchun poydevordir	7
1.3-§. O'zbekistonda kimyo fani va sanoatining rivojlanishi. Kimyo tarixi va uning rivojlanishida olimlarning roli. Mashhur o'zbek kimyogar olimlarining ilmiy faoliyati	8
<b>IIBOB. ATOM, UNING ELEKTRON TUZILISHI. ATOM YADROSINING VA YADRO REAKSIYALARI</b>	15
2.1-§. Atomning murakkabligi. Katod nurlarining kashf qilinishi va tabiati. Subatom zarrachalar: elektronlar, protonlar, neytronlar. Izotoplar, izobarlar, izotonlar	15
2.2-§. Atom tarkibiy qismi-yadro, protonlar, neytronlar va ularning zaryadlari, massasi	17
2.3-§. Izotoplar. Izobarlar. Izotonlar	19
2.4-§. Atomning planetar modeli (E. Rezerford). N. Borning statsionar orbitallar haqida gipotezasi	21
2.5-§. Atom tuzilishini hozirgi zamonda tushuntirish. Energetik pog'onalar va atom orbitallar. Kvant sonlari va ularning fizik ma'nosi	26
2.6-§. Elektronlarning energiyalarining kvant sonlari bilan tafsiflash	28
2.7-§. Atom orbitallar	32
2.8-§ Pauli prinsipi va Hund qoidasi. Elektron konfiguratsiya va diagramma. Minimal energiya prinsipi	33
2.9. § Atom yadrosining tuzilishi va yadro reaksiyalari	37
<b>III BOB. DAVRIY QONUN VA DAVRIY JADVAL. ATOMLARNING DAVRIY VA NODAVRIY O'ZGARUVCHAN XOSSALARI</b>	53
3.1- §. Davriy qonun va davri sistema	53
3.2-§. Atomlarning radiusi, ionlanish energiyasi, ionlanish potentsiali, nisbiy elektromanfiyligini davrlar va guruhlar bo'ylab o'zgarishi	58
3.3-§. Atomlarning nodavriy o'zgaruvchan xossalari	64
3.4-§. Element birikmalarini xossalarini davriy o'zgarishi	67
<b>IV.BOB KIMYOVIY BOG'LANISH, UNING XILLARI VA PAYDO BO'LISH SABABLARI</b>	89
4.1-§. Kovalent bog'lanishning paydo bo'lishini Lyuis gipotezasi asosida tushuntirish	89
4.2-§. Ion bog'lanishning paydo bo'lishini Kossel gipotezasi asosida tushuntirish	93
4.3-§. Kimyoviy bog'lanishni kvant mexanika asosida tushuntirish birdan-bir to'g'ri yo'l ekanligi	94
4.4-§. Kimyoviy bog'lanishni valent bog'lar usuli vositasida tushuntirish (Geytler va London)	96

4.5-§. Lokallashgan elektron juftlarining o‘zaro itarilishi. Taqsimlanmagan elektron jufti va donor-aktseptor bog‘lanish	97
4.6-§. Ichki molekulyar va molekulararo vodorod bog‘i. Vodorod bog‘ining modda xossalariga ta’siri va tabiatdagi ahamiyati	99
4.7-§. Kovalent bog‘larning to‘yinuvchanligi va muayyan fazoviy yo‘nalishga ega bo‘lishi	103
4.8-§. Gibrid atom orbitallar va ularning xillari (Poling). Molekulalar va Ionlarning fazoviy tuzilishi	108
<b>V-BOB. ODDIY VA MURAKKAB MODDALARNING GAZ, SUYUQ VA QATTIQ HOLATI KRISTALL PANJARA TURLARI. GAZ QONUNLARI</b>	125
5.1-§ Oddiy va murakkab moddalarning gaz, suyuq va qattiq holati	125
5.2-§ Modda miqdori – mol. Gaz holatining umumiy xarakteristikasi. Gazlarning zichligi, nisbiy zichligi va molyar hajmi. Avogadro soni	126
5.3- §. Ma’lum gazlarning tarkibi berilgan aralashmasining molyar massasini topish	129
5.4- §. Ideal gazning holat tenglamasi va undan foydalanish yo‘llari. Ideal gaz qonunlari	130
5.5- §. Gazlarning parsial bosimi. Daltonnuni	136
5.6- §. Real gazlar. Van-der-Vaals tenglamasi to‘g‘risida tushuncha	138
5.7- §. Gazlarning suyuqlanishi. Suyuq holatning tavsifi	149
5.8- § Aralashgan holdagi suyuqliklarni bir-biridan ajratish usullari	152
5.9-§ Qattiq holat va uning tavsifi. Qattiq moddalardagi kristall panjaralarning xillari va ularning modda xossalariga ta’siri haqida tushuncha	154
<b>VI BOB. STEXIOMETRIYA ASOSLARI VA KIMYONING ASOSIY QONUNLARI. KIMYOVIY TENGLAMALAR. KIMYOVIY REAKSIYA TURLARI</b>	161
6.1-§. Massaning saqlanish qonuni energiyaning saqlanish qonunning xususiy roli ekanligi. Yadro jarayonlarida massa efekti	161
6.2-§.Modda va maydon materiyaning 2 xil mavjud bo‘lish shakli ekanligi	167
6.3-§.Tarkibning doimiylik qonuni. Karrali nisbatlar qonuni	168
6.4-§. Ekvivalentlar qonuni	176
6.5-§. Kimyoviy tenglamalar va ular bo‘yicha hisoblashlar	190
6.6-§. Kimyoviy reaksiyalarning turlari	196
6.7-§.Kimyoviy reaksiya turlari bo‘yicha masalalar ishlash	198
6.8-§. Stexiometrik sxema asosida masalalar yechish	202
6.9.-Laboratoriya ishi. Kimyoviy reaksiya belgilar	205
<b>VII BOB. DISPERS SISTEMALAR. ERITMALAR VA ULARNING XOSSALARI</b>	206
7.1-§. Geterogen, mikroheterogen va gomogen dispers sistemalar. Dispersion muhit va dispers faza. Disperslik darajasi	206
7.2-§.Moddalarning eruvchanligi	210



7.3-§.Moddlarning eruvchanligi bo'yicha masalar ishlash	213
7.4-§. Eritmalar haqida tushuncha	217
7.5-§.Eritma konsentratsiyasi va uni ifodalash usullari. Foiz konsentratsiya	222
7.6-§. Molyar konsentratsiya	226
7.7-§.Normal konsentratsiya	229
7.8-§. Titr konsentratsiya	233
7.9-§.Eritma konsentratsiyalari o'rtasidagi bog'lanishlar	235
7.1-Laboratoriya ishi. Dispers sistemalarning olinishi	239
7.2- Laboratoriya ishi № 7.2. Etil spirtining 40% li eritmasidan sof etil spirtini ajratib olish	241
7.3- Laboratoriya ishi Turli konsentratsiyali eritmalar tayyorlash	255
<b>VIII BOB. ELEKTROLITIK DISSOTSIYALANISH VA UNGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR. ERITMALARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIGI VA ERUVCHANLIK KO'PAYTMASI</b>	252
8.1-§. Elektrolitlar va noelektrolitlar	252
8.2-§. Kislota, asos va tuzlarning suvdagi eritmalarda dissotsilanishi	255
8.3-§. Dissotsilanish darajasi. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar	259
8.4-§. Elektrolit eritmalarda boradigan ion almashinish reaksiyalari	263
8.5-§. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi bo'yicha masalalar ishlash	266
8.1-Laboratoriya ishi. Elektrolit eritmalarda boradigan reaksiyalar	269
<b>IX BOB. KISLOTA VA ASOSLAR NAZARIYASI. BUFER ERITMALAR. SUVNING ION KO'PAYTMASI. TUZLARNING GIDROLIZI</b>	275
9.1-§. Kislota va asoslar nazariyasi. Ostvold-Arrenius nazariyasi. Brensted-Louri va Luis nazariyalari	275
9.2-§.Suvning ion ko'paytmasi. Eritmaning pH va pOH ko'rsatkichlari	279
9.3-§. Bufer eritmalar va ulardagi pH qiymatla	281
9.4- §. Tuzlarning gidrolizi. Kation va anion bo'yicha gidroliz	282
<b>X BOB. KIMYOVIY TERMODINAMIKA ELEMENTLARI</b>	298
10.1-§. Sistema, uning holati va parametrlari	298
10.2-§. Energiya va uning bir turdan ikkinchi turga o'tishi. Energiya va ish o'rtasidagi bog'lanish	299
10.3-§. Ichki energiya va entalpiya. Ozod energiya va entropiya to'g'risida Tushuncha	303
10.4-§. Termoximiya. Lavuaze-Laplas va Gess qonunlari	306
<b>XI-BOB. KIMYOVIY KINETIKA. KATALIZ</b>	315
11.1-§. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir qiluvchi omillar	315
11.2-§. Kimyoviy reaksiyalar mexanizmi	327
<b>XII-BOB. QAYTAR VA QAYTMAS JARAYONLAR. KIMYOVIY MUVOZANAT VA UNGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR</b>	343
12.1-§ Qaytar va qaytmas reaksiyalar	343
12.2-§ Massalar ta'siri qonuni va muvozanat konstantasi	343

12.3-§ Getrogen sistemalarda bo'ladigan kimyoviy muvozanatlar	345
12.4-§ Kimyoviy muvozanatning siljishi	347
12.5-§. Kimyoviy muvozanat mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi	348
<b>XIII-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH JARAYONLARI</b>	353
13.1-§. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari	353
13.2-§. Eng muhim oksidlovchilar va qaytaruvchilar	356
13.3-§. Reaksiya tenglamasi koeffitsientlarini tanlash usullari	363
13.4-§. Yarim reaksiyalar usuli	368
13.5-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga eritma muhitining ta'siri	373
13.6-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining sinflashtirilishi	376
13.7-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish bo'yicha masalalar ishlash	381
13.8-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddalarning ekvivalent og'irliklarini aniqlash	389
13.1-Laboratoriya ishi. Oksidlanish-qaytarilish reeasiyalar	395
<b>XIV BOB. ELEKTROKIMYO</b>	402
14.1-§. Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanishi	402
14.2-§. Galvanik elementlar va ulardagi elektrod jarayonlar	404
14.3-§. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi. Galvanik elementning maksimal ishi	405
14.4-§.Amalda keng qo'llaniladigan ba'zi galvanik sistemalar-akkumulyatorlar batareyasi, quruq va yonilg'i elementlarning ishlash prinsipi	406
14.5-§.Metallarning normal elektrod potentsiallari. Metallarning kuchlanish qatori	407
14.6-§. Elektroliz. Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent. Elektrolizning amaliy axamiyati	408
14.7-§.Korroziyasi va uning turlari. Metallarni korroziyadan saqlash	414