

I.R. ASQAROV  
SH.H. ABDULLAYEV  
O.SH. ABDULLAYEV

# KIMYO

Namunaviy test yechimlari  
Fanning nazariy asoslari



Oliy o'quv  
yurtlariga  
kiruvchilar  
uchun

54  
A-86

I.R.ASQAROV, Sh.H.ABDULLAYEV,  
O.Sh.ABDULLAYEV

# KIMYO

**OLIY O'QUV YURLARIGA KIRUVCHILAR VA  
IQTIDORLI TALABALAR UCHUN O'QUV  
QO'LLANMA**

*(Tuzatilgan, to'ldirilgan uchinchi nashri)*

- ✚ **fanning nazariy asoslari**
- ✚ **namunaviy test yechimlari**

*O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirliklari huzuridagi ilmiy-metodik kengashining 2012-yil 10-oktabrdagi 4-sonli qarori bilan akademik litsey, kasb-hunar kolleji va kimyoga ixtisoslashgan maktablar uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.*



Ilm-Ziyo-Zakovat  
TOSHKENT  
2017

**УЎК: 54(075.32)**

**КБК: 24.01**

**A – 86**

**Asqarov I.R.**

Kimyo: oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun qo'llanma I.R.Asqarov, Sh.H.Abdullayev, O.Sh.Abdullayev. – Toshkent: Ilm-Ziyo-Zakovat, 2017. – 896 b.

ISBN 978-9943-4617-3-4

O'zbekiston xalq tabobati akademiyasining akademigi,  
O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ixtirochi, kimyo fanlari doktori,  
professor I.R.Asqarovning umumiy tahriri ostida

**Taqrizchilar:**

**F. TOJIYEVA,**

XTV tasarrufidagi xorijiy tillarga ixtisoslashgan davlat umumta'lim maktabining kimyo fani o'qituvchisi, «Xalq ta'limi a'lochisi»

**G. SHOISAYEVA,**

Respublika ta'lim markazining kimyo bo'yicha bosh metodisti

**Sh. QIRG'IZOV,**

Andijon davlat universiteti kimyo kafedrasida dotsenti,  
kimyo fanlari nomzodi

Mazkur o'quv qo'llanma akademik litsey va kasb-hunar kollejlari talabalari hamda oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun mo'ljallangan bo'lib, unda umumiy, noorganik va organik kimyo kurslariga doir mavzular bo'yicha nazariy bilimlar DTM tomonidan ishlab chiqilgan test savollariga o'xshash test savollarini yechishning tezkor usullari keltirilgan.

Ushbu qo'llanmadan nafaqat o'rta maxsus bilim yurtlari talalari va bitiruvchilari, balki o'rta umumta'lim maktablari o'quvchilari va boshqa kimyo faniga qiziquvchilar ham foydalanishlari maqsadga muvofiq.

ISBN 978-9943-4617-3-4

© Asqarov I.R., Abdullayev Sh.H., Abdullayev O.Sh. «Kimyo». «Ilm-Ziyo-Zakovat», 2017.



## SO'ZBOSHI

Chorak asrki ona diyorimiz – O'zbekiston mustaqillikka erishib, kun sayin barcha sohalarda juda tez sur'atlarda dunyoning rivojlangan mamlakatlariga bo'ylashib bormoqda. Ayniqsa, yurtimizning kelajagi bo'lgan yoshlarga doir, ularning ta'lim-u tarbiyasiga doir islohotlar o'z samarasini yaqqol namoyon qilib, dunyo hamjamiyatining e'tiborini qozonib ulgurdi.

Ta'lim sohasidagi islohotlarning eng katta yutuqlaridan biri bo'lgan hozirgi vaqtdagi kasb-hunar kollejlari va akademik litseylarda talaba yoshlarga fanlardan, shu jumladan, kimyo fanidan chuqur bilimlar berilmoqda. Oliy o'quv yurtlariga iqtidorli yoshlarni tanlab olish uchun tuzilgan test savollari tobora murakkablashmoqda. Sinov savollarining takomillashuvi va murakkablashuvi davr taqozosidir. Ushbu murakkab test savollariga javob topishning tezkor usullarini o'rganish barcha oliy o'quv yurtlariga kiruvchi iqtidorli yoshlarni qiziqtirishi tabiiy hol.

Ushbu kitob mualliflari tomonidan 2013-yilda yozilgan va 2014-yilda qayta nashr etilgan «Kimyo. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun o'quv qo'llanma»si bu borada kimyo faniga qiziquvchi yoshlarning talablarini ma'lum darajada qondira oldi. Ammo yoshlarimiz bilimlariga bo'lgan talablarning kun sayin ortib borishi bu kitobni qaytadan ko'rib chiqishni, unga to'ldirishlar kiritishni taqozo etdi. Kitobga atomning elektron qobig'ini tuzilishining kvantomexanik asoslari, kimyoviy bog'lanish va xossalari, molekulalararo ta'sir kuchlari, kimyoviy termodinamika asoslari, elementorganik birik-malar, alkaloidlar kimyosi kabi yangi boblar, mavzular, ularga doir test savollari hamda



ularning yechimlari qo‘shilib, mavjud mavzular kengroq yoritildi.

Mazkur qo‘llanma akademik litseylarning tabiiy fanlar yo‘nalishi uchun kimyo fanidan namunaviy o‘quv dasturga mos ravishda tuzilgan bo‘lib, oxirgi 20 yilda oliy o‘quv yurtlariga kirish imtihonlarida Davlat test markazi tomonidan qo‘llanilgan murakkab test savollari-ga javob topishga yo‘naltirilgan kimyoning nazariy asos-lari bayon qilingan. Mavzular oddiydan murakkabga tamoyili asosida belgilangan bo‘lib, o‘quvchi uchun kimyoni mustaqil o‘rganishga imkon yaratadi. Har bir mavzu bo‘yicha namunaviy test savollari va ularni yechishning bir necha tezkor usullari berilgan. Bu usullardan va mavzudagi nazariy ma‘lumotlardan foyda-lanib test savollarga javob topish jarayonida o‘quvchida kimyoviy bilim, ko‘nikma va malakalar birin-ketin shakllanib boradi. Qo‘llanmada 261 ta test savollarining bir necha usullarda yechilishi ko‘rsatib o‘tilgan.

Qo‘llanma 3 qismdan iborat bo‘lib, birinchi qism **umumiy kimyo** deb nomlandi va unda kimyoning naza-riy asoslari berilgan. Ikkinchi qism **noorganik kimyoga** bag‘ishlanib, unda davriy sistemadagi deyarli barcha ele-mentlarning kimyosi muayyan izchillikda batafsil yori-tilgan. Uchinchi qismda **organik kimyoga** doir mavzular bayon qilingan.

Qo‘llanma ta‘lim tizimining davlat ta‘lim standartlari asosida qabul qilingan namunaviy o‘quv dasturga mos bo‘lganini inobatga olsak, undan akademik litsey va kasb-hunar kollejlari talabalari, kimyoga ixti-soslashgan maktab o‘quvchilari va oliy o‘quv yurtlariga kiruvchi yoshlar foydalanishlari maqsadga muvofiqdir.

Qo'llanma bilan tanishib o'zlarining qimmatli fikr va mulohazalarini bildirgan barcha kitobxonlarga oldindan o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

**Ibrohimjon ASQAROV,**  
**kimyo fanlari doktori, professor,**  
**O'zbekiston xalq tabobati**  
**akademiyasi akademigi, O'zbekistonda xizmat**  
**ko'rsatgan ixtirochi**

# I BO'LIM. UMUMIY KIMYO

## 1-BOB. KIMYO FANI VA UNING RIVOJLANISH TARIXI

### 1.1. Kimyo fanining maqsadi, vazifalari va tuzilishi

Kimyo fani butun olamni, uning nihoyatda xilma-xil shakllarini va olamda sodir bo'ladigan har xil hodisalarni o'rganuvchi tabiiy fanlar qatoriga kiradi. Butun olam inson ongidan tashqarida va uning ongiga bog'liq bo'lmagan holda obyektiv ravishda mavjud. Olamdagi barcha mavjudot, doimo harakat qilib turadigan borliqning har xil turlaridir. Bu turlar o'zaro ta'sirlashib boshqa turlarga aylanishi mumkin.

• Borliqning muayyan sharoitda o'zgarmas ma'lum xossalarga ega bo'lgan bir turi kimyo fanida **modda** deyiladi.

Masalan: suv, osh tuzi, oltingugurt, ohak, soda, shakar, kislorod – moddalardir. Har bir modda o'ziga tegishli xossalarga ega. Moddaning fizik xossalarini, masalan, zichligi, suyuqlanish harorati, eruychanligi 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 hodisalar *kimyoviy hodisalar* deyiladi.

✚ ***Kimyo fani moddalarni, ularning tarkibini, tuzilishini, xossalarini, moddalarning bir-biriga aylanish qonuniyatlarini o'rganadigan fandır.***

Mavjud barcha moddalar hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan 118 ta elementlardan hosil bo'lgan, bu moddalar o'z tarkibiy qismi bilan bir-biridan farq qiladi. Barcha organik birikmalar tarkibida uglerod elementi mavjud. Shuning uchun uglerod birikmalarini *organik kimyo* fani o'rganadi. Qolgan barcha elementlarning birikmalarini va bu moddalarning o'zaro munosabatlarini *noorganik kimyo* fani o'rganadi. Moddalarning tarkibi va tuzilishining nazariy asoslarini, kimyoviy jarayonlarning qonuniyatlarini *umumiy kimyo* fani o'rganadi.

## KIMYO FANINING VAZIFALARI VA AHAMIYATI

1. Insoniyatni oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash uchun zarur bo'ladigan moddalar ishlab chiqarish, ya'ni:

a) oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish uchun zarur bo'ladigan mineral o'g'itlar yetkazib berish, yangi o'g'itlarni ishlab chiqarish;

b) o'simliklar kasalliklariga qarshi kurashadigan preparatlar ishlab chiqarish va bu borada yangi izlanishlar olib borish;

v) o'simliklarning rivojlanishida mikroelementlarning rolini o'rganish va ekinlarni oziqlantirish.

2. Insonlarni kiyim-kechak bilan ta'minlash va turmush sharoitini yaxshilash maqsadida:

- a) kimyoviy tolalar ishlab chiqarish;
- b) sun'iy cherm ishlab chiqarish;
- v) kauchuk va rezina mahsulotlari ishlab chiqarish;
- c) bo'yoqlar ishlab chiqarish;
- d) har xil polimerlar (plastmassalar) ishlab chiqarish;
- e) yuvish vositalari va maishiy xizmat mahsulotlari ishlab chiqarish.

3. Yashayotgan muhitimizning ekologik muammolarini hal etish.

4. Odamlar salomatligini saqlash maqsadida turli xil dori-darmonlar ishlab chiqish.

5. Qurilish materiallarini ishlab chiqarish va bu borada yangi izlanishlar bilan shug'ullanish.

6. Metallar va ularning qotishmalarini ishlab chiqarish, yangi xildagi qotishmalar hosil qilish muammolarini hal etish.

7. Neft mahsulotlari ishlab chiqarish va hokazo.

Kimyo fanining ahamiyati nihoyatda katta ekanligi yuqoridagilardan ko'rinib turibdi, shuning uchun har bir mutaxassis bu fanni o'rganar ekan, insonning ehtiyojini qondirish uchun kimyoning juda ham zarurligini chuqurroq his qiladi.

## 1.2. Kimyo fanining rivojlanishi

Kimyo fani ham boshqa fanlar qatori, odamlarning amaliy faoliyati natijasida vujudga kelgan. Kimyoga doir dastlabki bilimlarni o'rganish dastlab qachondan boshlanganligi noma'lum, insoniyat qachondan buyon olovdan foydalana boshlagani, metallarga termik ishlov berishni qachon o'rgangani ma'lum emas. Lekin oziq-ovqat tayyorlash, kundalik ehtiyoj uchun mahsulotlarga kimyoviy ishlov berishda kimyoviy bilimlarning ortib borishi insoniyat rivojida katta burilishlarga olib kelgan. Misrda, Xitoyda, Hindistonda, Yunonistonda bunday fikrlar jamlangan. Misrliklar rudalardan temirni suyuqlantirib olish, rangdor shisha hosil qilish, teri oshlash, o'simliklardan dori-darmonlar, bo'yoqlar va xushbo'y moddalar ajratib olishni, sopol buyumlar yasashni bilishgan. Xitoy va Hindistonda kimyo korxonlari bundan ilgariroq vujudga kelgan. Sharqiy (Hindiston, Xitoy, Misr) xalqlarda borliq haqida mifologik qarashlardan tashqari aniq fikrlar bo'lmagan. Mil.avv. 3000-yillargacha Misrda olamning paydo bo'lishi haqidagi Ogdaoda nazariyasi, miloddan avval 1900-yillarda Hermes Trismegist haqidagi yarim mifologik qarashlar vujudga keldi. Bu qarashlarda asosan misrliklarning ko'pxudolik to'g'risidagi diniy qarashlari aks etadi. Miloddan avvalgi 1200-yillarda Mesopotamiyada yashagan Tapputi birinchi kimyogar sifatida gullar va



*1.1.-rasm. Delfdagi  
Aflotun haykali*



o‘simlik moylarini suv yordamida haydab, parfyumeriya mahsulotlarini olgan hamda birinchi bo‘lib haydash jarayonini chinni buyumlarga yozib qoldirgan. Qadimgi Yunonistonda esa borliq haqida ilk bor falsafiy qarashlar vujudga kelgan.

Miloddan avvalgi VII asrda F.Miletskiy olamni suvdan, VI asrda Anaksimenes havodan, V asrda yashagan Geroklit olovdan, IV asrda yashagan Empedokl 4 unsur: yer, havo, olov va suvdan hosil bo‘lgan deydi. Miloddan avvalgi V asrda yashagan Demokrit va Levkiplar moddalar atomlardan hosil bo‘lgan degan fikrga kelganlar. Miloddan 4 asr ilgari yashagan yunon faylasufi Aflotun (Platon) (1.1.-rasm) atomistik nazariyani rivojlantirib «element» (unsur) tushunchasini kiritadi va har bir elementning eng kichik zarrachalari turli fazoviy shakllarga ega. Ular **tetraedr (olov)**, **oktaedr (havo)**, **ikosaedr (suv)** va **kub (yer)** degan farazni ilgari surdi. Uning shogirdi Arastu (Aristotel) (miloddan avvalgi 384–322) olamni materiya va shaklning o‘zaro ta‘siridan tuzilgan deb tushuntirdi va 4 elementga efini ham qo‘shdi. Bu ta‘limot XVIII asrgacha hukm surdi (1.2.-rasm).

Kimyoviy o‘zgarishlar va borliq haqidagi bilimlar shakllana borgani bilan kimyo fani hali fan sifatida shakllanmagan edi. Milodning III–IV asrlariga kelib, Misrda alkimyo rivojlana boshladi. Har qanday buyumni oltinga aylantira oladigan «falsafa toshi»ni qo‘lga kiritish orzusi



1.2.-rasm. 5  
asosiy unurning  
ramziy ko‘rinishi

ko'plab alkimyogarlarni buyuk kashfiyotlar qilishiga sabab bo'ldi. Alkimyo VII–XII asrlarda arab mamlatlarida, XIII asrdan boshlab esa Yevropada rivojlana boshladi.

Arab olimlari Jobir Ibn Xayyon va uning shogirdlari «falsafa toshi»ni olish yo'lida ko'plab yangiliklarni yaratdilar: qayta kristallash, filtrlash kabi kimyoviy moddalarni tozalash usullarini, sulfat, nitrat, sirka kislotalarni olish usullarini, «shoh arog'i»ning tayyorlanishi va uning oltinni eritish xususiyatini yozib qoldirganlar. Abu Bakr Muhammad ibn Zakariyo ar-Roziy o'zining «Tilsimlar kitobi»da moddalarni birinchi bo'lib yer (mineral), o'simlik va hayvon moddalariga sinflagan. Bundan tashqari u metallar va boshqa moddalarni kuydirish, eritish, haydash, suyuqlantirish, distillash, quritish usullarini yozib qoldirgan.

Bizning buyuk mutafakkir bobokalonlarimiz Abu Nasr Farobiy, Abu Rayhon Beruniy, Abu Ja'far ibn Muso Xorazmiy, Abu Ali ibn Sino, Ulug'bek Muhammad Tarag'ay kabilar «Materiya abadiy, har xil shaklda bo'ladi» – degan fikrni olg'a surdilar. Ularning yana bir ahamiyatga molik ishlaridan biri alkimyoviy o'zgarishlarni va «falsafa toshi»ni inkor qilishlaridir.

Abu Nasr Muhammad ibn Muhammad ibn Tarxon al-Farobiy (872–951) falsafa, matematika, musiqa nazariyotchisi, sharq qomusiy olimi bo'lib, o'rta asrlar Sharq falsafasining ulkan namoyandalaridan biridir. U Arastu asarlariga sharhlar yozib «ikkinchi ustoz» nomini olgan. Uning materiya haqidagi qarashlari Arastu va Aflotun qarashlari asosida bo'lgan. Uning kimyo faniga oid o'nlab asarlari mavjud.



*1.3.-rasm. Abu Ali  
Husayn ibn Abdulloh  
ibn Sino (980–1037)*

liy gidroksidlarining ajratib olish usullarini bayon qilib berdi. Olim Arastuning falsafiy qarashlarini tahlil qilib ba'zi o'zgartirishlar kiritdi.



*1.4.-rasm. Abu Rayhon  
Muhammad  
al-Beruniy (973-1048)*

asarlari muhim o'rin tutadi. «Mineralogiya» asarida olim 50 dan ortiq minerallar, rudalar, qotishmalar haqida ba-

Abu Ali Husayn ibn Abdulloh ibn Sino (Avitsenna. 980–1037) tabobat va tibbiyotning qomusiy olimi bo'lib, 29 sohaga taalluqli 450 dan ortiq asarlar qoldirgan. Uning «Al qonun fit-Tib» («Tib qonunlari») asaridan hozirgi kunda ham tibbiy bilim maskanlarida darslik sifatida foydalanilmoqda. Ibn Sino kimyo sohasida efir moylarini haydash jarayonini va xlorid, sulfat, nitrat kislotalari hamda natriy, kaliy

Abu Rayhon Muhammad ibn Ahmad al-Beruniy (973–1048) tarix, falsafa, geografiya, astronomiya, matematika, mexanika, geodeziya, mineralogiya, farmakologiya, geologiya va boshqa fanlarga oid ko'plab asarlar qoldirgan ensiklopedist olim bo'lib, kimyo faniga oid «Mineralogiya» yoki «Javohirlar haqidagi bilimlar majmuasi» nomli va «Saydona» nomli



tafsil ma'lumotlar keltirgan. «Saydona» asarida 880 ga yaqin o'simliklar, ularning qismlari va ulardan ajratib olinadigan dorivor moddalarni tavsiflab berdi.

Ularning tabiatshunoslik fanlariga oid ko'plab kashfiyotlaridan bugungi kunda butun dunyoda foydalanib kelinmoqda.

O'zbekiston hududida yashagan xalqlar amaliy faoliyatida kon qazish, temir eritish, cho'yan ishlab chiqarish, shisha tayyorlash, sopol buyumlar yasash kabi ishlar, kimyoviy moddalardan foydalanib tayyorlangan bezaklar, qog'ozlar, yozuvlar, attorlik buyumlari uchun zarur bo'lgan simob va uning birikmalari, efir moylari, surma, o'simliklardan tayyorlangan dori-darmonlar keng qo'llangani haqida ma'lumotlar mavjud. Daraxt po'stlog'i, kanop, latta va boshqa mahsulotlardan qog'oz olingan. 751-yilda Samarqandda ana shu yo'l bilan qog'oz ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Tarixiy obidalarimiz bo'lgan Samarqand, Buxoro, Xiva kabi shahar-muzeylardagi qadimgi binolarda naqsh va ornamentlar, koshinlar, qurilish materiallari va qorishmalari uchun noyob aralashmalar, bo'yoqlar tayyorlanib ishlatilgan.

XV–XVI asrlarga kelib Teofrast Paratsels alkimyoni yatrokimyoga o'zgartirishga harakat qildi. Uning fikricha, tabiatdagi barcha moddalarning xossalarini o'rganishdan maqsad – insoniyat uchun zarur dorivor moddalarni topish va hosil qilishdan iborat. Bundan tashqari «Ximiya» so'zini birinchi bor ishlatgan olim ham Paratselsdir.

Umuman olganda, kimyoning fan sifatida shakllanishi XVI–XVIII asrlarni o'z ichiga qamrab olgan. Kimyoviy tadqiqotning yangi uslubini birinchi bo'lib R. Boyl (1660–1665-yillar) qo'lladi. «Kimyoning vazifasi,

– degan edi Boyle, – tajribalar qilish, kuzatishlar olib borish va biror nazariyani maydonga tashlashdan oldin shu nazariyaga oid hodisalarni sinchiklab tadqiq etishdan iborat». Boyle kimyoviy elementlar to'g'risidagi nazariy qarashlarini o'zining «Skeptik-ximik» nomli kitobida bayon etdi. Boyle bu kitobida alkimyogarlarning fikrlarini va metallarning o'zgarishi haqidagi ta'limotni tanqid qildi, uning ilmiy ishlari va tadqiqot 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. 1723-yili ana shu jarayonlarni izohlash natijasida Iogann Bexer va Georg Shtal Flogiston nazariyasini ta'rifladilar. Flogiston nazariyasini uzoq vaqtgacha hamma e'tirof qilib keldi.

XVIII asrning ikkinchi yarmida kimyoga tadqiqotning aniq uslublari joriy qilinishi natijasida flogiston nazariyasi rad etildi. 1770–1777-yillarda Antuan-Loran Lavuazye, Jozaf Pristli va Karl Sheyelelar bir-birlaridan bexabar holda yonishning kislorod nazariyasini yaratdilar. Flogiston nazariyasining rad etilishi shu kungacha bo'lgan barcha tushuncha va qarashlarning qaytadan ko'rib chiqilishiga, terminologiya va moddalar nomenklaturasining o'zgartirilishiga to'g'ri keldi. Shuning uchun yonishning kislorod nazariyasining ta'riflanishi bilan kimyoviy inqilob boshlandi. 1785–1787-yillarda A.Lavuazye, L.Giton de Morvo, A.Fransuan de Kurltalar tomonidan moddalar nomlashning yangi nomenklaturasi ishlab chiqildi. Unga ko'ra moddalarni ularni tashkil etuvchi kimyoviy elementlar nomi bilan nomlanadi. Bu usul hozirgacha qo'llanilib kelinmoqda.

### 1.3. O'zbekiston kimyogar olimlarining kimyo fani rivojlanishiga qo'shgan hissalar

O'zbekistonda Fanlar Akademiyasining Umumiy va noorganik kimyo instituti, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, Bioorganik kimyo instituti, O'simlik moddalari kimyosi instituti hamda bir qator ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarida, oliy o'quv yurtlarining kimyo fakultetlari va kafedralarida kimyo sohasining turli yo'nalishlari bo'yicha ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda.

Parpiyev N.A., Ahmedov K.S., Solihov Sh.I., Yusupbekov N.R., Asqarov M.A., Ne'matov S.N., Abdurahobov A.A., Salimov Z.S., Rashidova S.Sh., Obidova M.O., Mirkomilov T.M., Beglov B.M., Iskandarov S.I., Rustamov X.R., To'xtayev, Toshpo'latov Yu., Tolipov Sh.T., Aslanov H.A., Abdurasulova R.A., Maxsumov A.G., Shohidoyatov X.M., Tillayev K.S., Musayev O.N., Yusupov D.Yu., Sirliboyev T.S., Yo'lchiboyev A.A., Muftaxov A.G., Ahmerov Q.A., Hakimov G.H. va boshqa taniqli o'zbek kimyogar olimlarining olib borgan va bugungi kunda amalga oshirayotgan ilmiy tadqiqotlarining natijalari O'zbekistonda kimyo fani va sanoatining rivojlanishida va jahonga tanilishida muhim ahamiyatga egadir.

**Sukervanik I.P. (1901–1968).** O'zFA akademigi. Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi. 225 dan ortiq ilmiy maqolalar muallifi. Uning rahbarligi ostida 47 ta nomzodlik, 2 ta doktorlik disser-





tatsiyalari yoqlangan. Ilmiy ishlari aromatik birikmalar-ning spirtlar bilan alkilinishiga bag'ishlangan. O'zbekiston Maorif vazirligi o'quv-metodik kengashi kimyo seksiyasining, Butunittifoq kimyo jamiyatining raisi bo'lib ishlagan.



**Yunusov S.Y. (1909–1991).**

O'zFA akademigi, kimyo fanlari doktori, professor. 600 dan ortiq ilmiy maqolalar, 100 dan ortiq ixtirolar, 10 dan ortiq monografiyalar muallifi. 10 dan ortiq fan doktori, 100 dan ortiq fan nomzodi tayyorlagan. 1969-yilda Mehnat Qahramoni unvoniga sazovor bo'lgan. D.I.Mendeleyev nomidagi oltin medal bilan taqdirlangan. O'zFA o'simlik moddalari kimyosi institutiga asos solgan va o'simlik moddalari kimyosi maktabini yaratgan. O'zbekistonda uchraydigan 3600 dan ortiq o'simlikda 2000 dan ortiq alkaloidlarni aniqlagan.



**Abdurasulova A.R. (1912–1990).**

Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi. 150 dan ortiq ilmiy maqolalar, 30 dan ortiq o'quv va metodik qo'llanmalar muallifi. Uning rahbarligida 10 dan ortiq fan nomzodlari, 2 ta fan doktori yetishib chiqqan. Olimaning ilmiy izlanishlari bir va ikki atomli fenollarni alkilash hamda arilashga bag'ishlangan bo'lib, 15 dan ortiq mualliflik guvohnomalari bilan himoyalangan. U taklif qilgan metodika bo'yicha orto-siklogeksilfenol ishlab chiqariladi.

**Sodiqov O.S. (1913–1987).**

O'zFA akademigi, kimyo fanlari doktori, professor. 600 dan ortiq ilmiy maqolalari, 100 dan ortiq ixtirolari bor. 10 ta fan doktori, 80 ta fan nomzodlarini tayyorlagan. G'ozadan ajratib olingan moddalarni kompleks kimyoviy tekshirish natijalariga bag'ishlangan ishlari uchun 1985-yilda D.I.Mendeleyev nomidagi oltin medal bilan taqdirlangan. Dunyoga mashhur bo'lgan 1200 ta kimyogar olimlar ichida yagona o'zbek olimi.



**Nabiyev M. (1913–1992).**

O'zFA akademigi. Texnika fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi. 500 dan ortiq ilmiy maqolalar, 13 ta monografiya, paxta defoliantlari va deksikantlari nomli axborotnomalar muallifi. Uning rahbarligida 9 ta doktorlik, 100 dan ortiq nomzodlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Ilmiy izlanishlari mineral o'g'itlar ishlab chiqarishni takomillashtirish, o'simlik defoliantlari doirasida bo'lib, 129 ta mualliflik guvohnomasi bilan himoyalangan. Olim tomonidan sintez qilingan «SAKS», «UDM», «Sihat», «Sadaf», «Sardor», «Super XMD», «O'zDEF» kabi defoliantlari hozirgi kungacha qishloq xo'jaligida g'oz bargini to'kishda ishlatilib kelinmoqda.





**Sulstonov A.S. (1913–1983).**

O'zFA muxbir a'zosi. Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ratsionalizator. 300 dan ortiq ilmiy maqolalar, bir nechta monografiyalar muallifi. Uning rahbarligida 20 dan ortiq nomzodlik, 4 ta doktorlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Ilmiy ishlari organik sintezdagi katalizga qaratilgan. Olim tomonidan ishlab chiqilgan alyuminiy-nikel-molibden, alyuminiy-rux-molibden kabi katalizatorlari hozirda sanoatda qo'llanilmoqda.



**Ahmedov K.S. (1914–2003).**

O'zFA akademigi. Kimyo fanlari doktori, professor. 1000 ga yaqin ilmiy ishlar, 10 ta monografiya va tematik to'plamlar, 2 ta darslik muallifi. Uning rahbarligida 160 ta nomzodlik, 26 ta doktorlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Olimning ilmiy izlanishlari kolloid eritmalar va yuqori molekulyar birikmalar kimyosiga bag'ishlangan bo'lib, «K-9», «KO-1», «AT-20», «SAG», «EG», «K-21» kabi gidrofil oltingugurt suspenziyalarini, «VRP-1» nomli temir-beton mahsulotlari plastifikatori ishlab chiqib, 12 ta chet el patenti, 110 ta mualliflik guvohnomalarini olgan.



**Rustamov H.R. (1914–2009).** O'zFA akademigi.

Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi. 256 ta ilmiy maqolalar, 7 ta darslik, bir nechta o'quv qo'llanmalar va monografiyalar muallifi. Uning rahbarligi ostida

24 nafar fan nomzodlari, 2 nafar fan doktori yetishib chiqqan. Ilmiy tadqiqotlari sirt hodisalari, ionli katalizga bag'ishlangan. Katalizatorlar xossalarini yaxshilash bo'yicha olib borgan ishlari Lyuberetsk neftni haydash, Chimkent kimyo-farmatsevtika, Chirchiq o'ta chidamli va qattiq qotishmalar korxonalarida amaliyotga tatbiq etilgan.



**Usmonov H.U. (1916–1990).**

O'zFA akademigi. Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi. 500 dan ortiq ilmiy maqolalar, monografiyalar muallifi. 120 dan ortiq nomzodlik, 11 ta doktorlik dissertatsiyasiga rahbarlik qilgan. Olimning ilmiy izlanishlari yuqori mole-

kulyar birikmalar, xususan, selluloza kimyosiga bag'ishlangan bo'lib, paxta sellulozasidan sosiska va kolbasalar qobig'i, mikrokristall selluloza, bir nechta turdagi tibbiyot preparatlarini ishlab chiqqan. 5 ta orden, 9 ta medal bilan mukofotlangan.



Uning rahbarligi ostida 8 ta fan doktori va 30 dan ortiq fan nomzodlari tayyorlangan. K-1 preparati kimyoviy tolalarni olish jarayonida ularning metall yuzasi bilan ishqalanishini kamaytiruvchi modda sifatida to'qima-chilik va kimyoviy tola ishlab chiqarish korxonalarida keng ishlatilmoqda. Paxta sellulozasi yo'nalishi bo'yicha ilmiy maktab yaratgan taniqli olim.



**Mahsumov A.G'. (1936).**

Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ixtirochi. 850 dan ortiq ilmiy maqolalar va ixtirolar, 10 dan ortiq darslik va monografiyalar muallifi. Uning rahbarligi ostida 6 ta fan doktori, 34 ta fan nomzodi tayyorlangan.

Ilmiy ishlari propargil spirti hosilalari va geterosiklik birikmalar asosida yangi fiziologik faol moddalar sintez qilishga bag'ishlangan bo'lib, organik kimyo sohasida o'z maktabini yaratgan taniqli olim. Kimyoviy tuzilish nazariyasini mikrozarachalar asosida zamonaviy talqinini taklif etgan.



**Aminov S.N. (1938).**

Kimyo fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash a'lochisi. 450 dan ortiq ilmiy maqolalar, 80 ta ixtiro, 15 ta farmokopeya maqolalari, 3 ta monografiya, 2 ta darslik, bir

nechta o'quv qo'llanmalar muallifi. Uning rahbarligida 4 ta doktorlik, 18 ta nomzodlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Ilmiy izlanishlari organik sintez, sirt faol moddalar,

tabiiy fiziologik faol birikmalar kimyosiga bag'ishlanib, «Mo'miyo-0,1», «Mo'miyo asil», «Navbaxtit», «Gli-koinuvit», «Spekgarlin», «Garlspin» kabi preparatlari tibbiyotda foydalanilmoqda.

**Mirkomilov T.M. (1939–2004).**

O'zFA akademigi. Xalqaro Oliy maktab Fanlar Akademiyasi aka-demigi. Texnika fanlari doktori, professor. 450 dan ortiq ilmiy maqolalar, 40 dan ortiq ixtiro va 4 ta monografiya, 5 ta darslik muallifi. Uning rahbarligi ostida 8 ta fan doktori va 20 ta fan nomzodi yetishib chiqqan. Ilmiy ishlari polimer moddalar kimyo texnologiyasi muammolariga bag'ishlangan bo'lib, plastmassalar, sun'iy tolalar, o'tga chidamli kinofotoplyonkalar hamda fiziologik faol polimerlar sinteziga bag'ishlangan.



**Yusupbekov N.R. (1940).**

O'zFA akademigi, texnika fanlari doktori, professor. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi. Beruniy nomidagi Davlat mukofoti laureati. 300 dan ortiq ilmiy maqolalar, 30 dan ortiq ixtiro va bir nechta monografiyalar muallifi. Uning rahbarligi ostida 14 ta fan doktori va 70 ta fan nomzodlari tayyorlangan. Ilmiy ishlari kimyoviy kibernetika sohasiga mansub bo'lib, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish tadqiqotlari ilmiy maktabiga asos solgan.







**Abduvahobov A.A. (1941).** O'zFA akademigi, kimyo fanlari doktori, professor. 400 dan ortiq ilmiy maqolalar, 20 dan ortiq ixtiro va 5 ta monografiyalar muallifi. Uning rahbarligi ostida 4 ta fan doktori va 27 ta fan nomzodi tayyorlangan. Ilmiy

ishlari elementorganik birikmalar kimyosi, nozik organik sintez muammolari, quyimolekulyar bioregulyatorlar ta'siri mexanizmining kimyoviy mohiyatini aniqlash, fazoviy kimyo sohasiga mansub bo'lib, feromonlar sintez usullarini ishlab chiqib, qishloq xo'jaligiga joriy etgan.



**Solihov Sh.I. (1944).** O'zFA akademigi, biologiya fanlari doktori, professor. 275 dan ortiq ilmiy maqolalar, monografiyalar, 40 tadan ortiq patentlar muallifi. Uning rahbarligi ostida 5 ta fan doktori va 25 ta fan nomzodi tayyorlangan. Oqsillar kimyoviy

tuzilishi va ularning organizmga ta'siri to'g'risida ilmiy maktab yaratgan. Olimning «Logoden», «Timoptin», «Gazolidon» kabi 10 ga yaqin preparatlari tibbiyot amaliyotiga joriy etilgan. Uning rahbarligida olingan feromon tutqichlari mamlakatimiz paxtachiligini zararkundalardan himoya qilishda bir necha yildan buyon qo'llanilmoqda.

**Turobjonov S.M. (1965).**

Texnika fanlari doktori, professor. Oliy maktab Xalqaro Fanlar Akademiyasi, Ekologiya, inson va tabiat xavfsizligi Xalqaro Fanlar Akademiyasi akademigi. 200 ga yaqin ilmiy ishlar, darsliklar muallifi. Uning rahbarligida 2 ta doktorlik, 10 ta nomzodlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Ilmiy izlanishlari og'ir organik sintezga bag'ishlangan bo'lib, uning natijalari iqtisodiyotimizda foydalanib kelinmoqda. Jumladan, sanoat chiqindisi bo'lgan efiraldegid fraksiyalaridan etilatsetat ishlab chiqarish Navoiy «Elektroximzavod» AJ da yo'lga qo'yilgan.



Respublikamiz mustaqilikka erishgandan so'ng kimyo fani va sanoatining rivojlanishiga juda katta imkoniyatlar ochildi. 1997-yilda kimyo fanlari tizimida «Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida sinflash va sertifikatlash» nomli dunyoning barcha mamlakatlari orasidagi tovarlar eksport-importi faoliyatlarini me'yorlashtirish imkonini beruvchi yangi fan o'zbek olimlari I.R.Asqarov va T.T.Risqiyev tomonidan yaratildi. Ushbu yangi kimyo fanining shakllanishida o'zbek olimlari A.A.Ibragimov, Hamroqulov G'.X., M.A.Rahimjonov, M.Yu.Isaqov, Q.M.Karimqulov, O.A.Toshpo'latov, A.A.Namozov, M.Shodiyev, N.X.To'xtaboyev, L.Po'latova va boshqalar tomonidan amalga oshirilgan va olib borilayotgan ilmiy tadqiqot natijalari muhim ahamiyatga ega bo'ldi.

Masalan, temirning zanglashi, sutning achishi, mis idishning havoda qorayishi kabi hodisalarda modda molekularining kimyoviy tarkibi o'zgaradi.

↓ Molekulaning kimyoviy tarkibi yoki tuzilishi o'zgarmasdan sodir bo'ladigan jarayonlar **fizikaviy hodisalar** deyiladi.

Fizikaviy hodisalarga misol qilib, suvning muzlashi, temirning yuqori haroratda suyuqlanishi, yog'ning sovuqda qotishi kabi hodisalarni aytish mumkin.

Molekulalar **fizikaviy hodisalarda** o'zgarмай qolsada, **kimyoviy hodisalarda** o'zgarishlarga uchraydi.

Hozirgi vaqtda alohida molekula o'lchamlari, og'irligini hisoblash, atomlarning molekuladagi bog'lanish tartibini aniqlash imkoniyatlari mavjud. Ba'zi molekula va atomlarning fotosurati elektron mikroskoplar yordamida olinmoqda.

Molekulalarning mavjudligi va ularning doimiy harakatda ekanligini tasdiqlovchi misollar juda ko'p. Masalan, gaz moddalarning aralashishi, hidning tarqalishi, shakarining suvda erishi va hokazo. Kimyoviy hodisalar **kimyoviy reaksiyalar** deb yuritiladi. Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun, avvalo moddalarning tarkibiy qismi – molekula yoki atomlar o'zaro to'qnashishi kerak. Buning uchun esa molekula va atomlar harakatda bo'lishi zarur. Harakat – borliqning noturg'un holati.

Molekulalar orasida tortishish va itarilish kuchlari mavjud. Molekulalar massa, o'lcham, kimyoviy xossalarga ega. Turli xil molekular tarkibi, tuzilishi, og'irligi, o'lchami, xossalari bilan bir-biridan farq qiladi.



↓ **Molekula** – moddaning kimyoviy xossalari o‘zida namoyon qiluvchi eng kichik zarracha.

↓ **Molekula** – o‘zaro bog‘langan atomlardan tuzilgan.

↓ Borliq moddalardan, modda molekulalardan, molekula atomlardan tashkil topgan.

↓ Kimyoviy reaksiya (o‘zgarish) – atomlar harakatining o‘ziga xos turidir. Bu borliq harakatining kimyoviy shaklidir.

Tabiatda turlicha og‘irlik, o‘lcham va xossalarga ega bo‘lgan atomlar mavjud.

↓ Atomlarning muayyan turi – **kimyoviy elementdir**.

Hozirgi kunda atomlarning 118 ta turi – 118 ta element mavjudligi ma’lum. Jonli va jonsiz tabiat asosan shu kimyoviy elementlardan tashkil topgan.

Har bir kimyoviy element o‘z nomi va kimyoviy belgisiga ega. Kimyoviy element belgisi uning lotincha nomining bosh harfi yoki u bilan birgalikda yana bir harfdan tashkil topgan. Bunday belgilashni 1808-yili Ye.Ya.Berselius taklif qilgan.

Masalan, H (hash) – vodorodning kimyoviy belgisi uning lotincha Hydrogenium (suv hosil qiluvchi) nomining bosh harfidir; Hg (Hydrargirum) – simobning kimyoviy belgisi uning lotincha nomining bosh va yana bir harfidan tashkil topgan.

## 2-BOB. ATOM TUZILISHI VA XOSSALARI

### 2.1. Atom tuzilishi haqidagi ta'limotning shakllanishi

Modda tarkibi atom va molekulalardan tarkib topganligi, ularning mavjudligi va to'xtovsiz harakatda bo'lishi, murakkab tuzilishli zarrachalar ekanligi qadimdan buyuk mutafakkirimiz Ahmad al-Farg'oniy, Abu Rayhon Beruniy, Ibn Sino va Forobiylarning asarlarida o'z aksini topgan. A.M.Butlerov 1886-yilda «Atomlar bizga ma'lum kimyoviy jarayonlarda bo'linmas bo'lib qolsa-da, keyinchalik kashf etiladigan jarayonlarda albatta bo'linishi kerak», – degan edi. Qadimgi yunon faylasufi Levkip va uning shogirdi Demokrit ilgari surgan atomistik nazariyaning atom-molekulyar ta'limot bilan to'ldirilishi atom va molekula haqidagi klassik qarashlarga birmuncha oydinlik kiritdi. Shundan so'ng kimyoning yangi davri – atom-molekulyar ta'limot davri boshlandi. Bu davrning olimlari moddaning kichik elementar zarrachasi deb qaralgan «atom» haqida to'liq tasavvurga ega emas edilar. Atom ham murakkab sistema ekanligi haqidagi tasavvurlarning rivojlanishiga quyidagi kimyoning asosiy stexiometrik qonunlarining ochilishi muhim zamin bo'lib xizmat qildi:

- Rixterning ekvivalentlar qonuni (1792–1802-y.).
- J.Daltonning karrali nisbatlar qonuni (1802–1808-y.).
- Gey-Lyussakning hajmiy nisbatlar qonuni (1805–1808-y.).
- A.Avagadroning gazlarning zichligi va molyar massalarining proporsionalligi qonuni (1811-y.).

- Dyulong va Ptining solishtirma issiqlik sig'imi qonuni (1819-y.).
- Faradeyning elektroliz qonuni (1834-y.).
- Eritma va gazlar orqali elektr tokining o'tishi (M.Faradey, 1834-y.).
- Gessning issiqlik miqdorining doimiyligi qonuni (1840-y.).

XIX asrda atom kimyoviy reaksiyalarda o'zgarishga uchramaydigan zarra deb hisoblangan. XIX asr oxiri va XX asr boshlarida ochilgan ilmiy kashfiyotlar esa bu tasavvurni buzib yubordi.

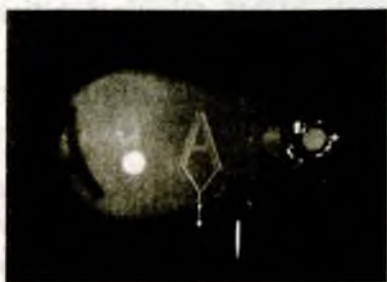
Gazlardan elektr toki o'tishi natijasida gazning nurlanishi ham M.Faradey 1838-yili kashf etgan edi. 20 yildan so'ng nemis fizigi G.Geysler shisha nayga metall plastinka o'rnatib elektr zaryad o'tkazishi natijasida turli rangdagi nurlar hosil qildi va bu nurlarning ranglari gaz moddalarning tabiatiga bog'liq ekanini ta'kidladi.

Faradey tajribasini shisha nayda olib borgan nemis fizigi va kimyogari I.V.Gittorf va nemis fizigi E.Goldshteyn katod va anod elektrodlar orasida vakuum bo'ylab katoddan anodga tomon hosil bo'layotgan nurni «katod nur» deb atadilar. 1874-yilda ingliz fizigi V.Kruks «manfiy zaryadlangan zarrachalarning oqimi» deb ta'rifladi (2.1.-rasm). 1886-yili nemis fizigi E.Golshteyn to'rsimon katodlarda tajriba olib borayotib katod nurlariga teskari yo'nalishda harakatlanuvchi «kanal nurlari»ni kashf etdi. Keyinchalik kanal nurlari musbat zaryadlangan zarrachalar oqimi ekanligi aniqlandi. Kanal va katod nurlarining ochilishi atomning «bo'linmas» zarracha ekanligi haqidagi fikrlarni butunlay buzib yubordi va atom musbat va manfiy zar-



yadlangan zarrachalardan iborat degan fikr uyg'ona boshladi.

### ⬇ X-(rentgen) nurlarining ochilishi



2.1- rasm. Kruks nayidagi katod nurlar

Nemis fizigi V.K.Rentgen 1895-yili katod nurlarining anti-katod nurlari bilan to'qnashishi natijasida yangi «x-nurlar» hosil bo'lishiga guvoh bo'ldi. X-(Rentgen) nurlari yuqori o'tuvchanlik xususiyatiga ega ekanligi aniqlandi (2.2.-rasm).

### ⬇ Radioaktivlikni ochilishi



2.2 rasm. Rentgen nurlari vositasida olingan ilk tasvir.

Fransuz olimi A.A.Bekkerel 1896-yili x-nurlarning katod nurlarga aloqador emasligiga ishonch hosil qilish maqsadida uran tuzlarining flyuorossensiyasini kuzatishni boshladi va uran tuzlariga quyosh nuri

ta'sir ettirilganda o'zidan nur chiqarishini kuzatdi. Bekkerel bu hodisani «radioaktivlik» deb atadi (2.3.-rasm).

### ⬇ Elektronning ochilishi

1897-yilda nemis fizigi E.Vixert va ingliz fizigi J.J.Tomsonlar bir-biridan bexabar holda elektronning mavjudligini isbotlab uning massasi va zaryadining nisbatini aniqladilar (elektronning aniq zaryadini R.E.Melliken 1917-yilda aniqlagan). Tomson elektronni

atomning tarkibiy qismiga kiruvchi zarracha deb ta'rifladi.



2.3-rasm. Kuchli radioaktivlikka ega bo'lgan radiy bromid flyuorossensiyasi.

yadli materiya bo'lib, uning fazosi bo'ylab musbat zaryadli zarrachalar suzib yuradi.

V.Tomsonning atom tuzilishi gipotezasini J.Tomson rivojlantirib (1904-yilda e'lon qilingan) atom tuzilishining yangi modelini taklif etdi. J.Tomsonning (2.4 b-rasm) atom tuzilishi modeliga ko'ra musbat zaryad atomning diametri  $1 \text{ \AA}^1$  bo'lgan sharsimon hajm bo'yicha teng taqsimlangan va unda manfiy zaryadli zarrachalar – elektronlar bir tekislikda va markazlashgan xalqa bo'ylab suzib yuradi.

Uchinchi gipoteza 1903-yili nemis olimi F.Lenard (1862–1947) tomonidan ilgari surildi. U katod nurlari ustida olib borgan tajribalari asosida shunday xulosaga keldi: birinchidan, atom bir xil tipdagi va turli sondagi kichik zarrachalar – dinamidlardan tashkil topgan, ikkin-

---

<sup>1</sup>  $1 \text{ \AA}$  modda tuzilishidagi atomlararo masofa o'lchov birligi bo'lib,  $10^{-10} \text{ m}$  ga teng. Xalqaro birliklar sistemasida  $1 \text{ nm} = 10^9 \text{ m}$  o'lchov birligidan foydalaniladi. ( $1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$ )

chidan, dinamidlarning hajmi atomning juda kichik qismini ( $10^{-12}$  m) tashkil etadi. Dinamidlar deganda elektron va undan massa jihatidan og'ir bo'lgan musbat zaryadli zarrachalarning yig'indisini tushunish mumkin (2.4d-rasm).

To'rtinchi model 1904-yilda yapon fizigi X.Nagaoka (1865–1950) tomonidan taklif etildi. Uning modeliga ko'ra atom musbat zaryadli massa ko'rinishida bo'lib, uning atrofida manfiy zaryadli elektronlar Saturn sayyorasi belbog'ini eslatuvchi shakl hosil qilib aylanadi (2.4e-rasm). Nagaoka fikriga ko'ra, elektronlarning kichik intervalda tebranishi optik nurlanishni keltirib chiqaradi. Shu yo'l bilan u atomlarning optik spektrlarini tushuntirishga harakat qildi.



2.4-rasm. Atom tuzilishining turli olimlar tomonidan taklif etilgan modellari:

a) V.Tomson; b) J.Tomson; d) F.Lenarde) X.Nagaoka

Ingliz olimi Ernest Rezerford tadqiqotlari natijasida atom tuzilishi haqida planetar nazariya vujudga keldi.

## 2.2. Rezerfordning atom tuzilishi haqidagi planetar nazariyasi

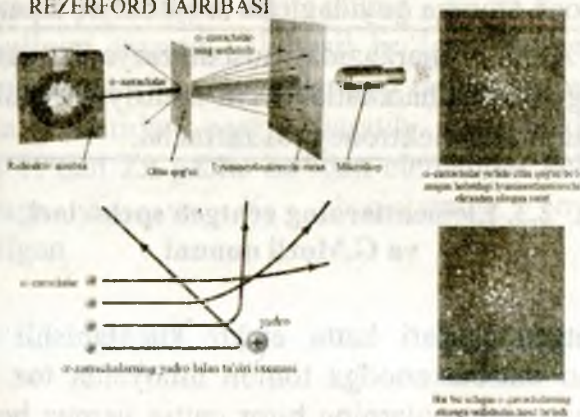
1911-yilda E.Rezerford oltin zar qog'oziga  $\alpha$ -zarrachalar yog'dirish tajribasiga (2.5-rasm) asoslanib,



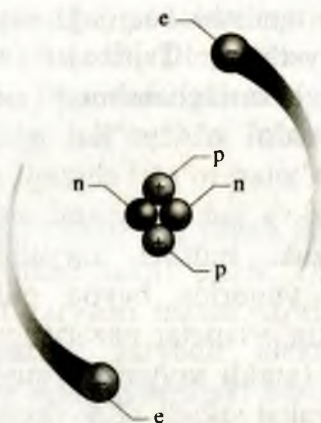
o'zining atom tuzilishi haqidagi sayyoraviy (planetar) nazariyasini yaratdi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, yog'dirilgan  $\alpha$ -zarrachalarning ko'pchiligi oltin qog'ozdan bimalol o'z yo'lini o'zgartirmasdan o'tib ketadi, faqat ba'zilar to'g'ri chiziqli yo'lini o'zgartiradi, buriladi, og'adi va juda oz qismi orqaga qaytadi. Oltin atomi markazida musbat zaryadli qism – yadro bo'lgandagina yuqorida bayon etilgan hodisa sodir bo'lishi mumkin. Planetar nazariyaga ko'ra, elektronlar yadro atrofida (xuddi sayyoralar quyosh atrofida aylangani kabi) harakat qiladi (2.6.-rasm). E.Rezerfordning tadqiqotlari yadro fizikasining yaratilishiga asos bo'ldi.

Atomdagi elektronlar to'plami elektron qobig'i deb ataladi. Atom elektroneytral zarra, demak, atom elektron qobig'idagi elektronlar soni yadro zaryadiga yoki davriy jadvaldagi element tartib raqami ( $Z$ ) ga tengdir. Element atom yadrosining zaryadi shu elementning davriy jadvaldagi tartib raqamiga tengligini 1914-yilda G.Mozli aniqladi.

#### REZERFORD TAJRIBASI



2.5-rasm. Rezerford tajribasi va uning sxemasi.



2.6-rasm. Atom tuzilishining planetar modeli (He atomi).

↓ Atom musbat zaryadga ega bo'lgan yadrodan va uning atrofida harakatlanuvchi elektronlardan iborat.

↓ Elektron ( $e^-$ )  $9,109 \cdot 10^{-31}$  kg massaga va  $1,602 \cdot 10^{-19}$  Kl manfiy elektr zaryadga ega.

Rezerfordning atom tuzilishining planetar nazariyasiga binoan atomga quyidagicha ta'rif berish mumkin:

↓ Atom – markazida musbat zaryadlangan yadro va uning atrofida harakatlanuvchi manfiy zaryadli elektronlardan iborat elektroneytral zarracha.

### 2.3. Elementlarning rentgen spektrlari va G.Mozli qonuni

Rentgen nurlari katta elektr kuchlanishli manfiy katoddan musbat anodga tomon nihoyatda tez harakat qilayotgan elektronlarning biror qattiq jismga borib urilishi natijasida hosil bo'ladi. Rentgen nurlarining spektrini hosil qilish uchun sinaladigan metallardan anti-

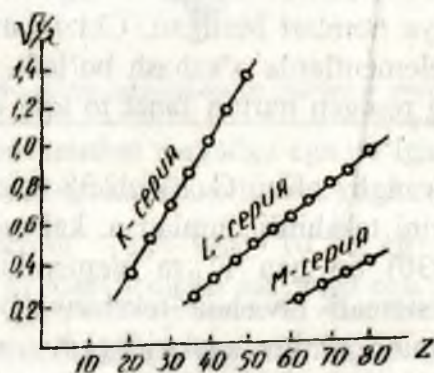
katod yasaladi yoki platinadan yasalgan antikatodga sinaladigan elementning biror birikmasi joylanadi; so'ngra hosil bo'lgan nur kristalldan o'tkazilsa rentgen nuri spektr chiziqlari tarkibiy qismlarga ajraladi. Spektr chiziqlarni kuzatish vositasi sifatida fotoplastinka ishlatiladi. Fotoplastinka ochiltirilgandan keyin undan spektr chiziqlari tushgan rasm ravshan ko'rinadi. Har qanday elementning rentgen spektri bir-biriga yaqin joylashgan bir necha chiziqdan yoki chiziqlarning bir necha guruhidan, ya'ni seriyalardan iborat. Ularga K-seriya, L-seriya, M-seriya nomlari berilgan. Chiziqlarning joylashishi har xil elementlarda o'xshash bo'ladi. Lekin turli elementlarning rentgen nurlari faqat to'liq uzunligi bilan farq qiladi.

1914-yilda ingliz olimi G. Mozli 38 ta elementning rentgen spektrini tekshirdi, jumladan, kalsiydan ( $Z=20$ ) ruxgacha ( $Z=30$ ) bo'lgan 11 ta elementning rentgen spektrlarini sistemali ravishda tekshirib, bu elementlardan har birining rentgen spektridagi K – seriyasi bir-biriga yaqin joylashgan ikkita chiziq –  $K_{\alpha}$  va  $K_{\beta}$  dan iborat ekanligini kuzatdi. U hosil bo'lgan rentgen spektrlarining rasmlarini elementlarning tartib raqami o'sishi tartibida yuqoridan pastga qaratib joylashtirdi. 2.7a-rasmda Ti dan Zn gacha bo'lgan elementlar uchun K – seriyadagi  $K_{\alpha}$  va  $K_{\beta}$  chiziqlarning joylashishi ko'rsatilgan.



Z	Element				$\beta$	$\alpha$
22	Ti					
23	V					
24	Cr					
25	Mn					
26	Fe					
27	Co					
28	Ni					
29	Cu					
30	Zn					

0,1 nm      0,2 nm      0,3 nm



a

b

2.7-rasm. a) Titandan ruxgacha bo'lgan elementlarning rentgen spektrlaridagi  $K_{\alpha}$  va  $K_{\beta}$  seriya chiziqlarining joylashishi;

b) elementlarning tartib raqami bilan ularning rentgen spektrlaridagi xarakterli chiziq takrorligi orasida bog'lanish.

Rasmdan ko'ramizki, bir elementdan ikkinchi elementga o'tishda elementlarning tartib raqami ortib borganida  $K_{\alpha}$  va  $K_{\beta}$  chiziqlari chap tomonga qarab, ya'ni to'liq uzunlikning kamayish tomoniga qarab siljiydi.

Siljish kattaligi  $Ti$  dan  $V$  ga o'tganda qancha bo'lsa,  $V$  dan  $Cr$  ga o'tganda ham aynan shuncha bo'ladi. Mozli kashf etgan bu qonunga quyidagicha ta'rif berdi:

↓ Elementlarning rentgen spektrlaridagi xarakterli chiziqlarga to'g'ri keladigan tebranish chastotalarining kvadrat ildizidan olingan qiymat elementning D.I.Mendeleyev sistemasidagi tartib raqamiga bog'liq bo'ladi.

Mozli qonuning matematik ifodasi:

$$\sqrt{\nu} = a(Z - b) \text{ yoki } \nu = 2,48 \cdot 10^{15}(Z-1)^2$$

bu formulada  $Z$  – elementning tartib raqami,  $a$  va  $b$  doimiy kattalik. Agar absissa o'qiga elementning tartib raqami, ordinata o'qiga  $\sqrt{1/\lambda}$  yoki  $\sqrt{\nu}$  qiymati qo'yilsa, ular orasidagi to'g'ri chiziq bilan ifodalangan bog'lanish hosil bo'ladi (2.7b-rasm).

Mozli qonuni elementlarning atom tuzilishini o'rganishda, yangi elementlarni kashf etishda katta ahamiyat kasb etdi. Bu qonun elementlarning D.I.Mendeleyev davriy sistemasidagi tartib raqamida ma'lum fizik ma'no borligini aniq ko'rsatdi. Vodородning tartib raqami  $Z=1$ , geliyniki  $Z=2$  deb qabul qilinsa, bariygacha ( $Z=56$ ) bo'lgan barcha elementlarning tartib raqamini aniqlash hech qanday qiyinchilik tug'dirmaydi. Ammo dastlab, bariydan keyin keladigan elementlarning tartib raqamini aniqlash oson bo'lmadi, chunki o'sha vaqtda lantanoidlar guruhida nechta element borligi no-ma'lum edi. Tantalning rentgen spektridagi  $K_{\alpha}$  chizig'i uchun  $\alpha$  qiymatini topib, uni Mozli formulasiga qo'yilganda tantalning tartib raqami  $Z=73$  ekanligi

ma'lum bo'ldi. Shunga asoslanib, bariy ( $Z=56$ ) bilan tantal ( $Z=73$ ) orasida 16 ta element borligi aniqlandi.

O'sha vaqtda bariy bilan tantal orasidagi mavjud elementlar soni 14 ta edi. Tartib raqami  $Z=61$  va  $Z=72$  bo'lgan elementlar noma'lum edi. Mozli qonuni  $Z=72$  elementning sirkoniyga o'xshash ekanligini ko'rsatgani uchun, u element 1924-yilda Xeveshi tomonidan sirkoniy minerallarida kashf etildi va unga gafniy nomi berildi. Rentgen spektrlarini tekshirish asosida reniy ( $Z=75$ ), texnetsiy ( $Z=43$ ) elementlari kashf etildi. Tartib raqami  $Z=61$  bo'lgan elementning tabiatda uchramasligi aniqlandi.

Mozli qonuni davriy jadvalga kobaltni nikeldan, tellurni yoddan avval joylashtirib D.I.Mendeleyev tomonidan kashf etilgan davriy qonunning tabiatning obyektiv qonuni ekanligini e'tirof etdi.

## 2.4. Atomlarning spektrlari

Kimyoviy elementlarning nurlanish spektrlarini o'rganish atom tuzilishining zamonaviy nazariyasini yaratishda eksperimental asoslardan biri bo'lib xizmat qildi.

↓ Biror jismdan tashqi ta'sir natijasida chiqayotgan nurlanishning tarkibiy qismlarga ajralishidan hosil bo'ladigan spektr – *nurlanish* yoki *emission spektr* deb ataladi.

Har qaysi element atomining o'ziga xos nurlanish spektri bo'lib, ma'lum to'lqin uzunliklarga muvofiq keladigan spektral chiziqlar guruhlaridan iborat.



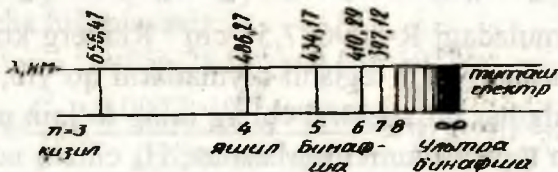
Biror tebranma jarayonni to'la tavsiflash uchun uning to'liq uzunligi  $\lambda$  ni, amplitudasi  $a$  ni va tezligini bilish kerak. Vaqt birligi ichida ro'y beradigan tebranishlar soni *tebranish chastotasi* deb yuritiladi va uning

qiymati  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  nisbatidan topiladi, bu yerda  $c$  –

yorug'lik (elekromagnit to'liq) tezligi. To'liq uzunligi kichik bo'lgan tebranma jarayonlarning chastotasini tavsiflash uchun *to'liq soni* deb ataladigan kattalik kiritilgan. To'liq soni bir santimetr uzunlikda joylashadigan to'liqlar sonini ko'rsatadi:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

Vodorod atomining nurlanish spektri hamma elementlar spektrlari orasida eng oddiysidir. Uning ko'zga ko'rinuvchan sohasida bir nechta chiziq bor (2.8-rasm). Ularni  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ ,  $H_\delta$ ,  $H_\epsilon$  va hokazo bilan belgilash mumkin.



2.8-rasm. Vodorod atomi nurlanish spektrining ko'zga ko'rinadigan sohasi (Balmer seriyasi) dagi spektral chiziqlar.

Vodorod spektrining ko'zga ko'rinuvchan sohasiga yaqin ultrabinafsha sohasi tekshirilganida yana bir necha chiziqlarning borligi ma'lum bo'ldi. Ular yuqorida aytilgan spektr chiziqlari bilan birga qo'shib, vodorod spek-

trining Balmer seriyasini tashkil qiladi. Shveysariya olimi Balmer 1885-yilda vodorod spektrini tekshirib, har qaysi chizig'iga muvofiq keladigan to'liq sonlar ( $\nu$ )ni topish uchun quyidagi empirik formulani taklif etdi:

$$\lambda = 3647,053 \frac{n^2}{n^2 - 4} \text{ yoki}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = \frac{1}{3647,053 \text{ \AA}^c} \cdot \left( \frac{n^2 - 2^2}{n^2} \right)$$

Formuladagi  $n=3,4,5,\dots,\infty$ ; 3647,053 son esa vodorod atomida eng qisqa to'liq uzunlikka ega bo'lgan spektral chiziqning (elektromagnit to'liqlarning ko'zga ko'rinadigan qismida) angstremlardagi empirik usulda topilgan qiymatidir. Bu formuladan

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = \frac{1}{3647,053 \text{ \AA}^c} \cdot \left( \frac{n^2 - 2^2}{n^2} \right) = \frac{4}{3647,053 \cdot 10^{-8}}$$

$$\cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 109677,58 \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right);$$

Formuladagi  $R=109677,58 \text{ cm}^{-1}$  Ridberg konstantasi deb yuritiladi.  $n$  ga tegishli qiymatlarni qo'yib, vodorod atomining har bir spektral chizig'ining to'liq uzunligini hisoblab topish mumkin. Masalan,  $H_\alpha$  chiziq uchun  $n=3$

$$\text{bo'lib } \lambda = 3647,053 \cdot 10^{-8} \left( \frac{3^2}{3^2 - 2^2} \right) = 656,47 \text{ nm, } H_\beta$$

uchun  $n=4$  bo'ladi, to'liq uzunlik esa 486,274 nm,  $H_\gamma$  ( $n=5$ ) uchun  $\lambda=434,17 \text{ nm}$  va hokazo.

**Kvantlar nazariyasi.** 1900-yilda Maks Plank (1858–1947) kvantlar nazariyasini taklif etdi. Bu nazariyaga muvofiq nur sochayotgan jismdan tarqalayotgan ener-

giya uzluksiz ravishda emas, balki energiyaning eng kichik bo'lagi – **kvantlarda** tarqaladi.

Har qaysi kvantning energiya qiymati shu nur to'liqlarining chastotasiga bog'liq. Har qanday sistema energiyani faqat kvantlar miqdorida yutadi yoki o'zidan kvantlar miqdorida chiqaradi. Har qaysi kvant kattaligi *Plank tenglamasi*

$$E = h\nu$$

bilan ifodalanadi. Bu yerda:  $E$  – kvant energiyasi;  $h$  – Plank doimiysi ( $6,624 \cdot 10^{-27}$  erg·sek yoki  $6,624 \cdot 10^{-34}$  Joul·sek);  $\nu$  – tebranish chastotasi.

M.Plank nazariyasidan kelib chiqadigan xulosalar tajriba natijalariga to'la mos keladi. Yorug'lik kvantlarining haqiqatan mavjudligini boshqa tajribalar ham isbotladi. Endilikda Plank tenglamasi tabiat haqidagi asosiy qonunlardan biri deb tan olindi. Ushbu tenglama asosida spektrdagi har qaysi chiziqqa muvofiq keladigan yorug'lik energiyasining kvantini hisoblash mumkin. Masalan, vodorod spektrining  $H_\alpha$  chizig'i uchun  $E$  ni quyidagicha hisoblaymiz:

$$\lambda = 656,28 \text{ nm} = 0,656 \cdot 10^{-4} \text{ sm};$$

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{2,9977 \cdot 10^{10} \text{ sm/sek}}{0,656 \cdot 10^{-4} \text{ sm}} = 4,58 \cdot 10^{14} \text{ sek}^{-1}$$

$$E = h\nu = 6,624 \cdot 10^{-27} \text{ erg·sek} \cdot 4,58 \cdot 10^{14} \text{ sek}^{-1} = 3,03 \cdot 10^{-12} \text{ erg}.$$

1905-yilda A.Eynshteyn nur energiyasining eng kichik bo'lagini, ya'ni kvantni **foton** deb atadi. Bir foton energiyasi  $h\nu$  ga teng.



## 2.5. Atom elektron qobig'i tuzilishining N. Bor nazariyasi

Atomning radiusi ham juda kichik:  $\sim 10^{-10}$  m (yoki  $\sim 0.1$  nm). Masalan, vodorod atomining radiusi 0,053 nm (nanometr) bo'lsa, kumush atomining radiusi 0,144 nm ga teng. Yadro radiusi esa  $10^{-4}$ – $10^{-5}$  nm chamasida bo'ladi, ya'ni atomnikidan taxminan  $10^5$  marta (100000) kichikdir. Atom tuzilishi nazariyasi yaratilishida kimyoviy elementlarning optik spektrlari tadqiqoti katta ahamiyatga ega bo'ldi. Atom tuzilishi haqidagi Rezerford fikrlari tajriba yo'li bilan isbotlangan bo'lsa-da, bu nazariya ko'plab savollarga javob bera olmadi. Birinchidan, mikrozarralarning xususiyatlari makroolam mexanikasi qonuniyatlariga mos kelmasligi jihatidan atomda elektronning harakati, ikkinchidan, atomda aylanma harakat qilayotgan elektronning markazga intilma (yadrodagi musbat zaryadli proton va manfiy zaryadli elektronning tortishish) kuchi va markazdan qochma (to'g'ri yo'nalishda harakat qilayotgan zarrachaning o'z yo'nalishiga nisbatan ma'lum burchakka doimiy og'ishiga qarshi hosil bo'lgan) kuchlarining ma'lum muvozanatda bo'lishi hamda elektron energiyasining kamayib, yadroga «qulab tushish» yoki energiyasining ortib ketishi tufayli atom sferasidan chiqib ketish hodisalarining kuzatilmasligi to'liq tushuntirib berilmadi.

Klassik elektrodinamika talablariga ko'ra bunday sistema barqaror bo'lmasligi kerak, chunki elektron musbat zaryadli yadro atrofida tezlanishli harakat qilib aylanar ekan, u o'zidan uzluksiz energiya chiqara borib, ma'lum vaqtdan so'ng yadroga «qulashi», yadrodagi

proton bilan birikib neytronga aylanishi kerak. Aslida esa unday emas. Shuning uchun Nils Bor 1913-yilda vodorod atomining tuzilish nazariyasini taklif qildi.

N.Bor o'zining nazariyasini yaratishda E.Rezerford modeliga va M.Plankning kvantlar nazariyasiga asoslandi. N.Bor Rezerford nazariyasiga Plank (1900-y.) g'oyasini kiritib, o'zining muhim postulatlarini ta'rifladi:

↓ **Borning I postulati:** *Elektron atomda faqat kvant nazariyasi ruxsat etadigan turg'un orbitalarda harakat qiladi. Elektron kvantlangan turg'un orbitalarda harakat qilganida o'z energiyasini o'zgartirmaydi, atrof-ga energiya sochmaydi va tashqi muhitdan energiya yutmaydi.*

↓ **Borning II postulati:** *Elektron yadrodan uzoq orbitadan yadroga yaqin orbitalarning biriga sakrab o'tadi va bunda atom o'zidan energiya chiqaradi. Aksincha yo'nalishda esa, atom energiya yutadi.*

N. Borning I postulatiga muvofiq kvantlangan orbita bo'ylab aylanayotgan elektronning harakat miqdori mo-

menti  $mvr$  kattalik jihatidan  $\frac{2}{2\pi}$  ga karrali bo'ladi,

ya'ni:

$$mvr = n \left( \frac{2}{2\pi} \right)$$

statsionar orbitalar uchun  $n$  butun son qiymatlariga ega. N.Bor bu ikki postulat asosida vodorod atomining tuzilishini tushuntirdi, u spektroskopik tekshirishlar asosida olingan xulosalardan va E. Rezerford formulasi

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

dan foydalanib, vodorod atomining radiusini, elektronning turli orbitalardagi energiya qiymatlarini hisoblay oldi. Vodorod atomining ionlanish energiyasi, radiusi, elektronning turli orbitadagi energiyasi uchun:

$$I = \frac{-2\pi^2 me^4}{n^2 h^2}; \quad r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 me^2};$$

$$E = \frac{2\pi^2 me^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

ko'rinishidagi formulalarni keltirib chiqardi (bunda:  $I$  – ionlanish potentsiali,  $m$  – elektron massasi,  $e$  – elektron zaryadi,  $\pi = 3,14$ ;  $h$  – Plank doimiyligi,  $n$  – elektron harakat qilayotgan orbita tartib raqami,  $r$  – orbita radiusi,  $E$  –  $n$  chi orbitadagi elektron energiyasi).

N.Bor elektron energiyasi  $E_1$  bo'lgan orbitadan energiyasi  $E_2$  bo'lgan orbitaga o'tganida atom tomonidan yutiladigan yoki  $E_2$  dan  $E_1$  ga o'tganda chiqariladigan nurining chastotasi:

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{nh}$$

formulaga muvofiq hisoblanishi mumkin ekanligini ko'rsatdi. Masalan, elektron yadrodan uzoqroq orbitadan ikkinchi orbitaga o'tganda, ajralib chiqadigan nurining chastotasi:

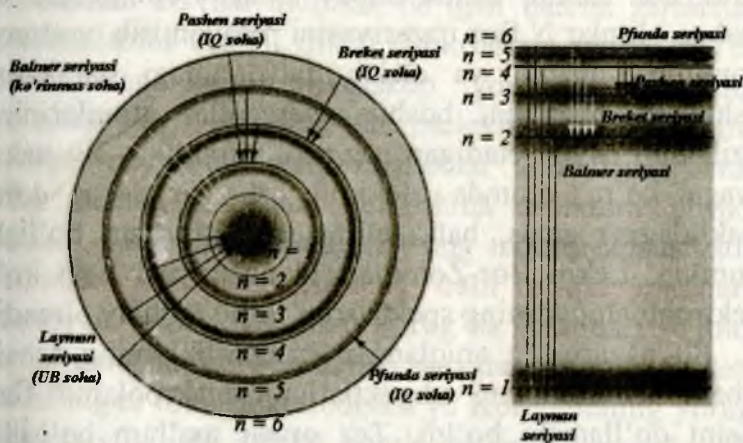
$$\nu_B = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3} \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$



bu yerda,  $n=3,4,5$  va hokazo bo'lishi mumkin. Bunday chastotaga ega bo'lgan spektral chiziqlar vodorod spektrining ko'zga ko'rinuvchan (va yaqin ultrabinafsha) sohasiga taalluqli bo'lib, *Balmer seriyasi* deb ataladi. Agar elektron to'rtinchi, beshinchi va hokazo orbitalardan uchinchi orbitaga o'tsa, vodorod spektrining infragizil sohasiga muvofiq keladigan nurlar ajralib chiqadi (*Pashen seriyasi* hosil bo'ladi). Bunda:

$$v_p = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3} \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{bu yerda } n=4, 5, 6, \dots)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \text{ Balmer formulasi.}$$



2.9-rasm. N.Bor bo'yicha vodorod atomining spektral seriyalari.

Agar elektron ikkinchi, uchinchi va hokazo orbitalardan birinchi orbitaga ko'chsa, vodorod spektrining ultrabinafsha sohasi (*Layman seriyasi*) kelib chiqadi:

$$v_L = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3} \cdot \left( \frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ (bu yerda } l=2,3,4,\dots\text{)}.$$

2.9.-rasmda vodorod atomida spektral chiziqlarning kelib chiqishi aks ettirilgan. Lekin N.Bor nazariyasi spektr chiziqlarining magnit va elektr maydonida tarkibiy qismlarga parchalanish hodisasini va ko'p elektronli zarrachalarning tuzilishini tushuntira olmadi. N.Bor nazariyasiga ko'ra, atomda elektron harakat qiladigan har qaysi orbita radiusi o'zgarmas qiymatga ega bo'lishi, elektron ayni orbitada aniq tezlik bilan harakat qilishi, elektronning o'zi aniq o'lchamli zarracha bo'lishi kerak edi. Lekin, aslida unday emas. Zommerfeld va boshqa olimlar N.Bor nazariyasini rivojlantirib, vodorod atomining magnit va elektr maydonidagi harakatini tushuntira oladigan, boshqa elementlar atomlarining tuzilishini bayon etadigan nazariya yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra, atomda elektron orbitalar faqat doira shaklidagina emas, balki ellips shaklida ham bo'lishi mumkin. Lekin Bor-Zommerfeld nazariyasi ham ko'p elektronli atomlarning spektrlarini to'liq izohlay olmadi.

Bu nazariyada aniqlangan kamchiliklarning asosiy sababi «mikroolam» obyektlariga «makroolam» fizikasini qo'llanishi bo'ldi. Tez orada ma'lum bo'ldiki, elektron aniq o'lchamli, aniq tezlik bilan harakat qiluvchi, fazoda aniq o'rinni egallovchi zarracha emas, balki u ham zarracha, ham to'liq xossalarini namoyon etadi.

## 2.6. Atomning elektron qobig'i tuzilishi haqidagi kvanto-mexanik tasavvurlar

Atom tuzilishi haqidagi zamonaviy ta'limot to'liq mexanikasi g'oyalariга asoslanadi. To'liq mexanika mikrozarrachalarning kuch maydoni ta'siridagi harakatini o'rganadi. To'liq mexanikasi XX asrning 20-yillaridan boshlab rivojlandi. Uning rivojlanishida Lui de Broyl, V.K.Geyzenberg, P.Dirak, E.Shredinger, V.A.Fok, O.Mamadaliyev va boshqa olimlar katta hissa qo'shdilar.

**Mikrozarrachalarning xususiyatlari.** Kishi ko'zi yordamida ko'rish mumkin bo'lgan barcha zarrachalar makroolamni tashkil qiladi. Mikroolam obyektlari esa, ko'z bilan ham, mikroskop yordami bilan ham ko'rinmaydi. Ular jumlasiga molekula, atom, elektron, proton, neytronlar kabi elementar zarrachalar kiradi. Ular barcha moddalar tuzilishida struktura birliklar bo'ladi. Mikrozarrachalarning eng muhim xususiyatlari shundaki, ular ham zarracha, ham to'liq xossalarini namoyon qiladi. Masalan, yorug'lik kvantlari – fotonlarda zarracha (korpuskulyar) xossalar borligini Stoletov kashf etgan fotoeffekt hodisasi va Komptonning yorug'likning yoyilishi effekti nomli tajribalari asosida isbot qilingan. Ammo, interferensiya va difraksiya hodisalari yorug'likning to'liq tabiatga ega ekanligini ko'rsatdi. Makroolam obyektlarining xossalari klassik mexanika qonunlari asosida ham izohlanadi, chunki ular aniq o'lchamli radius, aniq o'lchamli tezlik va boshqa xossalarga ega bo'lib, fazoda aniq o'rinni egallaydi. Ularning holatini koordinata o'qlari yordamida aniq belgilash mumkin. Mikroolam obyektlarining jismlari, masalan,



elektron harakat tezligi, radiuslarining katta-kichikligi va holatlarining koordinatlari ma'lum darajada ehtimollik bilangina tavsiflanishi mumkin.

To'liq mexanika asosida ikki prinsip yotadi. **Bi-rinchisi** – «mikrozarrachalar faqat zarrachagina emas, balki ular to'liq hamdir». Bu prinsip de Broyl formulasi, ya'ni

$$\lambda = \frac{h}{m\nu}$$

bilan ifodalanadi (bu yerda:  $m$  – zarracha massasi,  $\nu$  – uning tezligi,  $h$  – Plank doimiyligi;  $h = 6,624 \cdot 10^{-34}$  J·sek,  $\lambda$  – zarrachaga mos keluvchi to'liq uzunligi).

Profesor P.S.Tartakovskiy elektronlarning difraksiyaga uchrashi misolida de Broyl formulasi to'g'ri ekanligini tasdiqladi. Keyinchalik, neytron, proton, geliy atomi, vodorod molekulasi ham difraksiya hodisasiga uchrashi kuzatildi. Hozirda mikroskoplar zar-rachalarining to'liq xususiyatlaridan elektronografiya, neytronografiya va boshqa sohalarida keng foydalanilmoqda.

**Ikkinchi prinsip** – Geyzenbergning noaniqlik prinsipi bo'lib, bu prinsipga muvofiq, elektronning impulsi yoki tezligi qanchalik aniqlik bilan topilsa, uning koordinatlari (fazodagi o'rnini) shunchalik noaniqlik bilan o'lchanadi:

$$\Delta P_x \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}; \Delta P_y \cdot \Delta y \geq \frac{h}{2\pi}; \Delta P_z \cdot \Delta z \geq \frac{h}{2\pi}$$

$P = mv$  ekanligini inobatga olgan holda Geyzenbergning noaniqlik prinsipini quyidagicha tushuntirish mumkin:

$$\Delta V_x = \frac{h}{2\pi m}$$

Makrozarrachalar uchun  $\frac{h}{m}$  o'ta kichik bo'lganligi uchun ularning harakat tezligini va koordinatalarini bir vaqtning o'zida katta aniqlik bilan o'lchash mumkin. Mikrozarachalar uchun esa, aksincha, tezlik o'lchansa, koordinata aniq bo'lmaydi, koordinata aniq topilsa, zarachalarning tezligi noaniq bo'ladi.

### 2.7. E.Shredinger tenglamasi

Mikrozarrachalarning holatini to'liqin funksiya ( $\Psi$  – funksiya) bilan tavsiflash mumkin, chunki  $\Psi$  – funksiya absolyut qiymatlarining, ya'ni moduli kvadratining  $(|\Psi|)^2$  hajm elementlariga ko'paytmasi  $|\Psi|^2 d\tau$  ayni hajmda zaracha bo'la olishining ehtimolligini ko'rsatadi.  $\Psi$  – funksiya tushunchasi fanga 1926-yilda Ervin Shredinger tomonidan kiritilgan. Klassik mexanikada I.Nyutonning harakat qonunlari qanday rol o'ynaydigan bo'lsa, to'liqin mexanikada Shredinger tenglamasi ham xuddi ana shunday rol o'ynaydi.

Shredinger elektronning atomdagi harakatini turg'un to'liqin deb tasavvur qildi va bu harakat tenglamasiga de Broyl prinsipini kiritib amplitudasining kvadratga ko'tarilgan qiymati fazoning ayni nuqtasida elektronning bo'lib turish ehtimolligini tavsiflaydigan to'liqin funksiya  $\Psi$  uchun tenglama tuzdi.

Turg'un to'liqin deb, ikki uchi mahkamlangan torning so'nmas tebranishidan hosil bo'lgan to'lqinga aytiladi. Bunday to'lqinni tavsiflash uchun quyidagi differensial tenglamadan foydalaniladi:

$$\nabla^2\Psi + \frac{4\pi^2}{\lambda^2}\Psi = 0;$$

$$\nabla^2\Psi = \frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial z^2};$$

bu yerda:  $\lambda$  – to‘lqin uzunligi. Agap  $\lambda$  o‘rniga  $\frac{h}{mV}$  qo‘yilsa, tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\nabla^2\Psi + \frac{4\pi^2 m^2 V^2}{h^2}\Psi = 0$$

Ikkinchi tomondan, sistemaning to‘lqin energiyasi uning potensial va kinetik energiyalari yig‘indisiga teng ekanligini, ya’ni energiyaning saqlanish qonunini nazarda tutsak:

$E = U + \frac{mV^2}{2}$  yoki  $V^2 = 2\frac{E-U}{m}$  bo‘lgani uchun yuqoridagi tenglama quyidagi shaklni oladi:

$$\nabla^2\Psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-U)\Psi = 0$$

Bu esa Shredinger tenglamasidir (bu yerda:  $U$ – potensial energiya,  $E$ – umumiy energiya,  $m$  – elektron massasi,  $\Psi$ – to‘lqin funksiyasi). Bu tenglamani quyidagicha ko‘chirib yozish mumkin:

$$\left(-\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2 + U\right)\Psi = E\Psi \text{ yoki } \left(-\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2 + U\right) \text{ ni } \hat{H} \text{ bi-}$$

lan ishoralasak,  $\hat{H}\Psi = E\Psi$  hosil bo‘ladi.

Tenglamadagi  $\hat{H}$  ifodasi *Gamilton operatori* deb ataladi. Shredinger tenglamasi 2 – tartibli xususiy differensial tenglamadir. Uni yechish zarrachaning to‘lqin funksiyasini tenglamaga qo‘yib zarrachaga to‘g‘ri keladigan  $E$  ni topish demakdir.



To'liqin mexanikada «zarracha massasi» ( $m$ ), «zarracha energiyasi»  $\left( E \text{ yoki } \frac{mV^2}{2} \right)$  «impulsi  $mV$ » va «harakat miqdorining momenti» ( $mVr$ ) degan tushunchalar saqlanib qoladi, lekin «zarracha harakatining traektoriyasi» degan tushuncha o'z ma'nosini yo'qotadi. To'liqin funksiya ( $\Psi$ ) ning kvadratga ko'tarilgan qiymati  $|\Psi|^2 d\tau$  fazoning ayni  $d\tau$  qismida elektronning bo'la olish ehtimolligini ko'rsatadi. Elektronning atomdagi harakatini aniq orbita bo'ylab aylanib turgan sharning harakati kabi tasavvur qilib bo'lmaydi, balki uning yadro atrofidagi turli nuqtalarda bo'lish ehtimolligini ko'rsatuvchi atom orbital yoki «elektron buluti» chegarasida harakat qiladi deb qarash haqiqatga yaqin bo'ladi. Demak, atomdagi elektron turgan nuqtani aniq ko'rsata olish mumkin emas, faqat fazoning u yoki bu nuqtasida elektron bo'lib turish ehtimolligini aniqlay olamiz. Shuni nazarda tutib Shredinger tenglamasi yechimga ega bo'lishini ta'minlovchi funksiyani ifodalash uchun eski «orbita» so'zi o'rniga «orbital» so'zi kiritilgan. Fazoning qaysi sohalarida elektronning bo'lish ehtimolligi katta bo'lsa, o'sha sohalarining hammasini birgalikda elektronning atomdagi bo'la olish joyi – orbitali deb tasavvur qilamiz.

## 2.8. Kvant sonlar

Atomdagi elektron qobiqning tuzilishi haqidagi chuqurroq tadqiqot elektronning ikki xil tabiatli ekanligini ko'rsatdi. Unda zarracha xususiyati ham, to'liqin xususiyati ham mavjud. Elektron muayyan massali va katta

tezlik bilan harakatlanadigan zarrachadir. Shu bilan birga elektron to'liq xossalariga ham ega, u atomning butun hajmi bo'ylab harakatlanadi va atom yadrosi atrofidagi muayyan fazoning istalgan qismida bo'la oladi.

Elektronning atomdagi holati uning energiyasi bilan ifodalanadi.

✦ Elektron energiyasining qiymatini atom tuzilishining kvant mexanik nazariyasi bo'yicha hisoblashda 4 xil kvant sonlardan foydalaniladi.

✦ Ularning asosiysi **bosh kvant son ( $n$ )** deb ataladi va musbat butun ratsional sonlar (1;2;3;4;...; $\infty$ ) qiymatlarini qabul qiladi.

Bosh kvant sonlar yadro atrofida joylashgan elektron energetik pog'onalarining tartib raqamini ifodalaydi. Bu elektron pog'onalar (kvant qavatlar) ba'zan K, L, M, N, O, P, Q harflari bilan belgilanadi. Bitta kvant qavatining o'zidagi barcha elektronlar uchun energiya zonasi bir xil bo'ladi; bunday holda elektronlar bitta energetik darajada, qavatda yoki pog'onada bo'ladi deyiladi. Vodorod atomi uchun « $n$ » ning turli qiymatlarida statsionar elektron qavatlar energiyalarini hisoblash formulasini N.Bor keltirib chiqargan edi (2.5-rasmga qarang.). Har bir energetik pog'onaning ma'lum elektron sig'imi bor. U quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$N=2n^2,$$

bu yerda  $n$  – bosh kvant son (energetik pog'ona tartib raqami);  $N$  – energetik pog'onadagi maksimal elektronlar soni.

Elektron ham, zarracha ham to'liqin xususiyatiga ega bo'lgani uchun bir energetik pog'onada harakat qilayotgan elektron o'z yo'nalishida ikkilamchi (tebranma, aylanma) harakatda bo'ladi. Bunday murakkab harakat fazoning ma'lum chegarasidagina amalga oshib, fazoning bu qismi *elektron bulut* yoki *orbital* deyiladi.

Har bir elektron pog'ona bir nechta pog'onacha yoki orbitaldan tashkil topgan. Elektron pog'onadagi pog'onachalar soni shu pog'ona bosh kvant soni  $n$  qiymatiga teng, ya'ni birinchi elektron pog'onada ( $n=1$ ) bitta, ikkinchi elektron pog'onada 2 ta, uchinchi elektron pog'onada 3 ta elektron pog'onacha mavjud va hokazo. Pog'onachalarning tartib raqamlari 0 dan boshlanib  $n-1$  qiymatda tugaydi.

↓ Pog'onachaning tartib raqamini ifodalovchi son *orbital kvant son* deb atalib,  $l$  harfi bilan belgilanadi. Demak,  $l = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$  qiymatlarga ega bo'lib, elektron pog'onadagi pog'onachalarning tartib raqamini ko'rsatadi. Orbital kvant son qiymati ortib borishi tartibida elektron pog'onadagi pog'onacha energiyasi ortib boradi.

Odatda orbital kvant sonlar  $s, p, d, f$  harflar bilan belgilanadi, ya'ni:

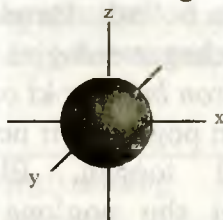
$$l = 0, 1, 2, 3, 4$$

$$l = s, p, d, f, g.$$

Har bir pog'onachaning orbital kvant soni  $l$  qiymati shu orbitalning fazodagi shaklini ifodalaydi.



Masalan, orbital kvant son qiymati  $l=0$  bo'lganda yadro atrofida aylanayotgan elektronning elektron bulutini fazodagi shakli sferik shaklni egallaydi (2.10.-rasm):



2.10-rasm. *s-Orbitalning uch o'lchamli fazodagi tasviri.*

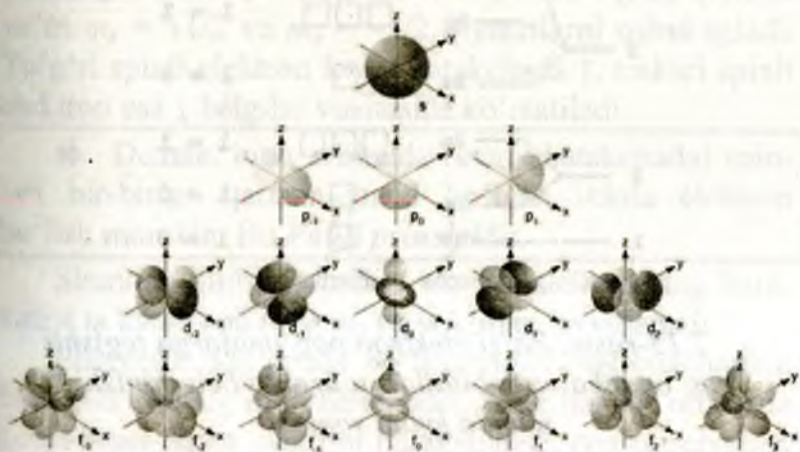
$l=1$  ga teng bo'lsa, elektron buluti zichligi fazoning ikki qismiga taqsimlanadi va quyidagi shakl kelib chiqadi (2.11.-rasm):



2.11-rasm. *p-Orbitalning uch o'lchamli fazodagi tasviri.*

Shuningdek,  $l=2$  bo'lganda diagonal shakl hosil bo'lsa,  $l=3$  bo'lganda murakkab fazoviy shakl namoyon bo'ladi. Orbitallarning harflar bilan ifodalanishi atom spektrlaridagi spektral chiziqlarning tavsifi bilan bog'liq. Masalan,  $l=0$ , *s*-orbital atom spektrlarining o'tkir (inglizcha "sharp" – o'zbekcha "o'tkir"),  $l=1$ , *p*-orbital atom spektrlarining prinsipial (inglizcha "principal"),  $l=2$ , *d*-orbital atom spektrlarining diffuzion (inglizcha "diffuse"),  $l=3$ , *f*-orbital atom spektrlarining fundamental (inglizcha "fundamental") seriyasi.

Bir pog'onada bir necha pog'onacha bo'lgani kabi, pog'onacha ham, o'z navbatida bir necha orbitallardan tashkil topgan. Buni quyidagicha izohlash mumkin:  $s$ -orbital sferik shaklga ega bo'lganligi uchun uning fazodagi energetik holati bitta bo'ladi. Yadro koordinatasini o'zgartirmay  $s$ -orbitalni fazoda turli yo'nalishda aylantirib holati o'zgartirilsa, unga tashqi maydon ta'siri bir xil bo'ladi. Ikkinchi pog'onachadagi  $p$ -orbital shakli gantelsimon bo'lgani uchun uni fazoning mavjud  $x$ -,  $y$ - va  $z$ -o'qlari bo'ylab joylashtirilsa, orbitalga tashqi maydon ta'siri uch xil bo'ladi. Shuning uchun  $p$  orbitalning 3 xil turi mavjud:  $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$  (2.12.-rasm). Demak, ikkinchi pog'onacha markazlari bir nuqtada bo'lgan, turli yo'nalishlarda joylashgan 3 ta  $p$ -orbitallardan tashkil topgan. Aynan shu yo'sinda uchinchi elektron pog'onacha 5 ta  $d$ -orbitaldan, to'rtinchi elektron pog'onacha esa 7 ta  $f$ -orbitaldan tashkil topganligini ko'rsatish mumkin. Elektron pog'onachadagi orbitallar soni  $2l+1$  formula bo'yicha hisoblanadi.

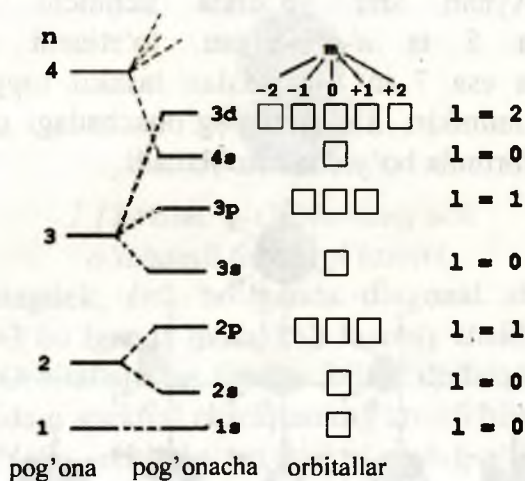


2.12-rasm. Atom orbitallarining fazodagi holati.

Elektron pog'onachadagi orbitallarning fazodagi holatini ifodalash va ularni raqamlash uchun **magnit kvant son** ( $m_l$ ) qo'llaniladi. Magnit kvant son orbital kvant son  $l$  ga bog'liq bo'lib,  $-l$  dan  $0$  orqali to  $+l$  gacha butun son qiymatlarini qabul qiladi ( $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$ ).

Shunday qilib,  $s$  - orbitalning 1 ta ( $l=0; m_l=0$ );  $p$ -orbitalning 3 ta ( $l=1; m_l=-1, 0, +1$ );  $d$ -orbitalning 5 ta ( $l=2; m_l=-2, -1, 0, +1, +2$ );  $f$ -orbitalning esa 7 ta ( $l=3; m_l=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ ) fazoviy holati mavjud (2.12-rasmga qarang).

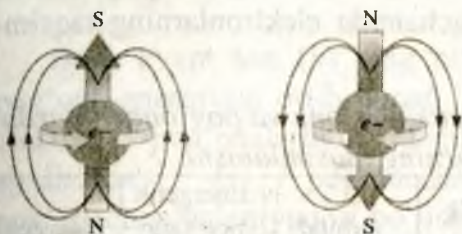
Har bir fazoviy holatni bitta kvant katakcha bilan ifodalab, ularning raqamlari, ya'ni  $m_l$  qiymatlari bilan belgilansa, 2.13-rasmda ko'rsatilgan holat yuzaga keladi.



2.13-rasm. Ba'zi elektron pog'onalarga tegishli pog'onacha va orbitallar, ularning belgilanishi hamda kvant sonlari.



↓ Elektronning orbitaldagi xususiy harakatini ifodalaydigan kvant son *spin kvant son* bo'lib,  $m_s$  harfi bilan belgilanadi.



2.14-rasm. Elektronning o'z o'qi atrofida aylanma harakatiga bog'liq ravishda spinning yo'nalishi

Elektron orbitalda yadro atrofi-da aylanma harakati bilan birgalikda o'z yo'nalishi o'qi atrofida ham aylanma harakat (inglizchaspin) qiladi (2.14-rasm). O'z o'qi atrofida harakatlanayotgan elektron

magnit maydonga va shu maydonning yo'nalish o'qiga ega. Agar elektron o'z yo'nalishi o'qi atrofidagi aylanma harakati soat mili harakati bo'yicha bo'lsa, elektron spini to'g'ri, aks holda elektron spini teskari deb yuritiladi. Shuning uchun spin kvant son faqat ikkitagina qiymat, ya'ni  $m_s = +1/2$  va  $m_s = -1/2$  qiymatlarni qabul qiladi. To'g'ri spinli elektron kvant katakchada  $\uparrow$ , teskari spinli elektron esa  $\downarrow$  belgilar vositasida ko'rsatiladi.

↓ Demak, bitta orbitalda (kvant katakchada) spinlari bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan ikkita elektron bo'lish mumkin. Bu *Pauli prinsipidir*.

Shunday qilib, atomdagi har bir elektronning harakati 4 ta kvant son ( $n, l, m_l$  va  $m_s$ ) bilan tavsiflanadi.

Energetik pog'onada bo'lgani kabi pog'onachaning ham elektron sig'imi cheklangan. Agar har bir orbitalda ko'pi bilan ikkita elektron harakatlansa, pog'onachadagi

elektronlarning maksimal soni quyidagi formula vositasida hisoblanadi:

$$N_f = 2(2l+1).$$

2.1.-jadvalda dastlabki to'rt energetik pog'ona va ularga tegishli pog'onachalarda elektronlarning taqsimlanishi keltirilgan.

2.1.-jadval. Energetik pog'ona va pog'onachalarda elektronlarning taqsimlanishi.

Energetik pog'ona tartib raqami	Bosh kvant soni qiymati, $n$	Energetik pog'onadagi maksimal elektron soni, $N=2n^2$	Orbital kvant soni qiymati, $l=0,1,2,\dots, n-1$	Energetik pog'onachadagi maksimal elektron soni, $N_f=2(2l+1)$	Energetik pog'onachaning yakuniy ifodasi
1	$n=1$	2	0	2	$1s^2$
2	$n=2$	8	0	2	$2s^2$
			1	6	$2p^6$
3	$n=3$	18	0	2	$3s^2$
			1	6	$3p^6$
			2	10	$3d^{10}$
4	$n=4$	32	0	2	$4s^2$
			1	6	$4p^6$
			2	10	$4d^{10}$
			3	14	$4f^{14}$

**2.9. Elektron pog'ona, pog'onacha va orbitalarga elektronlarning joylashishi. Klechkovskiy qoidasi. Pauli prinsipi va Hund qoidasi.**

Bosh kvant son ( $n$ ) ning ortishi tartibida elektron pog'ona energiyasi ortib boradi. 2.13.-rasmdan 3 va 4- elektron pog'onalarining tegishli pog'onachalarga ajralishida  $4s$  pog'onacha energiyasi  $3d$  pog'onachanikidan yuqori bo'lishi mumkinligini ko'rish oson.  $3d$  pog'onachadan yuqoridagi pog'onachalar energiyasining ortib borish tartibi Klechkovskiy qoidalari asosida tushuntiriladi.

✚ **Klechkovskiyning 1-qoidasi.** Elektron pog'onachaning energiyasi bosh va orbital kvant sonlar yig'indisi  $n+l$  qiymatining ortib borishi tartibida ortadi.

✚ **Klechkovskiyning 2-qoidasi.** Agar bir nechta pog'onachaning  $n+l$  qiymati o'zaro teng bo'lsa, u holda bosh kvant soni  $n$  qiymati katta bo'lgan pog'onachaning energiyasi kattaroq bo'ladi.

Bu qoidalarga muvofiq elektron pog'onchalarning energiyasini ortib borish tartibi quyidagicha bo'ladi:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s$$

Atom											
orbi- tal	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p	5s	5p	6s
$n+l$	1+0	2+0	2+1	3+0	3+1	4+0	3+2	4+1	5+0	4+2	5+1
	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6

Misol uchun, Klechkovskiy qoidalariga binoan  $4s$  va  $3d$  pog'onachalarning energiyalari taqqoslansa,  $4s$



pog'onacha energiyasi pastroq bo'lishi kerak, chunki, uning bosh kvant soni  $n=4$ , orbital kvant soni  $l=0$ , natijada  $n+l=4$ ;  $3d$  pog'onacha uchun esa bosh va orbital kvant sonlar yig'indisi katta, ya'ni  $n+l=5$ . Aslida ham, aniq kvant mexanik hisoblashlar  $3d$  pog'onachaning energiyasi  $4s$  pog'onacha energiyasidan bir oz yuqoriroq ekanligini ko'rsatdi.

✦ Ayrim atomlarda (Cr, Cu, Nb, Mo, Ru, Rh, Pa, Ag, Pt va Au)  $4s$  va  $3d$  pog'onachalarning energiyalari bir-biriga yaqin qiymatlarga ega bo'lishi aniqlangan.

✦ Elektronlarning ayni atom orbitallari bo'ylab joylashishi shu *elementning elektron konfiguratsiyasi* deb ataladi.

Atomda elektronlarning pog'onachalarga joylashuvi quyidagi uch qoida bo'yicha amalga oshadi:

✦ 1. (*Minimal energiya prinsipi*) Har qaysi elektron energiyasi kichik (minimal) bo'lgan orbitalga joylashishga intiladi.

$1s$  orbitalning energiyasi eng kichik bo'lgani uchun dastlab  $1s$  orbital, so'ngra  $2s$ , undan keyin  $2p$  va hokazo orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi.

2. Elektronlarning orbitallarga joylashuvi Pauli prinsipiga zid kelmasligi lozim.

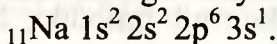
↓ **Pauli prinsipi** quyidagicha ta'riflanadi: «Bir atomda to'rttala kvant sonining qiymati bir xil bo'lgan elektronlar bo'lishi mumkin emas».

Agar bir atomda  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  kvant sonlarining qiymatlari bir xil ikkita elektron bo'lsa, ular to'rtinchi kvant soni –  $m_s$  bilan farqlanishi kerak, ya'ni bir orbitalda (kvant katakchada) joylashishi mumkin bo'lgan ikkita elektronning spin kvant sonlari albatta har xil bo'lishi shart.

↓ **3. (Hund qoidasi)** Pog'onachaning har bir orbitalida elektronlar dastlab toq holda, parallel yo'nalishli spinda joylashadi.

Pog'onacha uchun yarim to'liq holat yuzaga keldandan so'ng elektronlarning orbitallarga joylashuvi Pauli prinsipi bo'yicha amalga oshadi. Ta'kidlash joizki, pog'onacha orbitallariga elektronlarning joylashish tartibi magnit kvant son  $m_l$  qiymati ortib borish tartibiga mos keladi. Dastlabki toq holda joylashgan elektronlarning spin kvant soni  $m_s + 1/2$  ga teng bo'ladi.

Element atomidagi energetik pog'onalar soni davriy jadvaldagi davrlar raqamiga, elektronlar soni esa tartib raqamiga teng bo'ladi. Masalan: Natriy atomining elektron tuzilishi (elektron konfiguratsiyasi) quyidagicha:



Atomlar elektron qavatlarining tuzilishi ko'pincha, energetik katakchalar shaklida ifodalanadi.

Azot elementining tartib raqami 7 ga teng. Demak, uning atomida 7 ta elektron bor.

ELEKTRON SXEMASI	ORBITAL MODELI	ELEKTRON SXEMASI	ORBITAL MODELI
Li 		N 	
Be 		O 	
B 		F 	
C 		Ne 	

2.15.-rasm. II davr elementlari atom orbitallarining elektron tuzilishi.

1-pog'onaga maksimal 2 ta elektron sig'ishi ma'lum. Demak, qolgan 5 ta elektron ikkinchi pog'onaga joylashadi. 1s orbital 2 ta elektron bilan, 2s orbital ham 2 ta elektron bilan to'lgan. Lekin 2p orbitalga 3 ta elektron qoladi. Bundan ko'rinib turibdiki, 2-pog'ona elektronlar bilan to'lib bormoqda. Azot atomida 2 pog'ona tashqi pog'ona bo'lib, undagi elektronlar esa **valent elektronlar** – kimyoviy bog'lanish hosil qilishda ishtirok eta oluvchi elektronlar deyiladi.

Umuman olganda, energetik qobiq va qobiqchalarining elektron bilan to'lib borishi tartibi quyidagicha



amalga oshishi kvanto-mexanik hisoblashlar asosida isbotlangan:

$$1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s \rightarrow 4d \rightarrow 5p \rightarrow 6s \rightarrow 5d^{n-1} \rightarrow 4f \rightarrow 5d^{n-10} \rightarrow 6p \rightarrow 7s \rightarrow 6d^{n-2} \rightarrow 5f \rightarrow 6d \rightarrow 7p.$$

Quyidagi jadvalda energetik pog'ona va pog'onachalarga elektronlarning joylashishi va elektron konfiguratsiyalari keltirilgan.

**2.2.-jadval. Energetik pog'ona va pog'onachalarga elektronlarning joylashishi va elektron konfiguratsiyalari.**

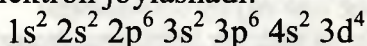
n	$N=2n^2$	l	$N_l=2(2l+1)$	$m_l$	$m_s$	Katakchalarda joylashishi	Elektron Konfiguratsiyasi
1	2	0	2	0	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$	$1s^2$
2	8	0	2	0	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$	$2s^2$
		1	6	-1,0,+1	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$2p^6$
3	18	0	2	0	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$	$3s^2$
		1	6	-1,0,+1	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$3p^6$
		2	10	-2,-1,0,+1,+2	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$3d^{10}$
4	32	0	2	0	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$	$4s^2$
		1	6	-1,0,+1	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$4p^6$
		2	10	-2,-1,0,+1,+2	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$4d^{10}$
		3	14	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	+1/2; -1/2	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$4f^{14}$

## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

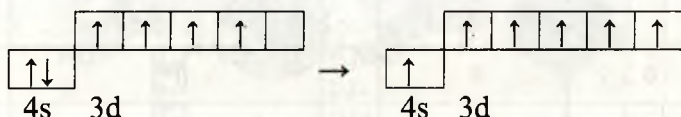
**1-misol.** Elektron konfiguratsiyalarning qaysi biri tartib raqami 24 bo'lgan elementga mos keladi?

A) ... $3s^2 3d^3$ ; B) ... $4s^2 3d^3$ ; C) ... $4s^2 3d^5$ ; D) ... $4s^1 3d^5$

**Yechish:** Klechkovskiy qoidasiga binoan 24 ta elektronni orbitallarga ularni energiyalarining ortib borishi tartibida joylashtirib chiqamiz. s-Orbitalga eng ko'pi bilan 2 ta, p-orbitalga 6 ta, d-orbitalga 10 ta, f-orbitalga 14 ta elektron joylashadi:



4s va 3d orbitallarning energiyasi juda yaqin. Shuning uchun Hund qoidasi orbitallararo elektron ko'chish holatida ham amal qiladi:



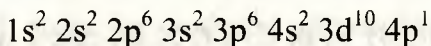
Bunda elektron konfiguratsiya quyidagi ko'rinishni oladi:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  ya'ni ...  $4s^1 3d^5$  (**D javob to'g'ri**)

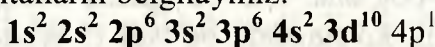
**2-misol.**  $4p$  – pog'onachaga elektron joylashishi boshlanadigan element uchun: tartib raqamini, elektronlar bilan to'lgan pog'onachalar sonini ko'rsating.

A) 31; 7; B) 21; 6; C) 30; 7; D) 49; 10.

**Yechish:** Energiyalari  $4p$  – pog'onachanikidan past bo'lgan barcha orbitallarni elektronlar bilan to'ldirib,  $4p$ -orbitalga 1 ta elektron joylashtirilsa quyidagi elektron konfiguratsiya kelib chiqadi:



Bu element atomida 31 ta elektron bor. Elektron bilan to'lgan orbitallarni belgilaymiz:

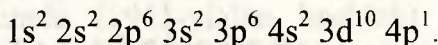


Demak, 7 ta orbital elektronlar bilan to'lgan. (A javob to'g'ri)

**3-misol.** Tartib raqami 31 bo'lgan galliy atomining valent p-elektronlari uchun kvant sonlari  $(n, l, m_l, m_s)$  ni aniqlang.

A) 4;1;+2;+0,5; B) 4;2;+2;-0,5; C) 3;1;-1;+0,5; D) 4;1;-1;+0,5

**Yechish:** Galliy atomining elektron konfiguratsiyasi quyidagicha:



Oxirgi  $4p^1$  elektronning bosh kvant soni  $n=4$ , p-orbital uchun orbital kvant soni  $l=1$ . Magnit va spin kvant soni quyidagicha aniqlanadi:

$m_l =$	0	-1	0	+1
		↑		
$n=4$	↑↓	4p		
	4s			
$l =$	0	1		

$m_l = -1$ . Spin kvant soni toq elektronlar uchun doimo  $+\frac{1}{2}$  ga teng. (D javob to'g'ri).

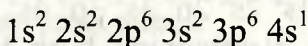
**4-misol.** Tashqi energetik pog'onasidagi elektroni  $n=4, l=0, m_l=0, m_s=+1/2$  kvant sonlar bilan ifodalangan element atomini aniqlang. Uning elektronlar bilan to'lgan nechta 3d – orbitali bor?



A) K; 0; B) V; 2; C) Cr; 5; D) Ag; 1

**Yechish:**  $n=4$  bo'lsa demak, eng tashqi elektron pog'ona 4-pog'ona.  $l=0$  bo'lganda orbitalning fazoviy shakli sferik ko'rinishda bo'ladi (s-orbital). Magnit va spin kvant sonlari qiymatlaridan foydalanib, uning tashqi elektron pog'onasi uchun elektron konfiguratsiyasini keltirib chiqarish mumkin:

$m_l =$	0	-1	0	+1
$n=4$	↑			
	4s	4p		
$l =$	0	1		



Bu element 19-element kaliy bo'lib, uning 3-pog'onasining  $d$  orbitali elektron bilan to'lmagan. (A javob to'g'ri)

## 2.10. Atom yadrosining tarkibi.

### Nisbiy va absolyut atom massa

Atom yadrosi nuklonlardan, ya'ni proton va neytronlardan tuzilgan. Bu nazariya dastlab 1932-yilda D.D.Ivanenko va Ye.N.Gapon tomonidan taklif etilgan. Protonning massasini esa E.Golshteyn aniqlagan edi. Proton massasi<sup>2</sup> vodorod atomi massasiga deyarli teng bo'lib chiqdi. Neytron massasi ( $1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg) 1932-yilda J.Chedvik tomonidan aniqlandi.

---

<sup>2</sup> Tinch proton massasi ( $1,6726485 \pm 0,0000086$ )  $\cdot 10^{-27}$  kg, neytronning massasi esa ( $1,6749543 \pm 0,0000086$ )  $\cdot 10^{-27}$  kg ga teng.

Eng yengil atom bu vodorod atomi bo'lib, uning massasi  $1,674 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng. Yer sharida mavjud bo'lgan eng og'ir atom – uran atomining massasi bo'lib, u  $3,952 \cdot 10^{-25}$  kg ni tashkil etadi. Ko'rinib turibdiki, atomlarning massasini xalqaro birliklar sistemasidagi kilogramm bilan, hattoki uning ulushlarida ham ifodalash noqulay.

Daslab atom massasining birligi sifatida vodorod atomining massasini qabul qilish J.Dalton tomonidan taklif etilgan (1808-y.) va vodorod birlik deb nomlangan edi. Keyinchalik, shved kimyogari Ya.Berselius atom massa birligi sifatida kislorod atomi massasining  $1/16$  qismini qabul qilishni taklif etdi.

Hozirgi kunda (1961-yildan boshlab) kimyo va fizikada **massaning atom birligi**<sup>3</sup> deb uglerod izotopi  $^{12}\text{C}$  atomi massasining  $1/12$  qismi qabul qilingan. Uglerod atomida 12 ta nuklon (6 ta proton, 6 ta neytron) mavjud.

Proton-neytron nazariyasiga ko'ra, atom yadrosi proton va neytronlardan iborat. Proton (p) 1 m.a.b. massaga va +1 zaryadga ega bo'lgan zarracha; neytron (n) proton massasiga yaqin massa ( $\sim 1$  m.a.b.) ga ega elektroneytral zarracha.

Yadro zaryadi uning tarkibiga kiruvchi protonlar soni bilan belgilanadi, demak, atom yadrosidagi protonlar soni ham elementning davriy jadvaldagi tartib raqamiga teng.

---

<sup>3</sup> 1 m.a.b. =  $(1,6605655 \pm 0,0000086) \cdot 10^{-27}$  kg

Nisbiy atom massa ( $A_r$ ) m.a.b. da o'lchangan ayni atomning tarkibiga kiruvchi barcha zarrachalarning massalari yig'indisiga teng:

**$A_r = \text{protonlar massasi} + \text{neytronlar massasi} + \text{elektronlar massasi}$**

Elektronlar massasi shu qadar kichikki (1/1836 m.a.b.), atom massasini proton va neytronlar massasidagina iborat deb qarash mumkin. Atom yadrosini tashkil qiluvchi proton va neytronlarning umumiy massasi *massa soni* ( $A$ ) deb ataladi va u butun songacha keltirilgan atomning nisbiy atom massasiga ( $A_r$ ) teng:

$$A = Z + N$$

Be yerda  $A$  – atomning massa soni,  $Z$  – atom yadrosining zaryadi (protonlar soni),  $N$  – yadrodagi neytronlar soni.

✚ Atom yadrosidagi neytronlar soni element nisbiy atom massasi va uning tartib raqami ayirmasiga teng:  $N = A - Z$ .

Atom massaning ikki xil ko'rinishi mavjud: absolyut atom massa ( $m_A$ ) va nisbiy atom massa ( $A_r$ ). Absolyut atom massa – atomning grammlarda yoki kilogrammlarda ifodalangan massasi ( $m_{A,O} = 2,657 \cdot 10^{-27}$  kg yoki  $2,657 \cdot 10^{-24}$  g;  $m_{A,He} = 6,647 \cdot 10^{-24}$  g, va hokazo). Nisbiy atom massa esa, atomning massa atom birligida ifodalangan massasi ( $A_{r,O} = 15,999$  m.a.b.;  $A_{r,He} = 4,003$  m.a.b.).



↓ Absolyut atom massa va nisbiy atom massa bir-biriga quyidagi formula bo'yicha bog'liq:  
 $m_A = A_r \cdot 1 \text{ m.a.b.} = A_r \cdot 1,6606 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$

Shunday qilib, elementning davriy jadvaldagi o'rniga qarab, uning atomi tarkibini aniqlash mumkin (2.3.-jadval).

2.3-jadval. Atom tarkibini tashkil etivchi zarrachalarning fizikaviy tavsiflari.

Zarracha bo'lishi mumkin bo'lgan atom sohasi	Zarrachalar				
	Nomi	Belgisi*	Massasi, m.a.b.	Zaryadi**	Atomdagi soni
Yadro	Proton	${}^1_1p$	1	+1	Z
	Neytron	${}^1_0n$	1	0	$A_r - Z$
Elektron qobig'i	Elektron	${}^0_{-1}e$ yoki $e^-$	1/1836	-1	Z

\* zarracha belgisi chap tomonining yuqori qismida m.a.b. dagi uning massasi, past qismida esa zaryadi ko'rsatilishi qabul qilingan.

\*\* zarracha zaryadi elementar zaryad birligida (e.z.b.) ifodalangan. 1 e.z.b. =  $1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Kl.}$

Ko'rib turganimizdek, atom tarkibiga musbat va manfiy zaryadli zarrachalar – elektronlar va protonlar hamda zaryadsiz neytronlar kiradi.

Proton, neytron, elektron elementar zarrachalardir. Hozirgi kungacha turli xossalarga ega (massa, zaryad va boshqalar) 200 dan ortiq yadro zarrachalari ma'lum. Biz ularni ko'ra olmasak-da, ularning real mavjudligi tajribalarda tasdiqlangan.

Elementar zarrachalar ham atom va molekular singari materiya turlaridir.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Yadrosining tarkibida 15 ta proton, 16 ta neytron bo'lgan atomning nisbiy massasi (m.a.b.) nechaga teng?

- A) 15    B) 16    C) 31    D) 1

**Yechish:** Atomning massasi uning yadrosini tashkil qilgan zarrachalar massalari yig'indisidan iborat:

$$A_r = Z + N = 15 + 16 = 31 \text{ m.a.b.}$$

**Javob:** Atomning massasi 31 m.a.b.ga teng.

**(C javob to'g'ri).**

**2-misol.** Tartib raqami 35 bo'lgan element atomining nisbiy atom massasi 80 bo'lsa, uning yadrosida nechta neytron bor?

- A) 45;    B) 40;    C) 35;    D) 46 .

**Yechish:** Atom yadrosidagi neytronlar sonini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$N = A - Z.$$

Ma'lumki, elementning tartib raqami uning atomi yadro zaryadiga teng. Demak, atom massasi 80 m.a.b. bo'lgan elementning yadro zaryadi 35 ga teng. Undagi neytronlar sonini hisoblaymiz:

$$N = 80 - 35 = 45 \text{ ta neytron. (A javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Kimyoviy element brom atomining tartib raqami 35 va atom massasi 80 m.a.b. ga teng bo'lsa, uning proton, neytron va elektronlari yig'indisini toping.

A) 105; B) 100; C) 110; D) 115.

**Yechish:** a) Yuqoridagi misoldagiday neytronlar sonini hisoblaymiz:

$$N = 80 - 35 = 45 \text{ ta neytron;}$$

b) Yadro zaryadi protonlar soniga teng. Atom elektroneytral zarracha bo'lsa, undagi manfiy zaryadli elektronlar va musbat zaryadli protonlar soni o'zaro teng bo'lishi zarur. Proton, neytron va elektron sonlari yig'indisini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$p \text{ soni} + n \text{ soni} + e \text{ soni} = 35 + 35 + 45 = 115$$

**(D javob to'g'ri).**

**4-misol.**  ${}_{92}^{235}\text{U}$  yadrosidagi neytron va protonlar sonini hisoblang.

A) 143 va 92; B) 145 va 90;

C) 143 va 90; D) 1455 va 92.

**Yechish:** Kimyoviy element belgisini ifodalashda uning chap yuqori qismiga nisbiy atom massasi, chap past qismiga esa yadro zaryadi yoziladi. Demak, uran elementi atomining massasi 235 m.a.b. ga, uning yadro zaryadi esa 92 ga teng ekan. Yadro zaryadi protonlar soniga teng bo'lsa, uran atomi yadrosida **protonlar soni 92 ta** degan xulosa kelib chiqadi. Yadrodagi neytronlar sonini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$N = A - Z = 235 - 92 = 143 \text{ ta neytron. (A javob to'g'ri).}$$

**5-misol.**  ${}_{38}^{88}\text{Sr}$  atomi yadrosining necha foizi neytronlardan iborat?

A) 46,2; B) 56,8; C) 28,4; D) 71,6.



**Yechish:** a)  $A = 88$ ;  $Z = 38$  ma'lumotlardan foydalanib yadrodagı neytronlar sonini hisoblaymiz:

$$N = A - Z = 88 - 38 = 50 \text{ ta neytron. ;}$$

b) Yadrodagi proton va neytronlar yig'indisi uning atom massasiga teng. Yadrodagi neytronlarning massa ulushi (%)ni aniqlaymiz:

Yadrodagi 88 ta zarracha 100 % ni tashkil qilsa,  
Undan 50 ta neytron  $x$  % ni tashkil etadi.

$$x = \frac{50 \cdot 100\%}{88} = 56,8\% \text{ (B javob to'g'ri).}$$

**6-misol.** Atomning massasi  $5,81 \cdot 10^{-26}$  kg ga teng. Uning yadrosidagi protonlar soni 17 ta ekanligi ma'lum bo'lsa, undagi neytronlar sonini toping.

A) 17; B) 18; C) 19; D) 20.

**Yechish:** Atomning absolyut massasidan uning nisbiy atom massasini hisoblaymiz:

$$A_r = \frac{m_A}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = \frac{5,81 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 35 \text{ m.a.b.}$$

a) Yadrodagi neytronlar sonini hisoblaymiz:

$N = A - Z = 35 - 17 = 18$  ta neytron. **(B javob to'g'ri).**

**7-misol.** Simob atomining absolyut massasi necha grammga teng?

A)  $2,4 \cdot 10^{-24}$ ; B)  $1,2 \cdot 10^{-23}$ ; C)  $1,5 \cdot 10^{-22}$ ; D)  $3,3 \cdot 10^{-22}$ .

**Yechish:** Simobning nisbiy atom massasini davriy jadvaldan butun songacha yaxlitlangan holda 201 m.a.b.ga teng ekanligini aniqlaymiz va uning absolyut atom massasini hisoblaymiz:

$$m_A = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 201 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 3,3 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

(D javob to'g'ri).

8-misol. 100 dona azot atomining massasi necha gramm bo'ladi?

A)  $2,324 \cdot 10^{-21}$ ; B)  $23,24 \cdot 10^{-24}$ ;

C)  $1,7 \cdot 10^{-21}$ ; D)  $1,39 \cdot 10^{-22}$ .

**Yechish:**

a) azotning absolyut atom massasini aniqlaymiz:

$A_{r,N} = 14$  m.a.b.

$$m_A = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 14 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 2,324 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

b) 100 ta azot atomining massasini hisoblaymiz:

$$2,324 \cdot 10^{-23} \cdot 100 = 2,324 \cdot 10^{-21} \text{ g. (A javob to'g'ri).}$$

## 2.11. Izotop. Izobar. Izoton

Ko'pgina elementlar bir xil atomlardan emas, balki turli massaga ega bo'lgan atomlar aralashmasidan tuzilganligi aniqlangan.

✚ Yadro zaryadlari bir xil bo'lib, atom massalari bir-biridan farq qiladigan atomlar turiga *izotoplar* deyiladi (izos – bir, topos – joy so'zlaridan kelib chiqqan, chunki ayni elementning barcha izotoplari davriy jadvalda birgina katakni egallaydi).

2.4-jadval. Ba'zi izotoplarning tavsiflari va tarkibi.

Izotop nomi	Belgisi	Massa soni, A (m.a.b.)	Yadro zaryadi, Z	Atomdagi elementar zarracha soni		
				Elektronlar	Protonlar	Neytronlar (N=A-Z)
Vodorod-1 (protiy)	${}^1_1H$	1	1	1	1	0
Vodorod-2 (deyteriy)	${}^2_1H$	2	1	1	1	1
Vodorod-3 (tritiy)	${}^3_1H$	3	1	1	1	2
Uglerod-12	${}^{12}_6C$	12	6	6	6	6
Uglerod-13	${}^{13}_6C$	13	6	6	6	7
Uglerod-14	${}^{14}_6C$	14	6	6	6	8
Kislorod-16	${}^{16}_8O$	16	8	8	8	8
Kislorod-17	${}^{17}_8O$	17	8	8	8	9
Kislorod-18	${}^{18}_8O$	18	8	8	8	10

Izotopiya hodisasi deyarli hamma elementlarda uchraydi. Ko'pchilik elementlar o'zlarining bir necha izotoplari aralashmasidan iborat. Masalan, yadro zar-yadlari 82 bo'lgan tabiiy qo'rg'oshin nisbiy atom mas-salari 206, 207 va 208 m.a.b. ga teng uch izotop aralashmasidan iborat. Bu aralashmadagi atom massala-rining o'rtacha qiymati ularning tabiatda tarqalish ulushlarini hisobga olgan holda 207.2 m.a.b. ni tashkil qiladi. Demak, qo'rg'oshin elementining nisbiy atom massasi 207.2 m.a.b. ga teng.

Davriy jadvalda kimyoviy elementlarning nisbiy atom massalari berilgan. Kimyoviy element nisbiy atom massasi shu element izotoplarining tabiatda tarqalgan ulushlariga asoslanib hisoblab topiladi:



$$A_r = A_1 \cdot \omega_1 + A_2 \cdot \omega_2 + A_3 \cdot \omega_3 + \dots + A_n \cdot \omega_n$$

Bu yerda  $A_1, A_2, A_3$  va  $A_n$  kimyoviy elementning tabiatda tarqalgan izotoplarining nisbiy atom massalari,  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  va  $\omega_n$  tegishli tartibda berilgan izotoplarning ulushlari.

Masalan, misning tabiatda  $^{65}\text{Cu}$  va  $^{63}\text{Cu}$  izotoplari mavjud. Tabiatdagi mis elementi tarkibining 72,7 % ni  $^{63}\text{Cu}$  va 27,3 % ni  $^{65}\text{Cu}$  izotoplari tashkil qiladi. Uning nisbiy atom massasi:

$$A_{r,Cu} = 63 \cdot 0,727 + 65 \cdot 0,273 = 63,546 \quad \text{m.a.b.}$$

ekanligi ma'lum bo'ladi.

Quyida ba'zi kimyoviy elementlarning nomi, belgisi va atom massalari keltirilgan:

*2.5-jadval. Ba'zi kimyoviy elementlarning tavsiflari.*

Kimyoviy element nomi	Lotincha nomi	Kimyoviy belgisi	Nisbiy atom massasi $A_r$ (m.a.b.)	Absolyut atom massasi $m_a$ (g)
Vodorod	Hydrogenium	H	1,00784	$1,6735 \cdot 10^{-24}$
Uglerod	Carbonium	C	12,011	$19,945 \cdot 10^{-24}$
Azot	Nitrogenium	N	14,0007	$23,249 \cdot 10^{-24}$
Kislorod	Oxygenium	O	15,9994	$26,568 \cdot 10^{-24}$
Alyuminiy	Aluminium	Al	26,9815	$44,805 \cdot 10^{-24}$
Temir	Ferrum	Fe	55,847	$92,738 \cdot 10^{-24}$
Qalay	Stannum	Sn	118,710	$197,110 \cdot 10^{-24}$
Qo'rg'oshin	Plumbum	Pb	207,2	$344,069 \cdot 10^{-24}$

Shu o'rinda aytib o'tish kerakki, davriy jadvalda kislorod elementining nisbiy atom massasi 15,999 m.a.b. ga teng ekanligi ko'rsatilgan. Lekin hisoblashlar natijasi uning 16,09 m.a.b. ga tengligini ko'rsatadi. Bu ikkala qiymat orasidagi farqni «**massa deffekti**» tushunchasi

bilan izohlash mumkin. Masalan, uglerodning  $^{12}\text{C}$  izotopi atomini tashkil etgan zarrachalarning o'zaro birikish jarayoni:

$$1,0073 \cdot 6 \text{ (protonlar)} + 1,0087 \cdot 6 \text{ (neytronlar)} + 0,00055 \cdot 6 \text{ (elektronlar)} = 12,099 \text{ m.a.b.}$$

Bu jarayonda  $10^{10}$  kJ/mol atrofida energiya ajralib chiqadi. Bunday katta energiya ajralib chiqishida A.Eynshteynning massa ( $m$ ) va energiya ( $E$ ) o'rtasidagi munosabat

$$E = mc^2, \quad (c - \text{yorug'likning vakuumdagi tezligi} \\ \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/sek.})$$

qonuniga binoan massa o'zgaradi. Natijada uglerod izotopining massasi 12,099 m.a.b. emas, balki 12 m.a.b. ga teng bo'lib qoladi.

Izotoplar soni turli elementlarda har xil. Masalan, qalay elementining 10 ta tabiiy izotopi ma'lum, ksenonniki 9 ta, simobniki 7 ta, kislorodniki 3 ta, ftor esa faqat 1 ta tabiiy izotopdan iborat.

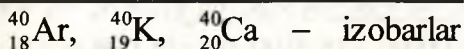
Izotoplar kashf etilgandan keyin kimyoviy element tushunchasiga quyidagicha ta'rif berildi:

↓ **Kimyoviy element** – yadrolarining zaryadlari bir xil bo'lgan atomlar turi.

Demak, kimyoviy element tushunchasini ta'riflashda yadro zaryadi asos qilib olinadi. Hozirda 118 ta elementning 270 dan ortiq tabiiy izotopi ma'lum (radioaktiv izotoplar bular jumlasiga kirmaydi).

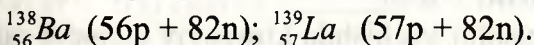
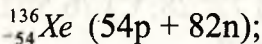
Shuningdek, yadro zaryadlari har xil, massalari bir xil bo'lgan atomlar ham mavjud.

⚡ Atom massalari o‘zaro teng, lekin yadro zaryadlari turlicha bo‘lgan atomlar **izobarlar** deyiladi (isos – bir xil, baros – vazn so‘zlaridan olingan).



⚡ Ba‘zi atomlar massa jihatidan ham, yadro zaryadi jihatidan ham bir-biridan farq qiladi, lekin ularning neytronlar soni o‘zaro teng. Bunday atomlar **izotonlar** deyiladi.

Izotonlarga quyidagi atomlarni misol qilish mumkin:



Vodorod izotoplaridan har qaysisining o‘z nomi bor:  ${}^1_1\text{H}$  – protiy,  ${}^2_1\text{H}$  – deyteriy (D bilan belgilanadi),  ${}^3_1\text{H}$  – tritiy (T bilan belgilanadi). Protiy yadrosi bitta proton dan, deyteriy yadrosi bitta proton va bitta neytrondan, tritiy yadrosi bitta proton va ikkita neytrondan iborat.

Suv tarkibiga protiy (odatdagi vodorod) bilan birga deyteriy (og‘ir vodorod) ham kiradi. Ularning nisbati 500:1. Tritiy tabiatda topilmagan, u yadro reaksiyalari yordamida olinadi. T yarim yemirilish davri 12,5 yil bo‘lgan radioaktiv izotopdir.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Agar tabiiy kislorod molyar ulush bo‘yicha tarkibida 99,76 %  ${}^{16}\text{O}$ , 0,204 %  ${}^{18}\text{O}$  va 0,037%  ${}^{17}\text{O}$  bo‘lsa, elementning atom massasi qanchaga teng bo‘ladi?



A) 16,09; B) 16,07; C) 16,004; D) 15,999.

**Yechish:** Kislorod elementining nisbiy atom massasini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$A_r = A_1 \cdot \omega_1 + A_2 \cdot \omega_2 + A_3 \cdot \omega_3 + \dots + A_n \cdot \omega_n = 16 \cdot 0,9976 + 17 \cdot 0,00037 + 18 \cdot 0,00204 = 16,004 \text{ m.a.b.}$$

**(C javob to'g'ri).**

**2-misol.** Tabiiy rubidiy tarkibida ikkita izotop  $^{85}\text{Rb}$  va  $^{87}\text{Rb}$  bo'ladi. Rubidiyning nisbiy atom massasi 85,47 ga teng. Har qaysi izotopning massa ulushini foizlarda aniqlang.

A) 75; 25; B) 72; 28; C) 76,5; 23,5; D) 50; 50.

**Yechish:** 1-usul.

Bu misolni yechishda kimyoviy element nisbiy atom massasini hisoblash formulasi  $A_r = A_1 \cdot \omega_1 + A_2 \cdot \omega_2 + A_3 \cdot \omega_3 + \dots + A_n \cdot \omega_n$  dan foydalanamiz. Bizga rubidiy elementining va izotoplarining nisbiy atom massalari ma'lum. Lekin ularning tabiatda tarqalgan ulushlari noma'lum. Izotoplarning tabiatda tarqalgan ulushlarini  $\omega_1$  va  $\omega_2$  bilan belgilab, quyidagi ikki tenglamani hosil qilamiz:

$$85\omega_1 + 87\omega_2 = 85,47 \quad (1);$$

$$\omega_1 + \omega_2 = 1 \quad (2).$$

(2) tenglamadan  $\omega_2 = 1 - \omega_1$  ni hosil qilib, (1) tenglamaga qo'yamiz:

$$85\omega_1 + 87(1 - \omega_1) = 85,47;$$

$$85\omega_1 + 87 - 87\omega_1 = 85,47;$$

$$87\omega_1 - 85\omega_1 = 87 - 85,47;$$

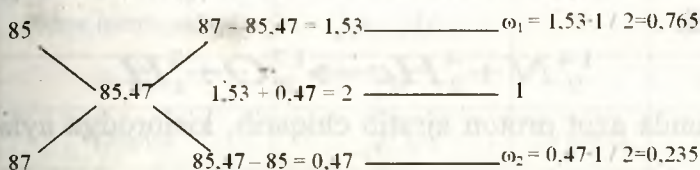
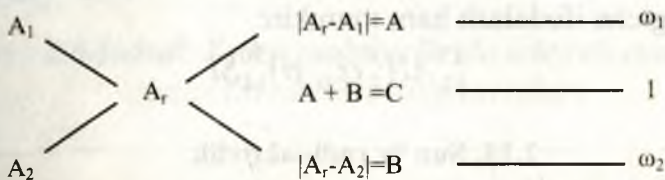
$$2\omega_1 = 1,53;$$

$$\omega_1 = 0,765 \text{ (76,5 \%)};$$

$$\omega_2 = 1 - \omega_1 = 1 - 0,765 = 0,235 \text{ (23,5 \%)}.$$

2-usul.

Izotoplarning nisbiy atom massalari va element nisbiy atom massasini diagonal shaklga qo'yish yo'li bilan  $\omega_1$  va  $\omega_2$  qiymatlarini hisoblash mumkin:

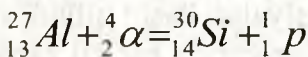


(C javob to'g'ri).

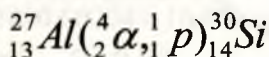
## 2.12. Yadro reaksiyalari

Yadro reaksiyalari – atom yadrolarining elementar zarrachalar bilan yoki bir-biri bilan o'zaro ta'siri natijasida o'zgarishidir.

Bunday reaksiyalarning tenglamalarini yozishda massa va zaryadning saqlanish qonunlariga rioya qilinadi. Bu, tenglamaning chap tomonidagi massalar yig'indisi tenglamaning o'ng tomonidagi massalar yig'indisiga, chap tomondagi zaryadlar yig'indisi o'ng tomondagi zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak, demakdir. Masalan:

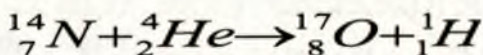


bu tenglama alyuminiy atomi  $\alpha$ -zarracha bilan o'zaro ta'sir etganda kremniy atomi va proton hosil bo'lishini ko'rsatadi. Bu tenglamani qisqa qilib quyidagicha ifodalash ham mumkin:



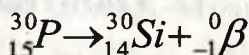
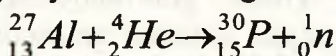
### 2.13. Sun'iy radioaktivlik

1919-yilda E.Rezerford Vilson kamerasida azot atomini  $\alpha$ -zarracha bilan bombardimon qilishni amalga oshirdi:

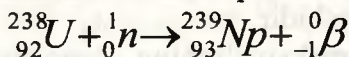


bunda azot proton ajratib chiqarib, kislorodga aylanadi.

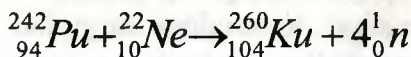
1934-yilda Irena va F.Jolio Kyurilar quyidagi tenglamalar asosidagi jarayonlarni amalga oshirdilar:



1940-yildan boshlab tartib raqami 92 dan yuqori, ya'ni transuran elementlari sintez qilindi:



Oxirgi yillarda og'ir yadrolarni boshqa yadrolar bilan bombardimon qilib yangi-yangi elementlar sintez qilinmoqda:



Siklatron yaratilgandan (1930-y.) keyin juda ko'p turli yadro reaksiyalari kashf qilindi va o'rganildi.

Yadro reaksiyalarida har xil zarrachalarning chiqarishi yoki yutishi natijasida uning tarkibi o'zgaradi. Bunda



yadro zaryadi va massasi ham o'zgarishi mumkin. Quyida yadro reaksiyalarida ishtirok etadigan ba'zi zarrachalar tavsiflari keltirilgan:

*2.6-jadval. Yadro reaksiyalarida ishtirok etadigan ba'zi zarrachalarning tavsiflari*

Zarracha nomi	Belgilari	Massasi (m.a.b.)	Zaryadi (e.z.b.)
Proton (protiy yadrosi)	${}^1_1p, ({}^1_1H)$	1	+1
Neytron	${}^1_0n$	1	0
Elektron	${}_{-1}e, (e)$	1/1836≈0	-1
Pozitron	${}_{+1}e, (e^+)$	1/1836≈0	+1
Alfa zarracha (He yadrosi)	${}^4_2\alpha, ({}^4_2He)$	4	+2
Betta (-) zarracha	${}^0_{-1}\beta, (\beta^-; {}_{-1}\beta; \beta^-)$	0	-1
Betta (+) zarracha	${}^0_{+1}\beta, (\beta^+; {}_{+1}\beta; \beta^+)$	0	+1
Gamma nur	${}^0_0\gamma, h\nu$	0	0
Deytron (deyteriy yadrosi)	${}^2_1D$	2	+1

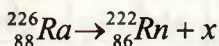
Yadro reaksiyalari yordamida radioaktivlik xususiyatiga ega bo'lgan izotoplar (radioaktiv izotoplar) olinadi. Ularning hammasi beqaror bo'lib, radioaktiv yemirilish natijasida boshqa elementlarning izotoplariga aylanadi.

Barcha kimyoviy elementlarning radioaktiv izotoplari olingan. Ularning taxminan 1500 dan ortig'i ma'lum. Barcha radioaktiv elementlar radioaktiv izotoplardan tuzilgan.

Barqaror (radioaktiv bo'lmagan) izotoplardan 280 ga yaqini ma'lum. Ular davriy jadvaldagi ko'pgina kimyoviy elementlarni hosil qiladi. Ammo, ba'zi elementlarda barqaror izotoplar bilan bir qatorda uzoq vaqt yashaydigan radiaktiv izotoplar ham bo'ladi. Bular  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{87}_{37}\text{Rb}$ ,  $^{115}_{49}\text{In}$  va boshqalardir. Radioaktiv izotoplar kimyoviy xossalari jihatidan radioaktiv bo'lmagan (barqaror) izotoplardan farq qilmaydi. Shuning uchun ular «nishonlangan» atomlar sifatida ishlatiladi, bu atomlar radioaktivligining o'zgarishiga qarab ayni element barcha atomlarining xususiyatini va ularning siljishini kuzatib borishga imkon beradi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Radioaktivlik jarayoni tenglamasida nomalum zarrachani toping.



A) neytron; B) neytron va proton; C)  $\alpha$ -zarracha; D) deyteriy.

**Yechish:** a) Yadro reaksiyalarini tenglashda o'ng va chap tomondagi zarrachalar massalar yig'indisi va zaradlari yig'indisi o'zaro teng bo'lishi kerak.

$$226 = 222 + m_x.$$

$x$  zarrachaning massasini hisoblaymiz:

$$m_x = 226 - 222 = 4;$$

b)  $x$  zarrachaning zaryadini hisoblaymiz:

$$88 = 86 + z_x;$$

$$z_x = 88 - 86 = 2.$$

Massasi 4 va zaryadi +2 bo'lgan zarracha bu  $\alpha$ -zarracha yoki geliy yadrosi. **(C javob to'g'ri).**

**2-misol.** Uraning quyidagi izotopi  $^{238}\text{U}$  ikkita  $\alpha$  - zarracha chiqarsa, uning yadro zaryadi va massasi qanday o'zgaradi?

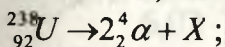
A) yadro zaryadi 4 taga kamayadi, massasi esa o'zgarmaydi;

B) yadro zaryadi ham, massasi ham 4 taga ortadi;

C) yadro zaryadi 4 taga ortadi, massasi 8 taga kamayadi;

D) yadro zaryadi 4 taga kamayadi, massasi 8 taga kamayadi.

**Yechish:** a) Yadro reaksiyasi tenglamasini yozamiz:



B)  $X$  zarrachaning massasi va zaryadini aniqlaymiz:

$$m_X = 238 - 2 \cdot 4 = 238 - 8 = 230;$$

$$z_X = 92 - 2 \cdot 2 = 92 - 4 = 88.$$

Demak, uran yadrosining massasi 8 birlikka, zaryadi esa 4 birlikka kamayadi. **(D javob to'g'ri).**

**3-misol.**  $^{56}_{26}\text{Fe} + X = ^{56}_{25}\text{Mn} + ^1_1\text{H}$  reaksiyasida temir izotopi qanday zarracha bilan nurlantirilgan?

A) proton; B)  $\beta^-$  - zarracha

C)  $\alpha$  - zarracha; D) neytron.

**Yechish:** a)  $X$  zarrachaning massasini aniqlaymiz:

$$56 + m_X = 56 + 1;$$

$$M_X = 56 - 56 + 1 = 1;$$

b)  $X$  zarrachaning zaryadini hisoblaymiz:

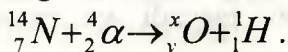
$$26 + Z_X = 25 + 1;$$



$$Z_x = 25 + 1 - 26 = 0.$$

Massasi 1 m.a.b. ga, zaryadi 0 ga teng bo'lgan zarra-  
cha neytrondir. (D javob to'g'ri)

**4-misol.** Quyidagi reaksiyaning tenglamasini tugal-  
lang va 28 g azotga  $\alpha$  - zarrachalar yog'dirilganda,  
necha gramm kislorod hosil bo'lishini hisoblang.



A) 16; B) 17; C) 32; D) 34.

**Yechish:** a) Kislorod atomining massasini aniqlay-  
miz:

$$14 + 4 = m_O + 1;$$

$$m_O = 14 + 4 - 1 = 17 \text{ m.a.b.};$$

b) 14 g azotga  $\alpha$  - zarrachalar yog'dirilganda, 17 g  
kislorod hosil bo'lsa,

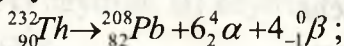
28 g azotga  $\alpha$  - zarrachalar yog'dirilganda, x g  
kislorod hosil bo'ladi.

$$x = \frac{17 \cdot 28}{14} = 34 \text{ g. (D javob to'g'ri).}$$

**5-misol.** 1 g toriy - 232 izotopi to'liq parchalanib,  
qo'rg'oshin - 208 izotopiga aylanishida (n. sh. da) necha  
litrgeliy ajralib chiqadi?

A) 0,18; B) 0,38; C) 0,28; D) 0,58.

**Yechish:** a) Yadro reaksiya tenglamasini yozib,  
tenglaymiz:



b) 232 g Th parchalansa 6 · 22,4 l He hosil bo'ladi,  
1 g Th parchalansa x l He hosil bo'ladi.

$$x = \frac{134,4 \cdot 1}{232} = 0,58 \text{ l. (D javob to'g'ri).}$$

**6-misol.** Quyidagi yadro reaksiyasida 9,44 mg uran reaksiyaga qatnashib  $12,04 \cdot 10^{19}$  ta neytron ajralsa, hosil bo'lgan izotopni ko'rsating.  ${}_{92}^{236}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow A + x {}_0^1\text{n} + 7h\nu$ .

- A) eynshteniy-249; B) fermiy-248;  
C) berkliy-248; D) fermiy-257

**Yechish:** 1) Reaksiya tenglamasidan foydalanib, 1 mol urandan necha dona neytron hosil bo'lishini aniqlaymiz;  ${}_{92}^{236}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow A + x {}_0^1\text{n} + 7h\nu$ .

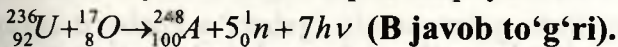
9,44 mg urandan  $12,04 \cdot 10^{19}$  dona neytron hosil bo'lsa, 236 000 mg urandan  $y$  dona neytron hosil bo'ladi.

$$y = 301000 \cdot 10^{19} = 30,1 \cdot 10^{23}$$

2) Hosil bo'lgan neytron miqdorini  $x = N/N_A$  formula bo'yicha hisoblaymiz.

$$x = \frac{30,1 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 5 \text{ mol};$$

bundan foydalanib, izotopni aniqlaymiz;



**7-misol.**  ${}_{86}^{210}\text{Rn} \rightarrow E + x {}_2^4\alpha + 6 {}_0^0\beta$  yadro reaksiyasida 63 mg Rn parchalangan bo'lsa, necha milligramm E hosil bo'ladi (Rn va E o'zaro izoton)?

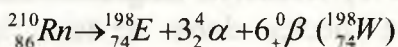
- A) 55,6; B) 59,4; C) 39,5; D) 65.

**Yechish:** 1) Radon yadrosidagi nuklonlarning quyidagi o'zgarishlar natijasida E tarkibida  $210 - 86 = 124$  ta neytron mavjud bo'ladi:

a) har bitta  $\alpha$ -zarracha bilan yadrodan 2 ta neytron chiqib ketadi;

b) har bitta  $+\beta$ -zarracha hosil bo'lishida yadroda 1 ta proton neytronga aylanadi ( ${}_1^1\text{p} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_+^0\beta$ ). Demak, 6 ta  $+\beta$ -zarracha hosil bo'lishida 6 ta proton neytronga aylangan.

Neytron soni o'zgarmaganligini nazarda tutgan holda 6 ta neytron 3 ta  $\alpha$ -zarracha bilan yadrodan chiqib ketgan.  $\alpha$ -Zarracha oldidagi koeffitsiyent 3 ga teng bo'lgan holat uchun yadro reaksiyasi tenglamasini tenglash orqali E izotopining atom massa soni va yadro reaksiyasini topish mumkin:



2) yuqoridagi reaksiya tenglamasidan foydalanib, 63 mg Rn parchalanganda hosil bo'ladigan W massasini hisoblaymiz:

210 g Rn parchalanganda      198 g W hosil bo'lsa,  
63 mg Rn parchalanganda      x mg W hosil bo'ladi.

$$x = \frac{198 \cdot 63}{210} = 59,4 \text{ mg.}$$

**Javob:** 59,4 mg E (W) hosil bo'ladi (**B javob to'g'ri**).

## 2.14. Davriy qonunning kashf etilishi

Kimyoviy elementlarni (unsurlarni) bir tizimga (sistemaga) tushirish qadimdan olimlarning diqqat markazida bo'lib kelgan. Buyuk mutafakkir ajdodimiz Abu Ali ibn Sino ham oddiy va murakkab dorivor moddalarni sistemalashtirgan. XVIII asr oxirida 25 ta kimyoviy element ma'lum bo'lib, XIX asrning birinchi choragida yana 19 ta element kashf qilindi. Elementlar kashf qilinishi bilan ularning atom massasi, fizik va kimyoviy xossalari o'rganib borildi. Bu tadqiqotlar natijasida ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy guruhlari (masalan, ishqoriy metallar, ishqoriy-yer metallari, galogenlar)ga o'xshash element guruhlari shakllana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqidagi



ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni sinflarga bo'lish muammosini qo'ydi. 1789-yilda A.Lavuaze kimyoviy elementlarning birinchi sinflanishini taklif qildi: u barcha oddiy moddalarni 4 guruh (metallmaslar, metallar, kislota radikallari va «oksidlar»)ga ajratdi.

H						He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

2.16-rasm. I.V.Debereyner triadalar.

1812-yilda Berse-lius barcha elementlarni metallar va metallmaslarga ajratdi. 1829-yilda Iogann Volfgang Debereyner uchta-uchta elementdan iborat o'xshash elementlarning guruhlarini tuzdi va ularni triadalar deb atadi (2.16.-rasm).

Har qaysi triadada o'rtadagi elementning atom massasi ikki chetdagi elementlarning atom massalari yig'indisining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng. O'sha vaqtda ma'lum bo'lgan elementlardan faqat yettita triada tuzish mumkin bo'ldi.

D.I.Mendeleyev 1869-yilda tabiatning muhim qonuni – kimyoviy elementlarning davriy qonunini ta'rifladi. D.I.Mendeleyev ta'riflagan davriy qonun va davriy jadval hozirgi zamon kimyo fanining poydevori bo'lib qoldi.

D.I.Mendeleyev kimyoviy elementlarning ko'pchilik xossalari shu elementlarning atom massasiga (o'sha vaqtda atom og'irlik deyilgan) bog'liq degan fikrni ilgari surdi. U o'sha zamonda ma'lum bo'lgan barcha element-

larni ularning atom massalari ortib borishi tartibida bir qatorga qo'yganida elementlarning xossalari 7 ta, 17 ta va 31 ta elementdan keyin keladigan elementlarda qaytarilishini, ya'ni davriylik borligini ko'ra oldi.

D.I.Mendeleyev o'zi kashf etgan davriy qonunni quyidagicha ta'rifladi:

↓ Oddiy moddalarning (elementlarning) xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom massalariga davriy ravishda bog'liq bo'ladi.

D.I.Mendeleyev davriy qonunni kashf etishda elementlarning nisbiy atom massasiga, fizik va kimyoviy xossalari e'tibor berdi. U davriy qonun asosida ba'zi elementlar (chunonchi, berilliy, lantan, indiy, titan, vanadiy, erbiy, seriy, uran, toriy) ning o'sha vaqtda qabul qilingan atom massalarini 1,5-2 marta o'zgartirish, ba'zi elementlarning (kobalt, tellur, argonning) joylashish tartibini o'zgartirish lozimligini va nihoyat 11 ta elementning (fransiy, radiy, aktiniy, skandiy, galliy, germaniy, protaktiniy, poloniy, texnetsiy, reniy, astat) kashf qilinishi kerakligini oldindan aytib berdi. Ulardan uchta element (ekabor, ekaalyuminiy va ekasilitsiy)ning kimyoviy va fizik xossalari batafsil bashorat qildi. 15 yil ichida bu uch element kashf qilinib D.I.Mendeleyevning bashorati tasdiqlandi. Yuqoridagi uchta elementga: eka-alyuminiyga galliy, ekaborga skandiy va ekasilitsiyga germaniy nomi berildi.

Davriy qonun va davriy jadvalning hozirga qadar bosib o'tgan rivojlanish yo'lini quyidagi uch davrga bo'lish mumkin.

**I davr.** D.I.Mendeleyev elementlarni sinflarga bo'lishda ularning atom massasi qiymatiga va kimyoviy xossalariga asoslanib davriy qonunni ta'rifladi.

**II davr.** D.I.Mendeleyev elementning atom massasi emas, balki uning davriy jadvaldagi tartib raqami nihoyatda katta ahamiyatga ega ekanligini aniq ko'rsatib berdi. Keyinchalik boshqa olimlar (Mozli) olib borgan izlanishlar Mendeleyev kashfiyoti to'g'riligini tasdiqladi.

**III davr.** Davriy qonun va davriy jadval 1927-yilda yaratilgan kvant mexanikasi asosida rivoj topdi. Bu davr mobaynida barcha elementlarning atomlarida elektronlarning joylanishi aniqlanib, D.I.Mendeleyev aytgan «davriylikning» tom ma'nosi namoyon bo'ldi.

### 2.15. Davriy jadval va uning tuzilishi

D.I.Mendeleyev davriy jadvalning birinchi variantini 1869-yilda tuzdi. Bu sistemada 63 ta element bo'lib, ular 19 ta gorizontal va 6 ta vertikal qatorga joylashtirilgan edi (2.17.-rasm).

Bu variantda o'xshash elementlar gorizontal qatorlarga joylashgan bo'lib, 4 ta element uchun bo'sh joy qoldirilgan edi. D.I.Mendeleyev ularning mavjudligini, atom massalarini va xossalarini oldindan aytib berdi. Bu variant uzun davrli variant hisoblanadi.

1871-yilda D.I.Mendeleyev yaratgan davriy jadvalning ikkinchi varianti e'lon qilindi. Bu variantda o'zaro o'xshash elementlar vertikal qatorlarga joylashgan. U 1-variantning  $90^\circ$  ga burilgan ko'zgudagi aksi edi. Unda 8 ta vertikal, 10 ta gorizontal qator bor edi.



		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4	
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198	
		Ni = 58	Pd = 106,6	Os = 199.	
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 78,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

### 2.17.-rasm. D.I.Mendeleyev davriy jadvalining birinchi varianti.

Bu variantga asosanib, D.I.Mendeleyev urangacha 11 ta elementning va urandan keyin bir necha element kashf etilishini bashorat qildi. Bitta vertikal qatorga joylashgan o'xshash elementlarni guruh deb, har qaysi ishqoriy metallardan galogengacha bo'lgan elementlar qatorini davr deb ataladi.

D.I.Mendeleyev dastlab taklif qilgan davriy jadvalga keyinchalik birmuncha o'zgartirishlar kiritilib, davriy jadvalning hozirgi varianti tuzildi. U yettita davr va sak-kizta guruhdan iborat.

Hozir davriy jadvalda 118 ta element bor I, II, III davrlarning har biri faqat bir qatordan tuzilgan bo'lib,

ularni kichik davrlar, IV, V, VI va VII davrlar katta davrlar deyiladi. IV, V, VI, VII davrlarning har qaysisi ikki qatordan tuzilgan. Birinchi davrdan boshqa hamma davrlar ishqoriy metall bilan boshlanib, nodir gaz bilan tugaydi.

Kichik davrlarda ishqoriy metall bilan galogen orasida 5 ta element, katta davrlar – IV, V davrlarda 15 tadan, VI, VII davrlarda esa 29 tadan joylashgan. Shunga ko'ra, katta davrlarda bir elementdan ikkinchi elementga o'tganda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga nisbatan birmuncha sust o'zgaradi. Katta davrlar juft va toq qatorlarga ega. Har qaysi katta davrda elementlar-ning xossalari ishqoriy metallardan nodir gazga o'tishda o'zgarib boradi, bundan tashqari, elementlar-ning xossalari har bir juft va toq qatorda ham ma'lum ravishda o'zgaradi.

Davriy jadvaldagi 57-element lantan bo'lib, undan keyingi 14 ta element (lantanoidlar) jadvalning pastki qismiga joylashtirilgan. Bu elementlar kimyoviy xossalari bilan lantanga o'xshaydi. Shuning uchun davriy jadvalda bu 15 ta elementga faqat bitta katak berilgan. VII davrda 89 element va 14 ta aktinoidlarga ham bir o'rin berilgan. Har qaysi guruh ikkita guruhchaga bo'linadi. Tipik elementlar bilan boshlanuvchi guruhcha asosiy guruhcha nomi bilan ataladi. Katta davrlarning toq qator elementlari esa yonaki yoki qo'shimcha guruhcha deyiladi.

Asosiy guruhcha elementlari kimyoviy xossalari jihatidan yonaki guruhcha elementlaridan farq qiladi.

VIII guruhning asosiy guruhchasi nodir gazlar, yonaki guruhchasini metallar (temir, kobalt, nikel, ruteniy, rodiiy, palladiy, osmiy, iridiiy, platina) tashkil

etadi. Har qaysi guruh raqami o'sha guruhni tashkil etuvchi elementlarning kislorodga nisbatan maksimal valentligini ko'rsatadi. Lekin mis guruhchasida va VIII, VII guruh elementlarida bu qoidadan chetlanish hollari ro'y beradi, chunonchi, mis bir va ikki valentli bo'ladi, oltinning valentligi 3 ga yetadi; VIII guruhning yonaki guruhcha elementlaridan faqat osmiy va ruteniy 8 valentli bo'ladi; VII guruh elementi ftor faqat bir valentli bo'la oladi; boshqa galogenlarning kislorodga nisbatan valentligi yetti bo'lishi mumkin. Asosiy guruhcha elementlari vodorodga nisbatan ham valentlik namoyon qiladi. IV, V, VI va VII guruh elementlari vodorodga nisbatan maksimal valentligi IV guruhdan VII guruhga o'tgan sayin 4 dan 1 gacha pasayadi; ularning kislorodga nisbatan maksimal valentligi esa 4 dan 7 ga qadar ortadi. Har qaysi guruhda metallmasning kislorodga nisbatan maksimal valentligi bilan vodorodga nisbatan maksimal valentligi yig'indisi 8 ga teng (masalan, VI guruh elementi selenning kislorodga nisbatan valentligi 6, vodorodga nisbatan valentligi 2; ularning yig'indisi 8 dir).

Har bir guruhda elementlarning atom massasi ortishi bilan metallik xossasi kuchayib boradi. Bu hodisa, ayniqsa, asosiy guruhcha elementlarida yaqqol namoyon bo'ladi. Fransiy va seziy elementlari eng aktiv metallar hisoblanadi, ftor esa eng aktiv metallmasdir.

Demak, elementlarning xossalari (atom massasi, valentligi, kimyoviy birikmalarining asos yoki kislota xususiyatiga ega bo'lishi va hokazolar) davriy jadvalda davr ichida ham, guruh chegarasida ham, ma'lum qonuniyat bilan o'zgaradi. Har qaysi element davriy jadvalda o'z o'rniga ega va bu o'rin o'z navbatida ma'lum



xossalarni ifodalaydi va tartib raqami bilan tavsiflanadi. Shu sababli, agar biror elementning davriy jadvalda tutgan o'rnini ma'lum bo'lsa, uning xossalari haqida aytib berish mumkin.

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

### **2.16. Elementlarning davriy va davriy bo'lmagan xossalari**

D.I.Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy jadvalida elementlarning kimyoviy va ba'zi fizik xossalari davriy ravishda o'zgarishini kuzatish mumkin. Davriy ravishda o'zgaradigan, ya'ni bir necha elementdan keyin qaytariladigan kimyoviy xossalarni quyidagilardan iborat: 1) elementning valentligi; 2) yuqori oksidi va gidroksidlarning formulalari; 3) ularning asos yoki kislota tabiatiga ega bo'lishi; 4) oksidlarning gidratlanishga intilishi va hokazo.

Davriylik elementlarning quyidagi fizik xossalari ham uchraydi: 1) atom va uning ionlari radiuslari; 2) ionlanish potentsiali; 3) elektronga moyilligi; 4) suyuqlanish va qaynash harorati; 5) oddiy moddalarning metallik yoki metallmaslik xossalari namoyon qilishi va hokazo. Lekin elementlarning yadro zaryadi, atom massasi, davriy ravishda o'zgarmaydi. Bu xossalarni elementlarning davriy bo'lmagan xossalari jumlasiga kiradi. Elementlar atomlarining yadro zaryadi davriy jadvalda bir elementdan ikkinchi elementga o'tgan sari bittadan ortib boradi. Ayni element atomi yadrosining zaryadi o'sha elementning davriy jadvaldagi tartib



Element atomlarining effektiv radiuslari har qaysi davrning boshidan oxiriga o'tgan sayin kichiklashib boradi (2.18.-rasm). Masalan, natriyning atom radiusi 0,189 nm; magniyniki 0,160 nm; alyuminiyniki 0,157 nm. Katta davrlardagi oraliq metallarning ham atom radiuslari chapdan o'ngga tomon kamayib boradi, lekin bu kamayish asosiy guruhcha elementlarinikiga qaraganda ancha kichik bo'ladi. Masalan, skandiyning atom radiusi 0,164 nm; titanniki 0,146 nm; temirniki 0,126 nm; kobaltniki 0,125 nm dir.

Davriy jadvaldagi asosiy guruhcha elementlarining atom radiuslari yuqoridan pastga tomon kattalashib boradi.

Yonaki guruhcha elementlarining atom radiusi guruhcha chegarasida birinchi elementdan ikkinchi elementga o'tgan sari kattalashadi, lekin ikkinchi elementdan uchinchi elementga o'tishi bilan biroz qisqaradi.

Nazariy kimyoning rivojlanishi natijasida atomlarning orbital radiusi haqidagi tushuncha shakllandi. Ya'ni atom yadrosi bilan tashqi elektron orbitalning maksimal elektron zichlikka ega bo'lgan nuqtasi orasidagi masofa atomning orbital radiusi deb ataladi.

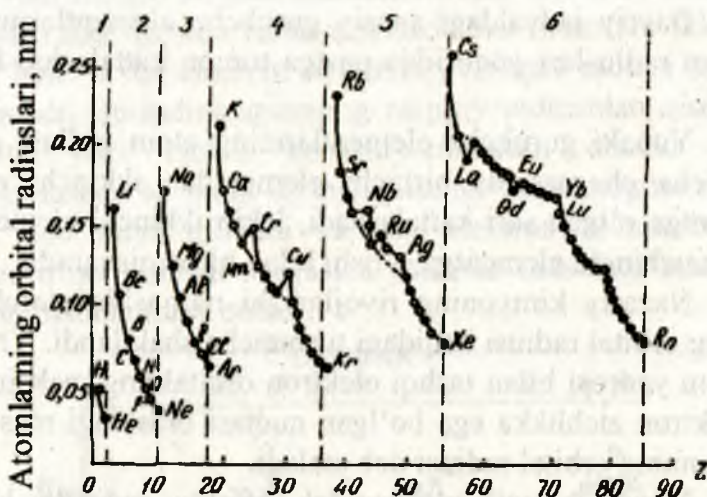
Yuqorida aytib o'tilganidek, effektiv radiuslar kabi orbital radiuslar bilan elementlarning tartib raqami orasida davriylik yaqqol kuzatiladi.

Har bir davr ichida eng katta orbital radius ishqoriy metallarda, eng kichik orbital radius nodir gazlarda kuzatiladi. Nodir gazlarning orbital radiuslarining o'zgarishi ayni davrdagi elementlarning yadro zaryadlari ortib borishi bilan kamaya boradi, bu umumiy qonuniyatga to'g'ri keladi (2.19.-rasm).



Tipik metallarning effektiv radiusi bilan orbital radiusi bir-biriga yaqin kelsa ham, metallmaslar uchun bunday holat kuzatilmaydi. Umuman olganda, effektiv radius metallmaslar uchun taxminiy qiymatdir. Masalan, turli olimlarning olgan natijalariga ko'ra kislorod atomi uchun aniqlangan effektiv radius qiymati quyidagichadir: 0,06 nm (Dj. Sleyter), 0,066 nm (Bregg), 0,132 nm (V. M. Goldshmidt), 0,140 nm (L. Poling).

#### DAVRLAR



2.19.-rasm. Atomlarning yadro zaryadi bilan orbital radiusi orasidagi bog'lanish.

**2. Elementning ion radiusi.** Agar kristall modda ionlardan (masalan, NaCl, CaF<sub>2</sub>) tuzilgan bo'lsa, ikki qo'shni ion yadrolararo masofani ionlar radiuslari yig'indisiga teng deb qabul qilish mumkin:  $d=r_1+r_2$ . Yadrolararo masofa – d kristalning panjara konstantasi

nomi bilan yuritiladi. Uni tajribada rentgen nuri yordamida aniqlash mumkin.

Optik usullar yordamida fluor ioni  $F^-$  ning radiusi ( $r=0,133$  nm) bilan kislorod ioni  $O^{2-}$  ning radiusi ( $r=0,136$  nm) topilgan, ularning radiuslari aniqlangandan so'ng boshqa ionlarning radiuslarini hisoblab topish mumkin bo'ldi. Masalan, natriy fluorid kristall panjarasining konstantasi  $d=0,231$  nm. Bundan fluor ionining radiusini ayirib, natriy ionining radiusini topamiz:

$$r_{Na^+} = 0,231 - 0,133 = 0,098 \text{ nm.}$$

Shunday yo'l bilan boshqa ionlarning radiuslarini ham topish mumkin (2.1.-jadval). Elementlarning ion radiuslarining o'zgarishini kuzatish natijasida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

↓ elementlarning ion radiuslari jadvalda davriy ravishda o'zgaradi;

↓ musbat ionning radiusi o'sha elementning neytral atomi radiusidan kichik bo'ladi; manfiy ionniki esa katta bo'ladi;

↓ asosiy va yonaki guruhcha elementlari ionlarining radiuslari yuqoridan pastga tomon kattalashib boradi; lekin yonaki guruhchaning oltinchi davridagi elementidan VII davrdagi elementiga o'tganda ion radiuslari nihoyatda kam o'zgaradi;

↓ lantanoid ionlarining radiusi elementning tartib raqami ortgan sari kichiklasha boradi (masalan, seriy ioni  $Se^{+3}$  ning radiusi  $0,107$  nm, lyutetsiy ioni  $Lu^{+3}$  ning radiusi  $0,085$  nm). Bu hodisa lantanoid kirishim yoki f-kirishim nomi bilan yuritiladi;

2.7.-jadval. Elementlarning ion radiuslari.

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m.}$$

Ion	$r_i$ , pm	Ion	$r_i$ , pm	Ion	$r_i$ , pm	Ion	$r_i$ , pm
Li <sup>+</sup>	90	Mn <sup>7+</sup>	60	Cd <sup>2+</sup>	109	Lu <sup>3+</sup>	100
Be <sup>2+</sup>	59	Fe <sup>2+</sup>	92	In <sup>3+</sup>	94	Hf <sup>4+</sup>	85
B <sup>3+</sup>	41	Fe <sup>3+</sup>	79	Sn <sup>2+</sup>	122	Ta <sup>5+</sup>	78
C <sup>4+</sup>	30	Co <sup>2+</sup>	89	Sn <sup>4+</sup>	83	W <sup>6+</sup>	74
N <sup>3+</sup>	30	Co <sup>3+</sup>	69	Sb <sup>3+</sup>	90	Re <sup>7+</sup>	67
N <sup>5+</sup>	27	Ni <sup>2+</sup>	83	Sb <sup>5+</sup>	74	Os <sup>6+</sup>	69
O <sup>2-</sup>	126	Cu <sup>+</sup>	91	Te <sup>2-</sup>	207	Ir <sup>3+</sup>	82
F <sup>-</sup>	119	Cu <sup>2+</sup>	87	Te <sup>4+</sup>	111	Pt <sup>2+</sup>	94
Na <sup>+</sup>	116	Zn <sup>2+</sup>	88	Te <sup>6+</sup>	70	Pt <sup>4+</sup>	77
Mg <sup>2+</sup>	86	Ga <sup>3+</sup>	76	I <sup>-</sup>	206	Au <sup>3+</sup>	99
Al <sup>3+</sup>	67	Ge <sup>2+</sup>	87	I <sup>5+</sup>	109	Hg <sup>2+</sup>	116
Si <sup>4+</sup>	54	As <sup>3+</sup>	72	I <sup>7+</sup>	67	Tl <sup>+</sup>	164
P <sup>3+</sup>	58	As <sup>5+</sup>	60	Cs <sup>+</sup>	181	Tl <sup>3+</sup>	103
P <sup>5+</sup>	52	Se <sup>2-</sup>	184	Ba <sup>2+</sup>	149	Pb <sup>2+</sup>	133
S <sup>2-</sup>	170	Se <sup>4+</sup>	64	La <sup>3+</sup>	117	Pb <sup>4+</sup>	92
S <sup>4+</sup>	51	Se <sup>6+</sup>	56	Ce <sup>3+</sup>	115	Bi <sup>3+</sup>	117
S <sup>6+</sup>	43	Vr <sup>-</sup>	182	Ce <sup>4+</sup>	101	Bi <sup>5+</sup>	90
Cl <sup>-</sup>	167	Br <sup>5+</sup>	85	Pr <sup>3+</sup>	113	Po <sup>6+</sup>	81
Cl <sup>3+</sup>	88	Rb <sup>+</sup>	166	Nd <sup>3+</sup>	112	At <sup>7+</sup>	76
Cl <sup>7+</sup>	41	Sr <sup>2+</sup>	132	Pm <sup>3+</sup>	111	Fr <sup>+</sup>	194
K <sup>+</sup>	152	Y <sup>3+</sup>	104	Sm <sup>3+</sup>	110	Ra <sup>2+</sup>	155
Ca <sup>2+</sup>	114	Zr <sup>4+</sup>	86	Eu <sup>3+</sup>	109	Ac <sup>3+</sup>	126
Sc <sup>3+</sup>	89	Nb <sup>5+</sup>	78	Gd <sup>3+</sup>	108	Th <sup>4+</sup>	108
Ti <sup>4+</sup>	75	Mo <sup>6+</sup>	73	Tb <sup>3+</sup>	106	Pa <sup>4+</sup>	104
V <sup>5+</sup>	68	Tc <sup>7+</sup>	70	Dy <sup>3+</sup>	105	U <sup>6+</sup>	87
Cr <sup>3+</sup>	76	Ru <sup>4+</sup>	76	Ho <sup>3+</sup>	104	Np <sup>4+</sup>	101
Cr <sup>6+</sup>	58	Rh <sup>3+</sup>	81	Er <sup>3+</sup>	103	Pu <sup>4+</sup>	100
Mn <sup>2+</sup>	81	Pd <sup>2+</sup>	100	Tm <sup>3+</sup>	102	Am <sup>3+</sup>	112
Mn <sup>4+</sup>	67	Au <sup>+</sup>	129				

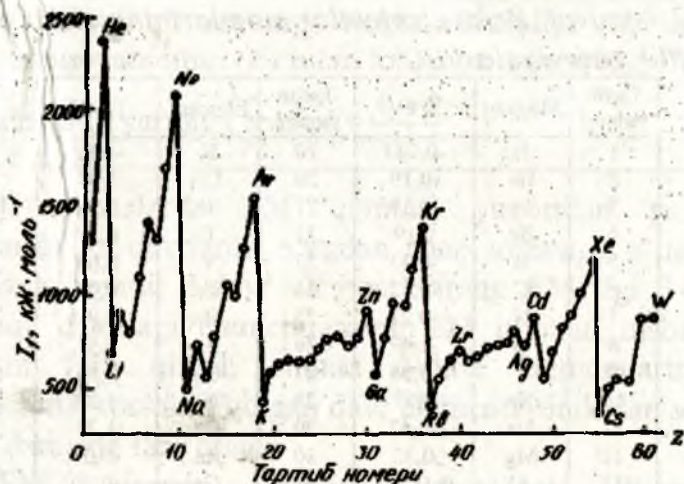


**3. Elementlarning ionlanish energiyalari ( $I$ ) ham davriy ravishda o'zgaradi.** Atomdan biror elektronni tamomila chiqarib yuborib, uni ion holatiga aylantirishi uchun zarur bo'lgan minimal energiya miqdori atomning ionlanish energiyasi (potensial) deyiladi. Agar atomdan bir elektron chiqib ketsa, atom bir zaryadli musbat ionga, ikki elektron chiqib ketsa, ikki zaryadli musbat ionga aylanadi. Bunda sarf etilgan energiya – atomning II ionlanish energiyasi deyiladi (2.8.-jadval).

2.20.-rasmda elementlarning birinchi ionlanish energiyasi ( $I_1$ ) bilan tartib raqami orasidagi bog'lanish diagrammasi keltirilgan. Bu grafikda 6 ta maksimum, 5 ta minimum nuqtalarni ko'ramiz. Eng yuqori maksimumni geliy, qolgan maksimumlarni boshqa nodir gazlar egalagan, ishqoriy metallar grafikning minimum nuqtalariga joylashgan. Ishqoriy metallar osonlik bilan o'z elektronlarini yo'qotib, bir zaryadli musbat ionga aylanadi, chunki ularning ionlanish energiyasi boshqa elementlarnikidan kichik. Davr chegarasida chapdan o'ngga tomon ionlanish energiyasining qiymati ortib boradi.

2.8.-jadval. 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



2.20-rasm. Elementlarning tartib raqami bilan birinchi ionlanish potentsiali orasidagi bog'lanish.

**4. Elektronga moyillik (E)** – neytral holdagi atomga elektron biriktirish natijasida ajralib chiqadigan energiya miqdoridir. Elektron biriktirib olgan atom anion holiga o'tadi. Elektronga moyillik energiyasi ham eV larda ifodalanadi. Umuman olganda, elektron qabul qilish imkoniyati elementlar atomlarining tashqi valent qobig'idagi elektronlari 4 va undan ko'proq (7 tagacha) bo'lgan hollar uchun ma'lum (2.9.-jadval). Binobarin, metallar o'ziga elektron qabul qilishi qiyin, ular uchun bu energiya nolga teng. Galogen atomlari orasida fluorning elektronga moyillik energiyasi boshqa atomlarnikidan katta, uning elektronni tortib olishga qodir bo'lgan birona element yo'q.

Element atomining elektronga moyillik energiyasi qanchalik katta bo'lsa, bu elementning metallmasligi shunchalik kuchli bo'ladi va uning ionlanish potentsiali ham yuqori bo'ladi.



2.9-jadval. Ba'zi elementlar atomlarining elektronga moyillik energiyalari

Tartib raqami	Element	E, eV	Tartib raqami	Element	E, eV
1	H	-0,747	19	K	-0,82
2	He	-0,19	20	Ca	1,93
3	Li	-0,59	21	Sc	0,73
4	Be	0,19	22	Ti	0,39
5	B	-0,33	23	V	0,64
6	C	-1,12	24	Cr	0,98
7	N	-0,21	25	Mn	0,97
8	O	-1,47	26	Fe	0,58
9	F	-3,58	27	Co	0,94
10	Ne	0,57	28	Ni	1,28
11	Na	-0,47	29	Cu	1,23
12	Mg	0,32	30	Zn	-0,09
13	Al	-0,52	31	Ga	-0,39
14	Si	-1,38	32	Ge	-1,14
15	P	-0,80	33	As	-1,07
16	S	-2,08	34	Se	-2,02
17	Cl	-3,76	35	Br	-3,54
18	Ar	0,37	36	Kr	0,42

5. **Elementlarning elektrmanfiyligi.** L. Poling 1932-yilda elementlarning muhim xossalardan biri – elektrmanfiylik (EM) tushunchasi ta'rifini taklif etdi:

↓ Molekula tarkibidagi atomning o'ziga bog'lovchi elektron juftini tortish xususiyati uning elektrmanfiyligini aks ettiradi.

Ilmiy adabiyotlarda hozirgacha 20 dan ortiq turli usullarda hisoblangan EM shkalalari ma'lum. Ulardagi EM qiymati bir xil bo'lmasa ham ularning guruh va davr bo'ylab o'zgarib borish qonuniyati bir-biriga o'xshash.

↓ Ayni elementning elektromanfiyligi ( $X$ ) uning elektronga moyilligi ( $E$ ) bilan ionlanish energiyasi ( $I$ ) yig'indisining yarmiga teng:  $X = \frac{E+I}{2}$ .

Guruhchalarda EM qiymati yuqoridan pastga o'tganda va davrlarda o'ngdan chap tomonga o'tishda kamaya boradi. 2-davr elementlarining EM ligi 3- va boshqa davrdagi elementlarning EM qiymati nisbatan keskin farq qiladi, chunki 2-davr elementlarining ko'pchilik xossalari qolgan davr elementlarinikidan sezilarli darajada farq qiladi.

EM qiymati davriy jadvaldagi diagonal yo'nalishdagi elementlar uchun o'zaro juda yaqin qiymatlarga ega bo'ladi. Masalan, C va S, B va As, N va Cl lar o'zaro yaqin EM qiymatlariga ega ekanligini ko'rish mumkin. Elektromanfiylik tushunchasi kimyoviy bog'lanish mavzusida keng qo'llanadi, uning molekuladagi bog'lanish tabiatini izohlashdagi roli muhimdir. Bu qiymatlarga tayangan holda elementlarning birikmalaridagi oksidlanish darajasi aniqlanadi. Elementlar va ular ionlarining oksidlanish-qaytarilish xossalari shu zarrachalarning elektron biriktirish yoki berish xususiyatlari bilan bog'liq. Bu xususiyatlar esa zarrachalarning ionlanish energiyasi va elektronga moyilligi bilan chambarchas bog'langan.

Elementlarning elektrmanfiyliklariga qaraganda bu qiymatning nisbiy kattaligi ko'proq ishlatiladi.

Nisbiy elektrmanfiylik (NEM) qiymatlari har bir elementning EM qiymati litiy elementining EM ga nisbatidan kelib chiqadi (Poling taklifi bo'yicha):

$$\chi(E) = \frac{X(E)}{X(Li)}$$

2.10.-jadval. Ba'zi elementlarning Poling bo'yicha nisbiy elektromanfiyligi NEM qiymatlari.

H 2,1							
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,1	
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,2	S 2,6	Cl 3,0	
K 0,8	Ca 1,0						Br 2,8
							I 2,5

**6. Element atomlarining oksidlovchi-qaytaruvchi xossalari** atomlarning tashqi valent qobig'idagi elektronlar soni va atom yoki ion radiusi kattaligi bilan bog'langan.

Valentlik haqida so'z borganda quyidagi umumiy xususiyatlar kuzatiladi:

✚ 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. 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'lishi mumkin.

✚ Atom yoki ionlarning radiuslari kichraygan sari elektronlarning yadroga tortilishi kuchayadi va ularning



qaytaruvchilik xossalari kamayadi, oksidlovchilik xossalari kuchayadi;

↓ Element atomining radiusi kattalashgan sari yuqorida zikr etilgan xossalarning teskari holati kuchayadi.

↓ Har bir guruhning bosh guruhchalarida yuqoridan pastga tushish tartibida atomlarning qaytaruvchilik xossalari kuchayadi.

↓ Davrlarda esa tartib raqami ortishi tartibida radius kichiklashishi natijasida elementlar atomlarining qaytaruvchilik xossasi susayadi, oksidlovchilik xossalari kuchayadi.

↓ Yonaki guruhcha elementlari atomlarining radiusi kattalashishi va yadro zaryadi sezilarli darajada ortishi natijasida qaytaruvchilik xossasining kamayishi yuz beradi, bu esa metallarning kimyoviy aktivligi kamayishiga sabab bo'ladi.

## 2.17. Elementlar gidridlarining va gidroksidlarining xossalari

Siz VIII–IX sinfda o'tgan mavzularda elementlar atomlarining vodorod va kislorod bilan hosil qilgan birikmalari bilan tanishgansiz. Birikmalarda E–H va E–O bog'lar xususiyatlari moddalarning kislota-asosli xususiyatlarini tushuntirishda katta ahamiyatga ega. Vodorodli birikmalarning ( $\text{NaH}$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{BH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$  va hokazo) umumiy nomi gidridlar deb ataladi, kislorodli birikmalar ko'pincha gidroksidlar yoki kislorodli kislotalar holida ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va hokazo) bo'ladi.

a) Gidridlarning kimyoviy tabiati ularni hosil qilgan elementning davriy jadvaldagi o'rnini bilan ifodalanadi, chunki E–H bog'lanish tabiati undagi E ning NEM qiymati bilan bog'liq. Davr boshlanishidagi elementlarning NEM qiymati vodorodnikidan kichik bo'lganda (IA va IIA guruhchalardagi metallar) hosil bo'lgan bog'lanish ionli yoki qutbli kovalent xususiyatiga ega bo'ladi, NaH dagi bog'ning ionlik darajasi  $MgH_2$  ga qaraganda yuqoriroq bo'ladi.

Davrlar bo'ylab o'ng tomonga siljiganda E–H bog'ning ionlik xususiyati kamaya boradi (bog'ning qutbliligi kamayadi, masalan,  $BH_3$  dagi bog' tabiati deyarli qutbsiz kovalent xususiyatga ega, chunki B va H ning NEM lari farqi 0,1 ga teng).  $BH_3$  da bog'ning qutblari  $B^+ - H^-$  bo'lsa,  $CH_4$  da esa teskari ( $C^- - H^+$ ) vaziyat paydo bo'ladi. Davr oxirigacha siljiganda E–H bog'ining qutbliligi yanada kattalasha boradi. 2-davr elementlarning gidridlarida qutblilik darajasi  $CH_4 - NH_3 - H_2O - HF$  qatorida ortib boradi. Chunki davrda yadro zaryad qiymati ortib borish tartibida NEM qiymati 2,5 (uglerod) dan 4,1 (ftor) gacha ortib borishi sizga ma'lum.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar, asosan, 2-davr elementlari misolida ko'rib o'tildi, lekin bu qonuniyat boshqa davr gidridlari uchun ham tegishli.

Ma'lum bo'lishicha, asosiy guruhcha elementlarida yuqoridan pastga o'tish tartibida metallik xususiyati ortib boradi, shu tartibda elementlarning atom radiuslari ortadi, ionlanish potentsiallari, elektronga moyillik energiyalari kamayadi, shu tufayli ham NEM qiymati kamayadi va natijada gidridlarda bog'ning qutblilik xususiyati kamayib boradi. Masalan,  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $H_2Se$  va  $H_2Te$  qatorida H–E bog' qutbliligi kamaya boradi, lekin bu

gidridlarning suvli eritmalarida ularning gaz holdagi molekularida kuzatilmaydigan yangi vaziyat – elektrolitik dissotsilanish xususiyati katta ahamiyatga ega. Ma'lumki, ko'pchilik holatlarda atomlar oraliq masofasi ortib borgan sari (yuqoridan pastga o'tishda kuzatiladigan vaziyat) bog'lanish energiyasi kamayadi, elektrolitik dissotsilanish osonlashadi. Shu qatorda gidrid hosil qiluvchi  $E^{-n}$  zarrachalarning qaytaruvchilik xossasi ortib boradi ( $H^{+}$  ioni esa oksidlovchilik xossasiga ega bo'ladi). VIIA guruhcha elementlar atomlarining gidridlarida yuqorida VIA guruhchadagi elementlar atomlari-ning gidridlariga xos bo'lgan xususiyat yanada keskinlashadi, oksidlanish darajalari -1 bo'lgan galogen ionlari-ning radiusi ortib borishi tufayli ularda qaytaruvchilik xossalari (galogen ionlarida) yuqoridan pastga o'tish tartibida kuchayib boradi.

VIA va VIIA guruhchalarning gidridlari suvli eritmada kislotali xossaga ega bo'ladi, ularni tegishli element atomining kislorodsiz kislotalari deb yuritiladi.

✚ VIA va VIIA guruhchalari gidridlarining eritmadagi kislotali xossasi guruhda yuqoridan pastga tomon ortadi, davrda esa chapdan o'ngga tomon ortadi.

✚ Yuqoridan pastga o'tgan sari VIA va VIIA guruhchalari gidridlarining barqarorligi kamayadi.

E-H bog' qutbli xususiyatiga ega bo'lganda E radiusi qanchalik kichik va oksidlanish darajasi qanchalik katta bo'lsa, H-E bog' energiyasi shunchalik ortadi. Vodородli birikmalardagi elementning atom radiusi ort-



ganda va oksidlanish darajasi kamayganda kislotali xususiyati kuchayadi.

**b) Element – kislorod – vodorod** atomlari bog‘lanishidan hosil bo‘lgan moddalar xossalari jihatidan turli moddalar sifatida ko‘rinadi. Bu ma‘lumotlar asoslar (ishqorlar), amfoter xususiyatga ega bo‘lgan gidroksidlar yoki kislorodli kislotalarni birlashtiradi. Bunday birikmalarning xossalarini tushuntirish uchun H–O–E zarrachalari orasidagi munosabatni ko‘rib chiqamiz.

$E^{+n}$  ning zaryadi katta va radiusi kichiklashgan sari E–O bog‘ning mustahkamligi ortib boradi. Buning natijasida H–O bog‘ mustahkamligi kamayadi. Shu sababli  $E^{+n}$  radiusi kamayib, elementning oksidlanish darajasi ortib borishi HOE ning kislotali xususiyatini kuchaytiradi.

*2.11.-jadval. Kimyoviy elementlar va ular birikmalarining ba’zi fizik va kimyoviy xossalarini davriy jadval bo‘ylab o‘zgarishining sxematik ko‘rinishi.*

Atom xossasi	Ta’rifi	Davr bo‘ylab ortishi	Guruh bo‘ylab ortishi
Atom radiusi	Atom yadrosidan tashqi elektron orbitalning maksimal elektron zichlikka ega nuqtasigacha bo‘lgan masofa	←	↓
Ionlanish energiyasi	Atomdan elektron chiqarib yuborish uchun sarflanadigan energiya, eV	→	↑
Elektronga moyillik	Atomning elektron qabul qilganda ajralib chiqadigan energiya qiymati, eV	→	↑
Elektromanfiylik	Atomning bog‘lovchi elektron juftini o‘ziga tortish qobiliyati	→	↑
Metallik	Qattiq holatida elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi hamda bog‘lanuvchanligi	←	↓
Metallmaslik	Qattiq holatida elektr va issiqlik	→	↑

	o'tkazmasligi		
Oksidlovchilik	Kimyoviy reaksiyalarda elektron biriktirib olish xususiyati	→	↑
Qaytaruvchilik	Kimyoviy reaksiyalarda elektron berish xususiyati	←	↓
Gidridlarining kislotalik xossasi	Eritmada vodorod ionlarini ajratish qobiliyati	→	↓
Gidridlarning asoslik xossasi	Eritmada vodorod ionlarini o'ziga biriktirish xususiyati	←	↑
Gidroksidlarning kislotalik xossasi	Eritmada vodorod ionlarini ajratish qobiliyati	→	↑
Gidroksidlarning asoslik xossasi	Eritmada o'zidan gidroksid ionlarini ajratish yoki vodorod ionlarini o'ziga biriktirish xususiyati	←	↓

### 3-BOB. KIMYOVIY BOG‘LANISHNING ASOSIY TAVSIFLARI. KIMYOVIY BOG‘LANISH TURLARI

#### 3.1. Kimyoviy bog‘lanishlarning vujudga kelishi

Kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta‘limotlar kimyoning asosiy masalalaridan biridir. Bu ta‘limotni bilmay turib kimyoviy birikmalarning turli-tumanligi sabablarini, ularning hosil bo‘lish mexanizmini, tuzilishini va reaksiyaga kirisha olish xususiyatini tushunib bo‘lmaydi.

✦ Molekulada atomlarni bir-biriga biriktirib turadigan kuchlarning yig‘indisi *kimyoviy bog‘lanish* deyiladi.

Hozirda molekullalarda element atomlarining qanday bog‘langanligi turli nazariyalar bilan tushuntiriladi. Ulardan eng asosiylari valent bog‘lar nazariyasi (VB) va molekulyar orbitallar nazariyasi (MO). Bu nazariyalar ustida o‘zbek olimlaridan H.Rahimov, N.A.Parpiyev, A.G.Muftaxov va boshqalar nazariy tadqiqotlar olib borib ko‘p fikrlarni ilgari surganlar.

Kimyoviy bog‘lanishning VB nazariyasiga ko‘ra kimyoviy bog‘lanish hosil bo‘lishda element atomlarining tashqi (ayrim hollarda tashqidan oldingi) energetik pog‘onalaridagi elektronlar ishtirok etadi va ularning elektron buluti zichliklari qayta taqsimlanadi.

✦ Kimyoviy bog‘lanishda ishtirok etuvchi elektronlar *valent elektronlar* deyiladi.



Bosh guruhcha elementlarining tashqi qavat elektronlari, yonaki guruhcha elementlarining tashqi va tashqidan oldingi qavat elektronlari kimyoviy bog'lanishda ishtirok etishi mumkin.

✚ S- va P-oila elementlarining faqat tashqi pog'onadagi elektronlari valent elektronlardir.

✚ D- oila elementlarda valent elektronlarining maksimal sonini aniqlash uchun tashqi pog'onadagi elektronlar soniga tashqidan oldingi d-pog'onachadagi elektronlar soni qo'shiladi.

Element valent elektronlarining maksimal soni 8 tadan oshmaydi. Element valent elektronlarining maksimal sonini elementning davriy sistemadagi o'rnidan, ya'ni guruh raqamidan bilish mumkin (ayrim elementlar bundan mustasno).

✚ Element atomlari tashqi energetik pog'onalarini tugallashga, ya'ni nodir gazlarning elektron konfiguratsiyalariga erishishga intiladi.

Buning uchun ayni atom boshqa atomlardan elektron olishi yoki valent elektronlarini birgalikda juftlashtirishi yoxud boshqa atomga elektron berishi lozim.

A va B atomlar orasida vujudga keluvchi bog'lanish tabiati ularning nisbiy elektromanfiyliklari qiymatlarining farqiga  $\Delta\chi = \chi_A - \chi_B$  bog'liq.

Atomlardan molekularlar hosil bo'lishining sababi sistemada energetik afzallikning sodir bo'lishidir. Kimyoviy bog'lanish bog' energiyasi, bog' uzunligi va

bog'lararo burchak (valent burchak) kabi kattaliklar bilan tavsiflanadi.

↓ Kimyoviy bog'lanishni uzish uchun zarur bo'lgan energiya ***bog' energiyasi*** deyiladi.

Har bir kimyoviy bog' uchun to'g'ri keladigan bog' energiyasining qiymati 200 – 1000 kJ/mol atrofida bo'ladi. Masalan,  $\text{CH}_3\text{F}$  da C-F bog'lanish energiyasi 487 kJ/mol ga teng.

↓ Molekulada ikki o'zaro bevosita bog'langan atomlar markazlari orasidagi masofa ***bog'lanish uzunligi*** deb ataladi.

Bog'lanish uzunligi molekula hosil qiluvchi atomlarning tabiatiga, bog'lanish turiga, element valentligiga va boshqalarga bog'liqdir.

**Hozirgi davrda kimyoviy bog'lanishning quyidagi turlari ma'lum:**

1. Ion bog'lanish.
2. Kovalent bog'lanish.
3. Metall bog'lanish.
4. Vodorod bog'lanish.

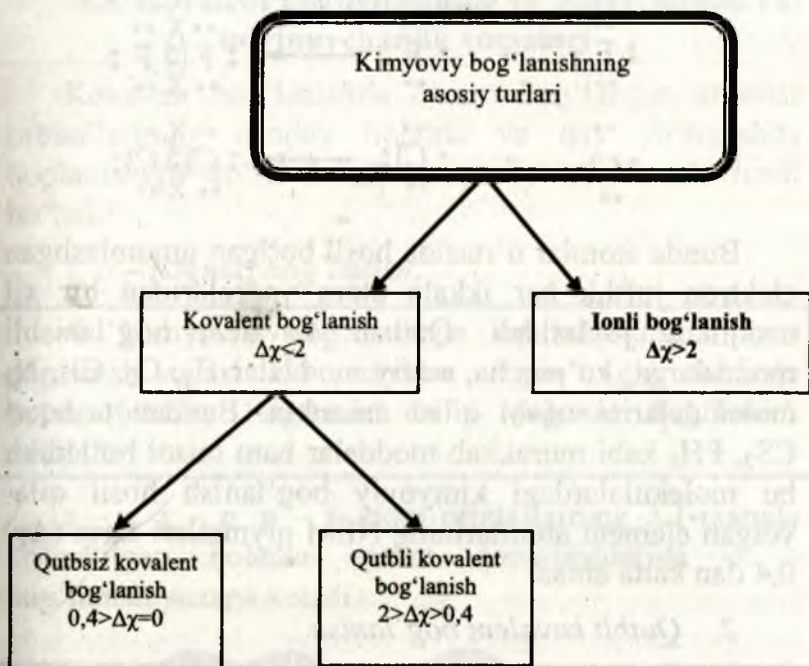
### **3.2. Kovalent bog'lanish**

Kovalent bog'lanish, asosan, metalmas (nisbiy elektromanfiyliklari nisbatan yuqori bo'lgan element) atomlari orasida vujudga keladi.

↓ Atomlarning o'zaro bir yoki bir necha umumlashgan elektron juftlar hosil qilishi natijasida vujudga keladigan bog'lanish ***kovalent bog'lanish*** deyiladi.

Kovalent bog'lanish tabiatiga ko'ra 2 xil bo'ladi:

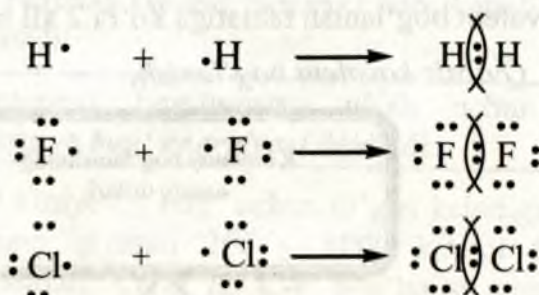
1. *Qutbsiz kovalent bog'lanish.*



Kimyoviy bog'lanish hosil qilgan atomlarning nisbiy elektromanfiyliklari orasidagi farq ( $\Delta\chi$ )ning ortib borishi

↓ Elektromanfiylik qiymati jihatidan o'zaro yaqin yoki bir xil bo'lgan element atomlari o'rtasida vujudga kelgan kovalent bog'lanish **qutbsiz kovalent bog'lanish** deyiladi.

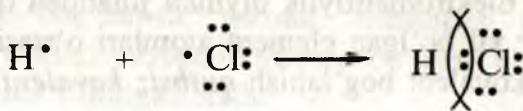




Bunda atomlar o'rtasida hosil bo'lgan umumlashgan elektron juftlik har ikkala atom yadrolaridan bir xil uzoqlikda joylashadi. Qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalarga, ko'pincha, oddiy moddalar  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$  molekularini misol qilish mumkin. Bundan tashqari  $\text{CS}_2$ ,  $\text{PH}_3$  kabi murakkab moddalar ham misol bo'ladiki, bu molekullardagi kimyoviy bog'lanish hosil qilyotgan element atomlarining NEM qiymatlari farqi ( $\Delta\chi$ ) 0,4 dan katta emas.

## 2. Qutbli kovalent bog'lanish.

⬇ Elektromanfiylik qiymatlari jihatidan bir-biridan bir oz farq qiladigan ( $0,4 < \Delta\chi < 2$ ) element atomlari orasida vujudga kelgan kovalent bog'lanish **qutbli kovalent bog'lanish** deyiladi.



Bunda atomlar o'rtasida hosil bo'lgan umumlashgan elektron juft elektromanfiyligi kattaroq element atomi tomon siljigan bo'ladi, natijada molekulaning bir tomonida musbat qutb, ikkinchi tomonida manfiy qutb

(dipol) vujudga keladi. Agar molekula simmetriyasi yuqori bo'lmasa molekula qutbli bo'ladi.

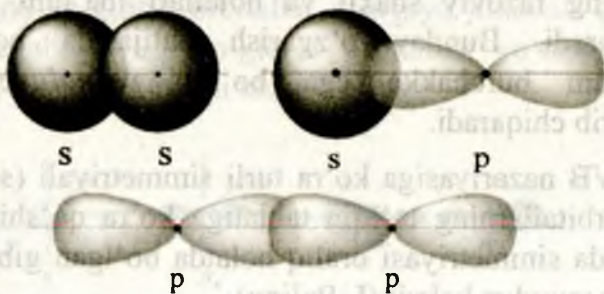
### 3.3. Kovalent bog'lanishning yo'naluvchanlik va to'yinuvchanlik xossalari

Kovalent bog'lanishda o'zaro bog'langan atomlar orbitallarining qanday holatda va qay yo'nalishda qoplanishiga ko'ra 2 xil kimyoviy bog'lanish hosil bo'ladi:

#### 1. $\sigma$ – (sigma) bog'lanish.

↓ Kimyoviy bog'lanishda orbitallarning o'zaro qoplanish sohasi ikki yadrodan o'tgan to'g'ri chiziqda yotsa, bunday bog'lanish  $\sigma$  – (sigma) bog'lanish deyiladi.

$s - s$ ,  $s - p$ ,  $p - p$  atom orbitallarining 3.1-rasmda ko'rsatilgan holatda o'zaro qoplanishlarida  $\sigma$  – bog'lanish yuzaga keladi.

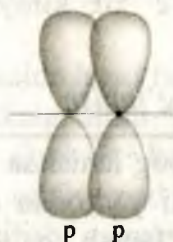


3.1-rasm.  $s - s$ ,  $s - p$ ,  $p - p$  orbitallari ishtirokida hosil bo'lgan  $\sigma$  – bog'lanishlar.

#### 2. $\pi$ – bog'lanish.

↓ Kimyoviy bog‘lanishda orbitallarning o‘zaro qoplanish sohasi ikki yadrodan o‘tgan to‘g‘ri chiziqdan tashqarida yotsa, bunday bog‘lanish  $\pi$  – (pi) bog‘lanish deyiladi.

$\pi$  – bog‘lanishga p – p bog‘lanish misol bo‘ladi (3.2-rasm).



3.2-rasm. p-p orbitallari ishtirokida hosil bo‘lgan  $\pi$  – bog‘lanish.

Molekula hosil bo‘lishida energetik jihatdan turg‘unlikka erishishga intilish natijasida atom orbitalarining fazoviy shakli va holatlari ma‘lum darajada o‘zgaradi. Bunday o‘zgarish natijasida bog‘lanish ma‘lum burchakka ega bo‘lib, yo‘naluvchanlikni keltirib chiqaradi.

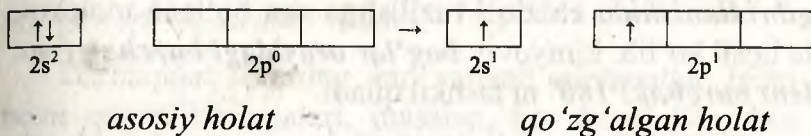
VB nazariyasiga ko‘ra turli simmetriyali (s-, p-, d-, f-) orbitallarning to‘lqin tabiatiga ko‘ra qo‘shilishi natijasida simmetriyasi oraliq holatda bo‘lgan gibrid orbitallar vujudga keladi (L.Poling).

↓ Kovalent bog‘lanish hosil qilishda bir elektron pog‘onacha doirasida energiyalari va simmetriyasi turlicha bo‘lgan orbitallarning o‘zgarishi natijasida oraliq – gibrid orbitallarning hosil bo‘lishi **gibridlanish** deyiladi.

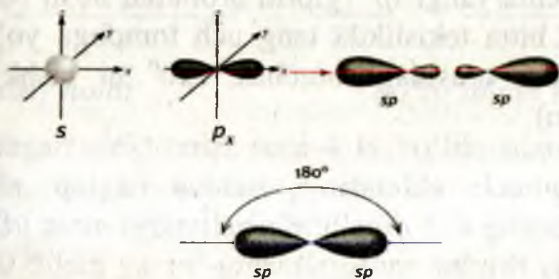


Kovalent bog‘lanish hosil qiluvchi ikkinchi davr elementlari (*Be, B, N, C, O*) valent atom orbitallarining gibrirlanishini ko‘rib chiqamiz.

1. Berilliy  ${}^4\text{Be}$  elektron konfiguratsiyasi asosiy holatda  $1s^2 2s^2 2p^0$ . Kimyoviy bog‘lanish hosil qilishda tashqi, ya’ni ikkinchi pog‘onadagi elektronlar qatnashadi. Atomlar tashqi energiya (issiqlik, yorug‘lik va hokazo) ta’sirida qo‘zg‘algan holatga o‘tadi:



Demak, berilliyning ikkala valent elektronlaridan biri *s*-orbitalda, ikkinchisi *p*-orbitalda. Bu orbitallar o‘zaro ta’sirlashib gibrirlanadi va ikkita yangi *sp* – gibrid orbitallar hosil qiladi (3.3.-rasm). Yangi gibrid orbitallarning markazlari bir nuqtada bo‘lganligi uchun ular fazoda qarama-qarshi tomonlarga yo‘nalgan bo‘ladi. Aynan shundagina *sp*-gibrid orbitallar energiya jihatdan qulay holatni egallaydilar. *Sp*-gibrid orbitallar yo‘nalishlari orasidagi burchak  $180^\circ$  ni tashkil qiladi.

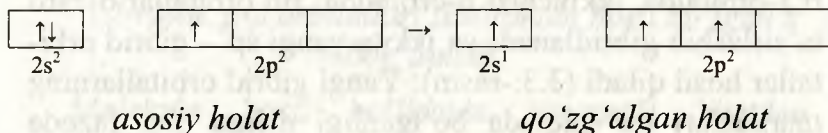


3.3-rasm. 1 ta *s*- va 1 ta *p*-orbitallardan hosil bo‘lgan *sp* – gibrid orbitallar.

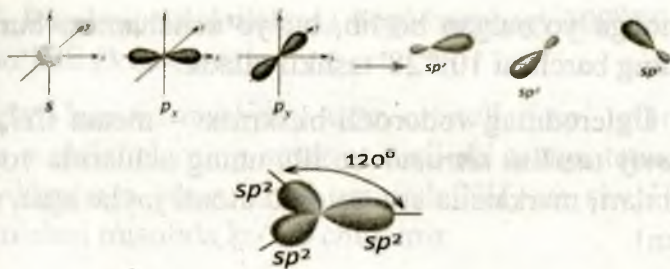
Bu holatdagi berilliy atomi ikkita bir valentli atom, masalan, fluor bilan bog'lansa chiziqli tuzilishga ega uch atomli  $F-Be-F$  molekulasi hosil bo'ladi. Oxirgi formula berilliy fluoridning tuzilish (yoki grafik) formulasi bo'lib, uning molekulyar formulasi  $BeF_2$  ko'rinishda yoziladi. Grafik formuladagi chiziqcha  $\sigma$  – bog'lanishni ifodalaydi.

Shunday qilib, markaziy atom orbitallarining ***sp-gibridlanishida chiziqli tuzilishga*** ega bo'lgan molekula hosil bo'lib, kimyoviy ***bog'lar orasidagi burchak (valent burchak)  $180^\circ$***  ni tashkil qiladi.

2. Bor  ${}_5B$  atomida ( $1s^2 2s^2 2p^1$ ) valent elektronlar 3 ta. Atom asosiy holatdan qo'zg'algan holatga o'tganda



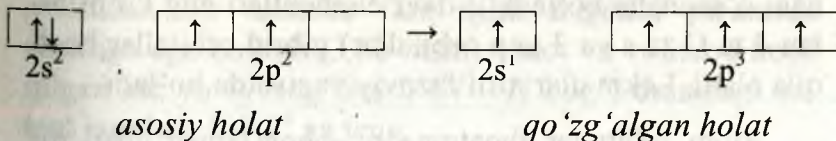
$s$ -orbitalda 1 ta,  $p$ -orbitalda 2 ta elektron mavjudligini ko'ramiz. Demak, bor atomida kimyoviy bog'lanish hosil qilishda ishtirok etadigan valent 1 ta  $s$ -orbital, hamda 2 ta  $p$ -orbital mavjud. Ularning gibridlanishi natijasida uchta yangi  $sp^2$  gibrid orbitallar hosil bo'lib, bu orbitallar bitta tekislikda teng uch tomonga yo'nalgan. Yo'nalishlar orasidagi burchak  $120^\circ$  ni tashkil etadi (3.4.-rasm).



3.4.-rasm. 1 ta  $s$ - va 2 ta  $p$ -orbitallardan hosil bo'lgan  $sp^2$  - gibrigid orbitallar.

Darhaqiqat, borning bir valentli elementlar bilan hosil qilgan birikmalari, masalan, bor fluorid  $BF_3$ , bor xlorid  $BCl_3$ , bor gidrid  $BH_3$  molekularidagi to'rttala atom bitta tekislikda joylashib, **teng tomonli uchburchakni** tashkil qiladi. Uchburchak uchlarini bir valentli atom egallab, uning markazidan bor atomi joy olgan. Kimyoviy **bog'lar orasidagi burchak  $120^\circ$**  ga teng.

3. Uglerod  ${}_6C$  atomida 6 elektrondan 4 tasi tashqi qavat, ya'ni valent elektronlaridir. Atom asosiy holatdan qo'zg'algan holatga otganda

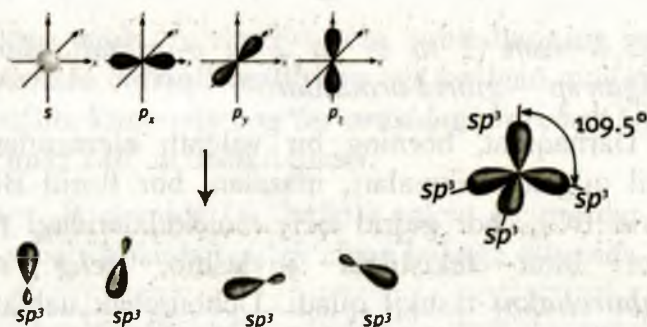


juftlashmagan elektronlar soni 4 ta bo'lib, ulardan biri  $s$ -orbitalda, qolgan uchasi  $p$ -orbitalda ekanligi ayon bo'ladi. Bu atom orbitallar gibrigidlanib 4 ta gibrigid  $sp^3$  orbital hosil qiladi va  $sp^3$ -gibrigidlanishni keltirib chiqaradi (3.5-rasm). Uglerodning kimyoviy bog' hosil qilishda qatnashuvchi  $sp^3$ -gibrigidlangan orbitallari fazoda teng 4



tomonga yo'nalgan bo'lib, bu yo'nalishlararo burchaklarning barchasi  $109^{\circ}28'$  tashkil qiladi.

Uglerodning vodorodli birikmasi – metan  $CH_4$  ning fazoviy tuzilish tetraedr bo'lib, uning uchlarida vodorod atomlari, markazida esa uglerod atomi joylashgan (3.6a-rasm).



3.5-rasm. 1 ta s- va 3 ta p-orbitallardan hosil bo'lgan  $sp^3$ -gibrid orbitallar va ularning fazoviy yo'nalganligi.

Gibridlanish jarayonida nechta atom orbitallar qatnashgan bo'lsa, hosil bo'lgan gibrid orbitallar soni ham o'shancha bo'ladi. 2-davr elementlari eng ko'pi bilan 4 ta (1 ta s va 3 ta p orbitallar) gibrid orbitallar hosil qila oladi. Lekin ular turli fazoviy vaziyatda bo'ladi.

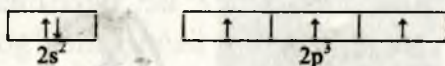
Atom orbitallar faqatgina  $\sigma$  – bog'lanish hosil qilishda gibridlanadi.  $\pi$  – bog'lanish hosil qilishda ishtirok etayotgan atom orbitallar gibridlanmaydi.

Markaziy atom  $sp^3$  – gibridlanish holatida bo'lgan va to'rttala orbital atomlar bilan bog'lanishidan hosil bo'lgan molekulaning fazoviy shakli tetraedr bo'ladi

(CH<sub>4</sub>). Bunday molekullarda bog' burchagi 109°28' ga teng bo'ladi (3.6a-rasm).

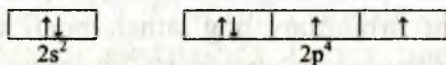
Lekin hamma markaziy atom orbitallari  $sp^3$ - gibrirlangan molekullarning struktur tuzilishi aynan tetraedrik shaklga ega emas. Buni ammiak NH<sub>3</sub> va suv H<sub>2</sub>O molekullari misolida ko'rib chiqamiz.

4. Azot  ${}_7N$  atomining tashqi elektron pog'onasidagi 5 ta valent elektronlari 1 ta s- va 3 ta p-orbitalga joylashgan.



Bu orbitallar o'zaro gibrirlanishi natijasida 4 ta  $sp^3$ -gibrirlangan orbitallar hosil bo'ladi. Ammo, bularning uchta-sigina vodorod atomlarining s-orbitali bilan bog'lanish hosil qiladi. Juft elektronli 1 ta  $sp^3$ - gibrirlangan orbital bog'lanishda ishtirok etmaydi. Ammiak molekulasida markaziy atom – azotning uch tomonidagi ta'sir etuvchi kuchlar (vodorod atomlari) to'rtinchi tomonidagi (azotning juft elektronli  $sp^3$ - orbitali) dan farq qiladi. Shuning uchun **NH<sub>3</sub> molekulasining struktur tuzilishi** tetraedr shaklidan bir muncha farq qilib **trigonal piramida** shakliga ega bo'ladi (3.6b-rasm). Azot va vodorod hosil qilgan kimyoviy bog'lanish (N – H bog') orasidagi valent burchak 107,3° ga teng.

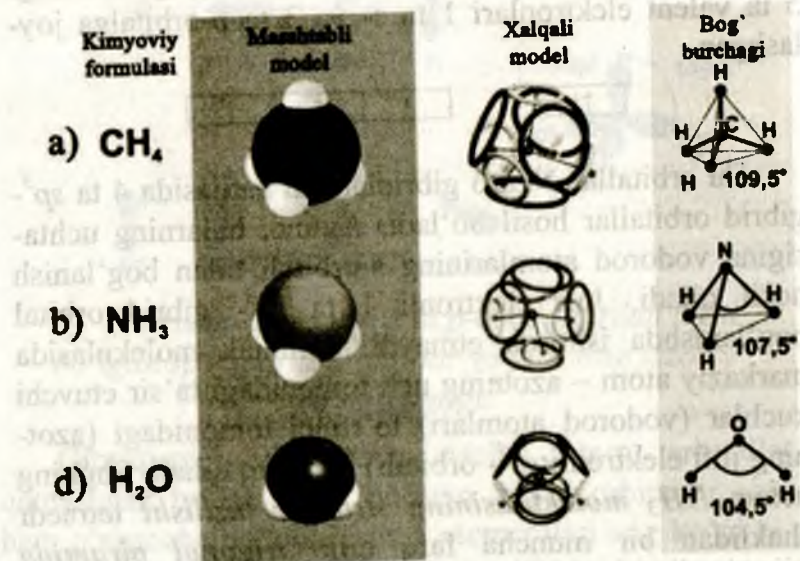
5. Kislородning  ${}_8O$  6 ta valent elektronlari bitta s- va uchta p-orbitalda bo'lgani uchun



gibrirlanish natijasida 4 ta  $sp^3$ - gibrirlangan orbitallar hosil qilib, ularning fazoda joylashuvi 3.5-rasmda ko'r-



satilganidek bo'ladi.  $H_2O$  molekulasini hosil bo'lishda kislorodning faqat ikkita toq elektronli  $sp^3$ -orbitallari vodorod atomlari bilan bog'lanish hosil qiladi. Kislorodning qolgan ikki tomonida bog'lanishda ishtirok etolmagan juft elektronli  $sp^3$ -gibrid orbitallari joylashgan (3.6d-rasm). Shu sababga ko'ra  $H_2O$  molekulasini **burchakli tuzilishga ega** bo'lib, O – H bog'lar orasidagi **valent burchak  $104,5^\circ$**  ni tashkil qiladi.



3.6.-rasm. a)  $CH_4$ ; b)  $NH_3$  va d)  $H_2O$  molekularining fazoviy tuzilishi.

Bog'lanish hosil qilmagan juft elektronlar *taqsimlanmagan elektron juftlar* deyiladi. Taqsimlanmagan elektron juftlar ham bog'lanish hosil qilishi mumkin. Barcha valent orbitallari bog'lanish hosil qilgan atom kovalentligi jihatdan *to'yingan* bo'lib, yana qo'shimcha kovalent bog'lanish hosil qila olmaydi. Bu esa, kovalent bog'lanishning *to'yinuvchanligi* deb ataladi. Ikkinchi

davr elementlari faqat 4 ta valent orbitallar ( $2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$ )ga ega bo'lganligi sababli ular hosil qila oladigan kovalent bog'lanishlar soni 4 tadan oshmaydi.

### 3.4. Kimyoviy bog'lanishning va molekulaning dipol momenti

Elementlarning kovalent bog'lanish hosil qilish xususiyati, ularning kovalentligi (valentligi) deyiladi.

Elektrmanfiyligi har xil bo'lgan ikki atom orasida kimyoviy bog'lanish hosil bo'lsa, umumiy elektron juft bu ikki atomga nisbatan simmetrik joylashmaydi. Bunday molekullarda qarama-qarshi zaryadlarning «og'irlik markazlari» bir nuqtaga tushmasdan, ular bir-biridan  $l$  masofa uzoqda bo'ladi. Molekulaning bir qismi musbat qutb kasb etib, qarama-qarshi qismi manfiy qutbga ega bo'ladi. Shuning uchun ular qutbli molekullar deb ataladi; ular ikki qutbli bo'lganligi uchun ularga *dipol* degan nom ham berilgan. Molekulaning qutbliligini tavsiflash uchun uning ikki qarama-qarshi qutblari orasidagi masofa ( $l$ ) dan foydalanib,

$$\mu = q \cdot l$$

formula bilan molekulaning dipol momenti hisoblab topiladi ( $q$ -molekula qutbidagi zaryad miqdori odatda elektron zaryadi bilan o'lchanadi).

Dipolning uzunligi  $0,1 \text{ nm}$  yoki  $10^{-10} \text{ m}$  bo'lganda, elektron zaryadi  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kulonga}$  teng bo'lgani uchun  $\mu$  ning qiymati  $10^{-29} \text{ Kl}\cdot\text{m}$  bilan ifodalanadi (dipolning elektr momentini ifodalashda Debay nomli birlikdan ham foydalaniladi:  $1 \text{ Debay (D)} = 0,333 \cdot 10^{-29} \text{ Kl}\cdot\text{m}$ ). Qutbli molekullardan iborat birikmalarga suv, ammiak, vodorod fluorid va boshqa moddalar misol bo'la oladi.



Suv molekulasida elektron juftlar vodorod atomlaridan ko'ra kislorod atomiga, vodorod fluorid molekulasida esa fluor atomiga yaqinroq joylashgan.  $H_2O$  va  $HF$  nosimmetrik molekulalardir.

Demak, ikki yadro orasida nosimmetrik joylashgan elektron juft tufayli hosil bo'lgan kovalent bog'lanish qutbli bog'lanish deyiladi. Agar elektron juft bir atomdan ikkinchi atomga batamom o'tib ketsa, qutbli bog'lanish ion bog'lanishga aylanadi. Agar elektron juft hosil qilgan manfiy markaz bilan molekuladagi ikkala yadro tufayli hosil bo'lgan musbat zaryad markazlari fazoning bir nuqtasiga to'g'ri kelsa yoki juda yaqin bo'lsa, bunday bog'lanish qutbsiz kovalent bog'lanish deyiladi.

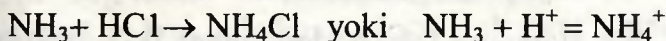
Ko'p atomli murakkab moddalarda molekulaning bir qismidagi atomlar o'zaro qutbsiz yoki qutbli bog'lanish bilan, ikkinchi qismidagi atomlar esa ion bog'lanish bilan birikkan bo'lishi mumkin. Molekulaning dipol momenti undagi barcha kimyoviy bog'lar dipol momentlarining geometrik qo'shilish natijasida topilgan vektor uzunligi bilan ifodalanadi; bu yig'indi kattaligi ayni molekulaning geometrik tuzilishiga bog'liq. Masalan,  $CO_2$  molekulasida simmetrik tuzilishiga ega bo'lganligi uchun uning tarkibidagi ikkita  $C=O$  bog'lanishning dipol momenti vektorlari yig'indisi  $\mu=0$ , chunki bu bog'lanishlarning dipol momenti skalyar midorlari o'zaro teng, ammo vektorlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lganligi uchun o'zaro kompensatsiyalanadi. Shu sababdan,  $CH_4$ ,  $CCl_4$  kabi tetraedrik va  $SF_6$  kabi oktaedrik molekularning dipol momenti har bir bog' qutbli bo'lishiga qaramay nolga teng.

Molekula dipoliga uning tarkibidagi taqsimlanmagan elektron juftlar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan,  $\text{H}_3\text{N}$  va  $\text{NF}_3$  molekulari bir xil trigonal-piramidal shaklga ega. N-H bog'lanishning dipol momenti, N-F bog'lanishning dipol momentiga teng, lekin,  $\text{NH}_3$  ning elektron dipol momenti  $0,49 \cdot 10^{-29}$  Kl·m,  $\text{NF}_3$  niki esa  $0,07 \cdot 10^{-29}$  Kl·m. Buning sababi shundaki,  $\text{NH}_3$  molekulasida N- H bog'lanishning elektr momenti yo'nalishi bilan taqsimlanmagan elektron juftning elektr momenti bir tomonga yo'nalgan;  $\text{NF}_3$  da esa N-F bog'lanishning dipol momenti elektron juftlarning elektr momenti yo'nalishiga qarama-qarshidir. Shuning uchun  $\text{NF}_3$  da ular qisman o'zaro kompensatsiyalanadi,  $\text{NH}_3$  da kompensatsiyalanmaydi, aksincha o'zaro qo'shilishadi.

### 3.5. Donor-akseptorli bog'lanish

Yuqorida ko'rib o'tilgan kovalent bog'lanishlarning hosil bo'lish mexanizmini bog'lanuvchi atomlarning *juftlashmagan (toq) elektronlarning o'zaro juftlashishi mexanizmi* deyilsa, kovalent bog'lanish hosil bo'lishning yana bir mexanizmi *donor-akseptor mexanizmidir*. Bunday kimyoviy bog'lanish bitta atomning taqsimlanmagan juft elektronli orbitali bilan boshqa atomning bo'sh orbitali hisobiga vujudga keladi. Misol uchun:

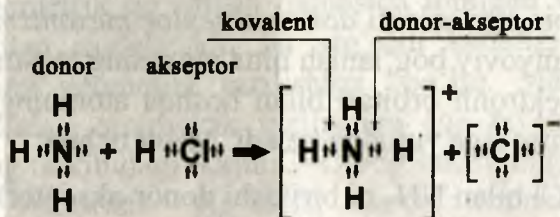
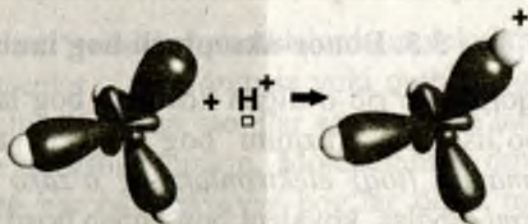
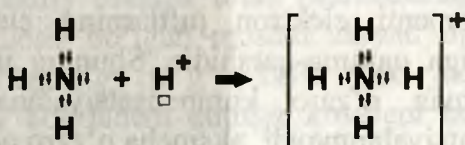
HCl bilan  $\text{NH}_3$  ni birikishi donor-akseptorli bo'ladi:



Ammiak molekulasida azot atomining taqsimlanmagan elektron jufti bo'r. Vodород ionida 1s – orbital bo'sh uni  $\text{H}^+$  deb belgilaymiz.

Ammoniy ioni hosil bo'lishida azotning taqsimlanmagan elektron jufti azot va vodorod atomlari uchun umumiy bo'lib, vodorod ionining zaryadi esa ammoniy ioni uchun umumiy bo'lib qoladi. Bog'lanish hosil bo'lishda o'zining taqsimlanmagan elektron juftini bag'ishlaydigan atom *elektronodonor*, uni qabul qiladigan (ya'ni bo'sh orbitali mavjud) atom *elektronoakseptor* deyiladi.

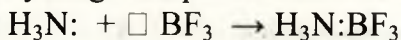
### AMMONIY IONINING HOSIL BO' LISHI



Bir atomning (elektrodonorning) ikki elektron jufti va boshqa atomning (elektronoakseptorning) bo'sh orbitali hisobiga kovalent bog'lanish hosil bo'lish mexanizmi donor-akseptorli mexanizm deyiladi. Shu yo'l bilan hosil bo'lgan kovalent bog'lanish *donor-akseptorli kovalent bog'lanish* deyiladi.

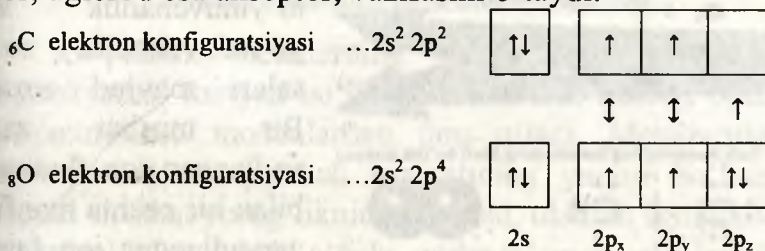


Masalan: Donor-akseptor bog‘lanish ikki xil molekula orasida ham yuzaga chiqishi mumkin. Masalan,



Bu yerda  $\text{NH}_3$  elektron juftli donor bo‘lib,  $\text{BF}_3$  bu elektron juft uchun akseptordir.

Is gazi CO molekulasida ham ichki donor-akseptor bog‘lanish mavjuddir. Uning grafik formulasini  $\text{C} \equiv \text{O}$  ko‘rinishda tasvirlanadi (3.1.-sxema). Bunda uglerod va kislorod atomlari orasida hosil bo‘ladigan ikkita kovalent bog‘lanish ularning toq elektronlarini o‘zaro juftlashishi hisobiga, uchinchi kovalent bog‘lanish donor-akseptor mexanizmi bo‘yicha hosil bo‘ladi. Kislorod donor, uglerod esa akseptor, vazifasini o‘taydi.

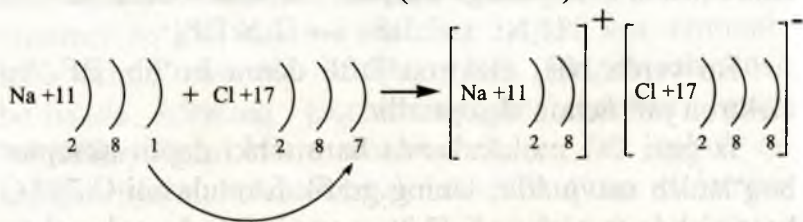


*3.1.-sxema. CO molekulasida uglerod va kislorod atomlari orasida donor-akseptor (uchinchi) bog‘lanishning hosil bo‘lishi.*

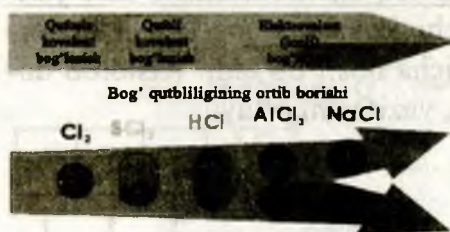
### 3.6. Ionli bog‘lanish

Ionli bog‘lanish elektromanfiylik qiymatlari bir-biridan keskin farq qiladigan ( $\Delta\chi > 2$ ) element atomlari (odatda, metall va metalmas atomlari) o‘rtasida vujudga keladi. Bunda elektromanfiyligi kichik element atomidan elektromanfiyligi katta element atomiga elektron sakrab o‘tadi, natijada ular qarama-qarshi zaryadli ionlarga

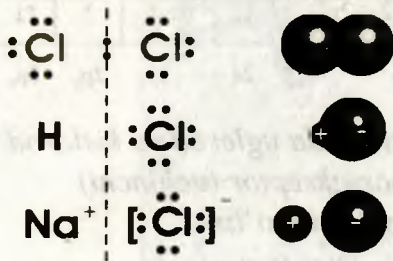
aylanadi. Bu ionlar o'zaro elektrostatik tortishish kuchlari vositasida o'zaro birikadi (3.2.-sxema).



3.2.-sxema. Natriy va xlor atomlari orasida ion bog'lanishning hosil bo'lishi.



Turli kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lish sxemasi

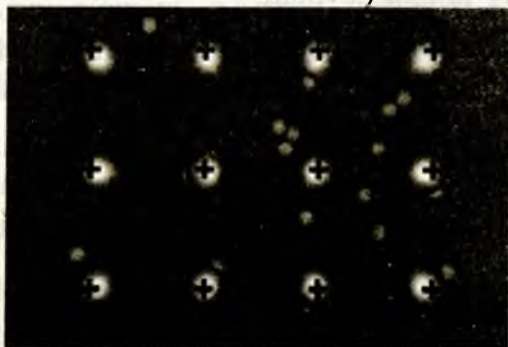


Ion bog'lanishda kovalent bog'lanishga XOS bo'lgan to'yinuvchanlik va yo'naluvchanlik xossalari mavjud emas. Bir musbat zaryadlangan ion (kation) bilan bir nechta manfiy zaryadlangan ion (anion)lar, shuningdek, bir anion bilan bir nechta kationlar elektrostatik tortishib bog'lanish hosil qiladi (3.7-rasm).

3.7-rasm. Kovalent va ionli bog'lanishlarning hosil bo'lishi.

### 3.7. Metall bog'lanish

*Erkin elektron*



3.8-rasm. Metallarda zarrachalarning tuzilishi

Ko'pchilik metallarning o'zi-ga xos bir necha xususiyatlari mavjud bo'lib, bu bilan ular boshqa oddiy va murakkab moddalardan farq qiladi. Metallarning suyuqlanish va qaynash haroratining yuqori bo'lishi, metall sirtidan yorug'likning qaytishi, ulardan issiqlik va elektr tokining yaxshi o'tishi, zarba ta'sirida yassilanishi kabi xossalar metallarning eng muhim fizik xossalari-dir. Bu xossalar faqat metallarda mavjud bo'lgan metall bog'lanish xususiyati bilan tushuntiriladi.

Ma'lumki, barcha metallar kristall moddalardir. Metall kristallaridagi panjara tugunlarining bir qismida ion joylashgan bo'ladi. Metallarning tashqi energetik pog'onalaridagi valent elektronlari atom yadrosi bilan kuchsiz bog'langani uchun oson uziladi. Uzilgan elektronlar atomlar va ionlar oralig'ida harakatlanib yuradi. Agar erkin elektron birorta elektronini yo'qotgan atomga (ionga) yaqin kelib qolsa, unga birikib, ionni neytral atomga aylantiradi. Demak, erkin elektronlar goh



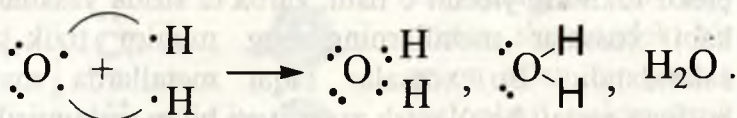
bir ion, goh ikkinchi ion atrofida harakatlanadi va metall kristallidagi barcha atomlar (ionlar) orasida bog‘lanish hosil qiladi. Kimyoviy bog‘lanishning bunday turi **metall bog‘lanish** deyiladi.

### 3.8. Birikmalardagi element atomlarining valentligi va oksidlanish darajasi

Elementning valentligi ham kimyoning asosiy tushunchalari qatoriga kiradi. Uning yordamida moddaning stexiometrik tarkibini aniqlash mumkin. Bu xususiyat atomning molekula hosil qilishida qatnashgan bog‘lovchi elektron juftlar soni bilan tavsiflanadi.

↓ Ayni atomning boshqa atomlar bilan hosil qilgan bog‘lanishlar soni shu elementning **valentligi** deb ataladi.

Bir atom kislorod ikki atom vodorodni o‘ziga biriktiradi, chunki uning 6 ta valent elektronlaridan 2 tasi juftlashmagan.



Kislorod har bir vodorod atomi bilan bir juftdan, jami 2 juft, umumlashgan elektron juftlari hosil qilgan. Shuning uchun kislorod bu birikmada 2 valentli. Har bir umumlashgan elektron juft bitta kimyoviy bog‘lanish bo‘lib, odatda, chiziqcha bilan belgilanadi. Hosil bo‘lgan suv molekulasining kimyoviy molekulyar formulasi  $\text{H}_2\text{O}$ . Bu formuladagi indeks ko‘rinishida yozilgan 2 raqami molekuladagi vodorod atomlari sonini bildiradi. Agar molekulyar formulada kimyoviy element belgi-

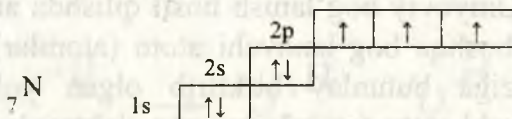


doim birga teng. Davriy sistemaning ikkinchi guruhi element-lari ikki valentli, alyuminiy esa hamisha uch valentli bo‘ladi. Bu elementlar *o‘zgarmas valentli elementlar* deyiladi.

Qolgan elementlarning valentliklari va oksidlanish darajalari birikmalarda o‘zgaruvchandir. Masalan, mis qizdirilganda, sharoitga ko‘ra, kislorod taqchilligida bir valentli bo‘lib  $\text{Cu}_2\text{O}$  hosil qiladi, mo‘l midorda olingan kislorodda qizdirilganda esa ikki valentli bo‘lib,  $\text{CuO}$  hosil qiladi. Demak, mis bir valentli ham, ikki valentli ham bo‘lishi mumkin.

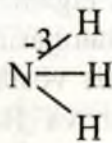
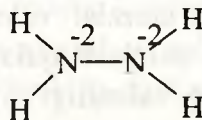
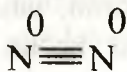
Azot o‘z birikmalarida 1, 2, 3 va 4 valentli bo‘la oladi.

Buni azot –  $\text{N}_2$ , gidrazin –  $\text{N}_2\text{H}_4$ , nitrat kislota –  $\text{HNO}_3$ , ammiak –  $\text{NH}_3$  misolida ko‘rib chiqamiz. Azot atomi elektronlarning kvant katakchalarida joylashuvi quyidagicha:



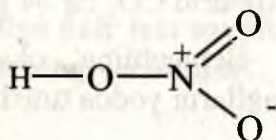
Bundan azotning uchta juftlashmagan elektroni bo‘lgani sababli u uchta kimyoviy bog‘lanish hosil qilishi mumkin va uning valentligi 3 ga teng bo‘ladi.

Molekuladagi atomlarning bir-biriga bog‘lanish tartibini ifodalovchi formulasi grafik yoki *tuzilish formulasi* deyiladi.





Yuqoridagi birikmalarning hammasida azot uch valentli bo'lib, azotning oksidlanish darajasi mos ravishda 0, -2, va -3 ga teng.  $\text{NH}_4^+$  ionida azot 4 valentli, lekin oksidlanish darajasi -3 ga teng.  $\text{HNO}_3$  molekulasida azotning valentligi 4, oksidlanish darajasi esa +5 ga teng bo'ladi.



Ikki atom o'rtasida hosil bo'lgan kimyoviy bog'lanishlar soni *bog' tartibi* deyiladi. Bog' tartibi 1 bo'lgan kimyoviy bog'lar oddiy bog' deyiladi. Oddiy bog' hosil qilgan kovalent bog'lanishlar doim  $\sigma$  - bog'lanish holatida bo'ladi. Bog' tartibi ikkiga teng bo'lsa, bunday bo'g'lanishlar qo'sh bog'lar deyiladi. Qo'sh bog' hosil bo'lishida bitta  $\sigma$ - va bitta  $\pi$  - bog'lanishlar ishtirok etadi. Uch bog'larda bog' tartibi 3 ga teng. Ularning bittasi  $\sigma$  va 2 tasi  $\pi$  - bog'lardir.

Elementlarning oksidlanish darajasini aniqlashda ko'pincha kislorodning oksidlanish darajasining - 2, vodorodning oksidlanish darajasini esa +1 deb qabul qilinadi. Masalan,  $\text{H}_2\text{O}$  da vodorodning oksidlanish darajasi +1, kislorodniki - 2, KI da esa, kaliyniki +1, yodniki - 1 ga teng. Shuni yodda tutish lozimki, har qanday molekulada uni tashkil qilgan atomlarning oksidlanish darajalari yig'indisi 0 ga teng bo'ladi, ya'ni molekula elektroneytraldir.

Ko'pchilik hollarda element atomining oksidlanish darajasi u hosil qiladigan bog'lanishlar soniga to'g'ri

kelmaydi, ya'ni shu element valentligiga teng emas. Bu, ayniqsa, organik birikmalar misolida yaqqol ko'rinadi. Ma'lumki, organik birikmalarda uglerodning valentligi 4 ga teng (4 ta bog'lanish hosil qiladi), lekin uglerodning oksidlanish darajasi metan  $\text{CH}_4$  da  $-4$ , metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  da  $-2$ , formaldegid  $\text{CH}_2\text{O}$  da  $0$ , chumoli kislota  $\text{HCOOH}$  da  $+2$ , karbonat angidrid  $\text{CO}_2$  da  $+4$  ga teng bo'ladi.

Birikmadagi elementning oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagilarni yodda tutish lozim:

1. Oddiy moddalardagi atomlar nol oksidlanish darajasiga ega.
2. Bir atomli ion oksidlanish darajasi uning zaryadiga teng.
3. Vodород metall gidridlarida  $-1$ , qolgan birikmalarida  $+1$  oksidlanish darajasiga ega.
4. Kislorod ko'pchilik birikmalarda  $-2$ , fluor bilan birikmalarida  $+2$ , peroksidlarda ( $\text{H-O-O-H}$ )  $-1$  oksidlanish darajasiga ega.
5. Fluor va barcha birikmalarida  $-1$  oksidlanish darajasiga ega.
6. Ishqoriy metallar barcha birikmalarida  $+1$  oksidlanish darajasiga ega.
7. II guruh bosh guruhcha elementlari barcha birikmalarida  $+2$  oksidlanish darajasiga ega.
8. Ko'p elementlar o'zgaruvchan oksidlanish darajalariga ega.

9. Elementning eng yuqori oksidlanish darajasi uning davriy sistemada joylashgan guruh raqamiga teng.

10. Metallaslarning (kremniydan tashqari) vodorod bilan birikmalarida oksidlanish darajalari -4 dan (IV guruh elementlari) -1 gacha (VII guruh elementlari) o'zgaradi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Brom atomining kovalent radiusi 0,114 nm ga teng. Agar vodorod atomining kovalent radiusi 0,030 nm ga teng bo'lsa, brom molekulasida va vodorod bromidida yadrolararo masofalarni aniqlang.

A) 0,114; 0,053; B) 0,258; 0,03;

C) 0,117; 0,372; D) 0,228; 0,144.

**Yechish:**

*Kovalent radius* bu kovalent bog'lanish hosil qilgan atom yadrosidan atom orbitallarining qoplanish sohasining markazigacha bo'lgan masofadir (3.9.-rasm).



3.9.-rasm. Kovalent bog'lanishli ikki atom elektron bulutlarining qoplanish sohasi markazidan yadrogacha bo'lgan masofa – kovalent radius(*a*) va (*b*)larning aniqlanishi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ikki yadro orasidagi masofani ikki atomning kovalent radiuslarini bir-biriga qo'shib hisoblash mumkin.



kelmaydi, ya'ni shu element valentligiga teng emas. Bu, ayniqsa, organik birikmalar misolida yaqqol ko'rinadi. Ma'lumki, organik birikmalarda uglerodning valentligi 4 ga teng (4 ta bog'lanish hosil qiladi), lekin uglerodning oksidlanish darajasi metan  $\text{CH}_4$  da -4, metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  da -2, formaldegid  $\text{CH}_2\text{O}$  da 0, chumoli kislova  $\text{HCOOH}$  da +2, karbonat angidrid  $\text{CO}_2$  da +4 ga teng bo'ladi.

Birikmadagi elementning oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagilarni yodda tutish lozim:

1. Oddiy moddalardagi atomlar nol oksidlanish darajasiga ega.

2. Bir atomli ion oksidlanish darajasi uning zaryadiga teng.

3. Vodorod metall gidridlarida -1, qolgan birikmalarida +1 oksidlanish darajasiga ega.

4. Kislorod ko'pchilik birikmalarda -2, fluor bilan birikmalarida +2, peroksidlarda ( $\text{H-O-O-H}$ ) -1 oksidlanish darajasiga ega.

5. Fluor va barcha birikmalarida -1 oksidlanish darajasiga ega.

6. Ishqoriy metallar barcha birikmalarida +1 oksidlanish darajasiga ega.

7. II guruh bosh guruhcha elementlari barcha birikmalarida +2 oksidlanish darajasiga ega.

8. Ko'p elementlar o'zgaruvchan oksidlanish darajalariga ega.

9. Elementning eng yuqori oksidlanish darajasi uning davriy sistemada joylashgan guruh raqamiga teng.

10. Metallmaslarning (kremniydan tashqari) vodorod bilan birikmalarida oksidlanish darajalari -4 dan (IV guruh elementlari) -1 gacha (VII guruh elementlari) o'zgaradi.

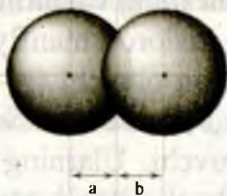
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Brom atomining kovalent radiusi 0,114 nm ga teng. Agar vodorod atomining kovalent radiusi 0,030 nm ga teng bo'lsa, brom molekulasida va vodorod bromidagi yadrolararo masofalarni aniqlang.

- A) 0,114; 0,053; B) 0,258; 0,03;  
C) 0,117; 0,372; D) 0,228; 0,144.

#### Yechish:

*Kovalent radius* bu kovalent bog'lanish hosil qilgan atom yadrosidan atom orbitallarining qoplanish sohasining markazigacha bo'lgan masofadir (3.9.-rasm).



3.9.-rasm. Kovalent bog'lanishli ikki atom elektron bulutlarining qoplanish sohasi markazidan yadrogacha bo'lgan masofa – kovalent radius(*a*) va (*b*)larning aniqlanishi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ikki yadro orasidagi masofani ikki atomning kovalent radiuslarini bir-biriga qo'shib hisoblash mumkin.

a) brom molekulasidagi bog' uzunligini hisoblaymiz:

$$a + a = 0,114 + 0,114 = 0,228 \text{ nm};$$

B) H – Br bog' uzunligini hisoblaymiz:

$$a + b = 0,114 + 0,03 = 0,144 \text{ nm. (D javob to'g'ri).}$$

**2-misol.** Kaliy permanganatning grafik formulasida nechta  $\sigma$  va  $\pi$  bog'lari mavjud?

A) 3  $\sigma$  va 3  $\pi$ ; B) 4  $\sigma$  va 4  $\pi$ ;

C) 3  $\sigma$  va 4  $\pi$ ; D) 5  $\sigma$  va 3  $\pi$ .

**Yechish:**

a) Kaliy permanganat  $\text{KMnO}_4$  molekulasidagi elementlarning valentligi va oksidlanish darajalarini aniqlaymiz. Kaliy I guruh asosiy guruhcha elementi bo'lib, barcha birikmalarida I valentli va +1 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Kislorod esa aksariyat birikmalarida -2 oksidlanish darajasiga ega. Marganesning oksidlanish darajasi  $x$  bilan belgilansa, molekulaning elektroneytralligidan quyidagi bir noma'lumli tenglama kelib chiqadi:

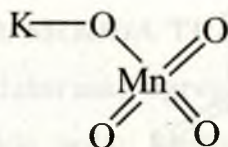
$$+1 + x + 4 \cdot (-2) = 0$$

$$x = 8 - 1 = 7$$

Demak, marganesning valentligi VII ga teng.

b) Molekulada kislorod manfiy oksidlanish darajasiga ega, ya'ni elektron oluvchi ( $\chi = 3,5$ ), kaliy ( $\chi = 0,8$ ) va marganes ( $\chi = 1,5$ ) musbat oksidlanish darajasiga ega, ya'ni elektron beruvchi. Ularning ichida valentligi eng yuqorisi Mn bo'lib, markaziy atom vazifasini o'taydi. Uning atrofini 4 ta kislorod qamrab olgan. Mn ning 7 ta valentligini 4 ta kislorodga taqsimlasak, 3 ta kislorodga juft, ya'ni qo'sh bog', 1 ta kislorodga yakka – oddiy bog' taqsimlanadi. Oddiy bog' taqsimlangan kislorod atomi ikkinchi bog'ni kaliy bilan o'zaro hosil qiladi:





d) molekulada 3 ta qo'sh bog', ikkita oddiy bog' mavjud. Qo'sh bog'larning bittasi  $\sigma$ , bittasi  $\pi$  – bog'lanish bo'lishi ma'lum. Demak,  $\text{KMnO}_4$  molekulasida 5 ta  $\sigma$ , 3 ta  $\pi$  bog' mavjud. (**D javob to'g'ri**).

**3-misol.** Quyidagi molekullarning gibrizlanish holati to'g'ri keltirilgan qatorni tanlang. 1)  $\text{SO}_3$ ; 2)  $\text{COF}_2$ ; 3)  $\text{CS}_2$ ; 4)  $\text{SO}_2$ ;

A)  $sp^2$ ;  $sp^2$ ;  $sp$ ;  $sp^2$ ;

B)  $sp^2$ ;  $sp^3$ ;  $sp^2$ ;  $sp$ ;

C)  $sp^2$ ;  $sp^2$ ;  $sp^2$ ;  $sp^2$ ;

D)  $sp^3$ ;  $sp$ ;  $sp^2$ ;  $sp^2$ .

**Yechish:**

a) Har bir molekullarning oksidlanish darajalarini aniqlaymiz:

$\text{S}^x\text{O}_3$  da S ning oksidlanish darajasi:

$$x + 3 \cdot (-2) = 0; x = +6.$$

$\text{C}^x\text{O}^{-2}\text{F}^{-1}_2$  da C ning oksidlanish darajasi:

$$x + (-2) + 2 \cdot (-1) = 0;$$

$$x = 2 + 2 = +4.$$

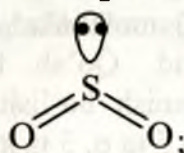
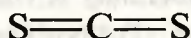
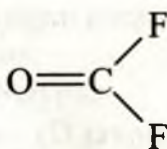
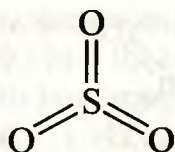
$\text{C}^x\text{S}^{-2}_2$  da C ning oksidlanish darajasi:  $x + 2 \cdot (-2) = 0$ ;

$$x = +4.$$

$\text{S}^x\text{O}^{-2}_2$  da S ning oksidlanish darajasi:  $x + 2 \cdot (-2) = 0$ ;

$$x = +4.$$

b) oksidlanish darajalaridan foydalanib, tuzilish formulalarini keltirib chiqaramiz:



d)  $\text{SO}_3$  molekulasida 3 ta  $\sigma$  va 3ta  $\pi$  bog' bor. Atom orbitallarining gibridlanishi faqat  $\sigma$  bog'larning hosil bo'lishida sodir bo'lishini hisobga olib, 3 ta orbitalning bittasi s-, ikkitasi p-orbitallarning o'zaro gibridlanib  $sp^2$  gibrid orbital hosil qilganini aniqlaymiz.

$\text{COF}_2$  molekulasida 3 ta  $\sigma$  va 1 ta  $\pi$  bog' mavjud. Gibridlanish turi –  $sp^2$ .

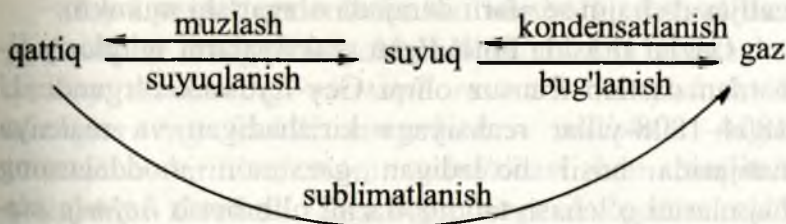
$\text{CS}_2$  molekulasida 2 ta  $\sigma$  va 2 ta  $\pi$  bog' mavjud. Gibridlanish turi –  $sp$ .

$\text{SO}_2$  molekulasida 2 ta  $\sigma$  va 2 ta  $\pi$  bog' bo'lib, ularning hosil bo'lishida markaziy atom – S ning 6 ta valent elektronidan 4 tasi bog'lanishlar hosil qilishda qatnashgan. Qolgan ikkita valent elektronlar oltingugurtning uchinchi gibrid orbitalida bo'lib, taqsimlanmagan elektronlar juftini tashkil qiladi. Demak, oltingugurt valent elektronlari  $\text{SO}_2$  da uchta gibridlangan orbitallarda joylashgan, shuning uchun S atom orbitallarining gibridlanish turi –  $sp^2$ . (A javob to'g'ri).

## 4-BOB. MODDA TUZILISHI

### 4.1. Moddalarning agregat holatlari

Har qanday modda tashqi sharoitga qarab uch xil agregat holatda – qattiq, suyuq va gaz holatida bo‘lishi mumkin. Moddalarning agregat holati uni tashkil qilgan zarrachalar (molekula, atom, ion) orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlari va unga qarama-qarshi bo‘lgan tartibsizlik harakati, ichki energiya parametrlariga bog‘liq. Agar zarrachalararo ta’sir kuchlari ichki energiyadan yuqori bo‘lsa, bunday sharoitda modda past (suyuq yoki qattiq) agregat holatida bo‘ladi. Tashqi ta’sirlar natijasida ichki energiyaning ortishi zarrachalararo ta’sir kuchlarining uzilishiga olib keladi. Natijada modda yuqori (suyuq yoki gaz) agregat holatiga o‘tadi. Agregat holatlari orasidagi o‘tish jarayonlari quyidagicha bo‘lishi mumkin:



Hamma moddalar ham 3 xil agregat holatda bo‘la olmaydi. Masalan, qattiq holdagi  $\text{CaCO}_3$  qizdirilganda suyuq holatga o‘tmasdan parchalanib ketadi. Shuningdek, yod qattiq holatdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri gaz holatga o‘tib ketadi. Lekin deyarli barcha moddalar qattiq holatga erisha oladi. Agar sistemaning ichki energiyasi pasaytirilsa, sistemani tashkil qilgan zarrachalarining harakati susayadi va tartibli joylashadi. Qattiq ho-



latida moddani tashkil qiluvchi zarrachalar tartibli holatda deyarli harakatsiz bo'ladi. Bunday holat kristall holat deyiladi. Harorat 0 K, ya'ni  $-273,15^{\circ}\text{C}$  haroratda barcha modda molekulari harakatsiz holatda kristall tuzilishida bo'ladi. Ammo, bunday haroratga erishish amalda mumkin emas.

#### 4.2. Gaz holati. Gey-Lyussakning hajmiy nisbatlar qonuni. Avogadro qonuni

Kimyo sanoatida xalq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan ko'pchilik mahsulotlarni ishlab chiqarishda gaz moddalardan foydalaniladi. Shu sababli gaz moddalarning miqdoriy tavsifiga doir ma'lumotlar bilan tanishib chiqish lozim.

Gaz moddalarda uni tashkil qilgan zarrachalar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlari juda zaif bo'ladi. Shuning uchun, moddaning bu agregat holatida tashqi ta'sir natijasida hajm sezilarli darajada o'zgarishi mumkin.

Gazlar orasida bo'ladigan reaksiyalarni miqdoriy jihatdan dastlab fransuz olimi Gey-Lyussak o'rgandi. U 1804–1808-yillar reaksiyaga kirishadigan va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazsimon moddalarning hajmlarini o'lchash tadqiqotlarini olib borib **hajmiy nisbatlar qonunini** kashf qildi va unga quyidacha ta'rif berdi:

➤ Reaksiyaga kirishadigan gazlar hajmlarining bir-biriga nisbati va reaksiyada hosil bo'ladigan gazsimon mahsulotlar hajmlariga nisbati kichik butun sonlar nisbati kabi bo'ladi.

Bu qonun reaksiyada ishtirok etadigan gazlarning hajmlari bir xil bosim va haroratda o'lchangan sharoitda amal qiladi.

Masalan, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan suvning qaynash haroratidan yuqori haroratda reaksiyaga kirishganda 2 hajm suv bug'i hosil bo'ladi. 1 hajm vodorod 1 hajm xlor bilan birikib, 2 hajm vodorod xloridni hosil qiladi.



O'sha davr mashhur kimyogari Berseliusning fikriga ko'ra, bir xil sharoitda olingan va hajmlari teng bo'lgan gazlardagi atomlar soni o'zaro teng bo'lishi kerak edi. Ammo bu taxmin Gey-Lyussak tajribalarida isbotlanmadi. Berseliusning fikri to'g'ri bo'lganda edi, 1 hajm vodorod bilan 1 hajm xlordan 1 hajm vodorod xlorid hosil bo'lishi kerak edi. Xolbuki, tajribada 2 hajm vodorod xlorid hosil bo'lgan.

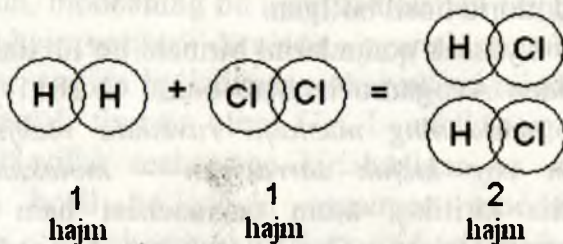
Gey-Lyussak qonunlarini birinchi bo'lib italyan fiziigi Amedeo Avogadro izohlab berdi. U 1811-yilda har qanday *moddaning mustaqil ravishda mavjud bo'la oladigan eng kichik zarrachasi – molekula* degan tushuncha kiritilsa, atom tushunchasi ham saqlanib qolinishini ko'rsatdi. Shu bilan birga Avogadro *oddiy moddalarning molekulari elementar atomlarning aynan o'zi emasligini*, oddiy moddalarning molekulari, bir xil atomlar-ning bir nechtasidan tuzilgan bo'lishi mumkinligini ta'kidladi.

Avogadro gipotezasining asosiy qoidasi quyidagicha:

↘ Bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) va teng hajmda olingan turli gazlarning molekulari soni o'zaro teng bo'ladi.

Avogadro gipotezasi reaksiyaga kirishadigan va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazlarning hajmlari orasidagi oddiy nisbatlarni izohlabgina qolmay, balki oddiy va murakkab gazlarning molekularidagi atomlar soni to'g'risida ham muhim xulosalarni chiqarishga imkon berdi. Keyinchalik Avogadro gipotezasi ko'pgina eksperimental tajribalar bilan tasdiqlandi va 1860-yildan boshlab **Avogadro qonuni** deb tan olindi.

Masalan, 1 hajm vodorod 1 hajm xlor bilan birikib, 2 hajm vodorod xlorid hosil bo'lishi quyidagicha izohlanadi: vodorod va xlorning har bir molekulasini ikki atomdan iborat; vodorodning bitta atomi xlorning bitta atomi bilan birikib, bitta vodorod xlorid molekulasini hosil qiladi; vodorodning ikkinchi atomi esa xlorning ikkinchi atomi bilan birikib, yana bir vodorod xlorid molekulasini hosil qiladi; shunday qilib,



Avogadro qonunidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1) *Oddiy gazlarning molekulari ikki atomdan iborat.*

Molekulyar massalarni aniqlash shuni ko'rsatdiki, oddiy gazlarning molekulari ikki atomdan ( $\text{H}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) nodir gazlarning molekulasini esa bir atomdan tarkib topgan ( $\text{He}$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{Xe}$ ,  $\text{Rn}$ ). Nodir gazlar uchun «molekula» va «atom» tushunchalari teng qiymatlidir.



Lekin gaz holdagi ayrim oddiy moddalarning molekullari uch va undan ko'p atomlardan tarkib topgan, masalan ozon  $O_3$ , fosfor  $P_4$  molekullari, o'rtacha haroratda oltinugurt bug'lari  $S_8$ .

2) *Gazsimon moddalarning hajmi va miqdori uning tarkibidagi zarracha (molekula, atom)lar soniga bevosita bog'liqdir.* Bir xil miqdordagi modda molekullari soni bir-biriga teng bo'ladi.

Bir vodorod atomining massasi  $1,66 \cdot 10^{-24}$  g ga tengligini hisobga olib, uning 1 grammida (vodorod atomi 1 moli) atomlar sonini hisoblab topish mumkin:

$$N_H = \frac{1}{1,66 \cdot 10^{-24}} = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

Vodorod gazida zarrachalar atom holida emas, balki ikki vodorod atomidan tashkil topgan  $H_2$  tarkibga ega bo'lgan molekullardan iborat ekanligini hisobga olib, uning 2 g miqdorida  **$6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula** bo'lishini aniqlash mumkin. Bu miqdor vodorodning **1 mol miqdori** deyiladi.

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

4) *Normal sharoitda,  $0^\circ C = 273,15 K$  harorat va  $101,325 kPa$  bosimda bir mol miqdordagi gaz  $22,4 l$  hajmini egallaydi.* Bu hajm gazning normal sharoitdagi **molyar hajmi** (aniq qiymati  $22,414 l/mol$ ) deyiladi. Gaz hajmining uning miqdoriga nisbati shu gazning molyar hajmiga teng:  $V_M = V_X / n_X$ .

5) *Bir xil sharoitda teng hajmda olingan ikki gaz massalari orasidagi nisbat shu gazlarning molekulyar massalari orasidagi nisbatga teng:*

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

Bir xil sharoitda o'lchangan bir gazni ( $X$ ) ma'lum hajmi massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz ( $Y$ ) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi ( $D_Y(X)$  harfi bilan ifodalanadi):

$$\frac{M_x}{M_y} = D_Y(X); \text{ bundan } M_x = M_y(X) \cdot D_y.$$

Demak, har qanday moddaning  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta zarrachadan tashkil topgan qismi shu moddaning bir mol miqdori deyiladi. Moddaning mol miqdorini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$n_x = \frac{m_x}{M_x}; \quad n_x = \frac{N_x}{N_A} = \frac{N_x}{6,02 \cdot 10^{23}}; \quad n_x = \frac{V_x}{V_M}$$

Bu yerda  $n_x$  – moddaning mol miqdori,  $m_x$  – moddaning massasi (g),  $N_x$  – moddadagi zarrachalar soni,  $V_x$  – moddaning hajmi.

### 4.3. Gazlarning zichligi va nisbiy zichligi haqida tushuncha

Agar har xil gazlardan bir xil sharoitda 1 l dan olinsa, ulardagi molekularlar soni teng bo'ladi. Ammo olingan gazlarning massalari har xil bo'ladi, chunki molekularlar soni teng bo'lgani holda, bir gaz molekulasining massasi ikkinchi gaz molekulasiga teng emas. Yuqorida aytib o'tilganidek, **bir xil sharoitda teng hajmdagi gazlar massalarining o'zaro nisbati gazlarning nisbiy zichligi** deb ataladi. Masalan, kislorodning vodorodga nisbatan zichligi:

$$D_{H_2}(O_2) = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} = \frac{32}{2} = 16.$$

✦ Har qanday gazsimon modda ( $X$ )ning zichligi uning hajm birligidagi (1 litr) massasi bo'lib,  $\rho$ -bilan belgilanadi;  $\rho_x = \frac{m_x}{V_x}$  birligi g/l, kg/m<sup>3</sup>.

Normal sharoit (n.sh.)da  $\rho_x = \frac{M_x}{22,4}$ .

Avogadro qonunidan foydalanib, masalalar ishlashda quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

1. Moddaning berilgan massasidan foydalanib, undagi molekular sonini, hajmini (n.sh.) (agar u modda gaz yoki gaz holatiga o'ta oladigan bo'lsa) aniqlash.

$$N_x = \frac{m_x}{M_x} \cdot N_A; \quad V_x = \frac{m_x}{M_x} \cdot V_M; \quad n_x = \frac{m_x}{M_x},$$

bunda  $N_x$  - modda molekulari soni;  $N_A$  - Avogadro soni ( $6,02 \cdot 10^{23}$ ) o'zgarmas qiymat;  $m_x$  - modda massasi g (kg);  $M_x$  - moddaning molyar massasi g/mol (kg/kmol);  $V_x$  - gaz modda hajmi l ( $m^3$ );  $V_M$  - gaz modda molyar hajmi l ( $m^3$ );  $n_x$  - modda miqdori, mol (kmol).

2. Moddaning berilgan hajmidan (n.sh.) foydalanib, uning massasini, undagi molekular sonini topish.

$$m_x = \frac{V_x}{22,4} \cdot M_x; \quad N_x = \frac{V_x}{22,4} \cdot N_A; \quad n_x = \frac{V_x}{22,4}.$$

3. Moddaning molekular sonidan foydalanib, uning massasini, hajmini (n.sh.) topish.

$$m_x = \frac{N_x}{N_A} \cdot M_x; \quad V_x = \frac{N_x}{N_A} \cdot 22,4; \quad n_x = \frac{N_x}{N_A}.$$

4. Modda miqdoridan foydalanib, modda massasini, undagi molekular sonini hamda hajmini (n.sh.) topish.



$$m_x = n_x \cdot M_x; \quad N_x = n_x \cdot N_A; \quad V_x = n_x \cdot 22,4.$$

↓ Bir nechta gazlar aralashmasining umumiy hajmi ( $V_{ar}$ ) ularni tashkil qilgan gazlarning parsial hajmlari yig'indisidan iborat:  $V_{ar} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ .

↓ *Parsial hajm* deb aralashmadagi gaz miqdori-ning ayni sharoitda egallashi mumkin bo'lgan hajmiga aytiladi.

Gazlar aralashmasidagi bir gaz ( $X$ ) parsial hajmi ( $V_x$ ) ning aralashmaning umumiy hajm ( $V_{ar}$ )ga nisbati shu gazning aralashmadagi hajmiy ulushi ( $\varphi_x$ ) deyiladi:

$$\varphi_x = \frac{V_x}{V_{ar}}; \quad \varphi_{x,\%} = \frac{V_x}{V_{ar}} \cdot 100\%.$$

Gazlarning hajmiy ulushlari ularning aralashmadagi mol ulushlariga teng, chunki Avogadro qonuniga binoan har qanday gazlarning hajmi bilan uning tarkibidagi zarrachalar soni va mol miqdori bevosita bog'liq. Shunday ekan, aralashmadagi gazning mol ulushi quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_x = \frac{n_x}{n_{um}},$$

bu yerda,  $\eta_x$  –  $X$  gazning aralashmadagi mol ulushi,  $n_x$  – aralashmadagi  $X$  gazning mol miqdori,  $n_{um}$  – aralashmadagi barcha gazlarning mol miqdorlari yig'indisi ( $n_{um} = n_1 + n_2 + \dots + n_n$ ).

Agar aralashmaning miqdori bir mol deb qabul qilinsa, aralashmadagi gazlarning mol ulushlari, ularning aralashmadagi mol miqdoriga, shu bilan birga hajmiy ulushiga ham teng bo'ladi. Bir mol aralashmaning massasi esa uning molyar massasi ( $M_{ar}$ ) bo'lib, quyidagicha hisoblanadi:

$$M_{ar} = M_1 \cdot \eta_1 + M_2 \cdot \eta_2 + M_3 \cdot \eta_3 + \dots + M_n \cdot \eta_n$$

yoki

$$M_{ar} = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2 + M_3 \cdot \varphi_3 + \dots + M_n \cdot \varphi_n$$

Bu yerda  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_n$  – aralashmadagi gazlarning mol ulushlari,  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_n$  – aralashmadagi gazlarning hajmiy ulushlari.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Kislorodga nisbatan zichligi 2 ga teng bo‘lgan gazning molekulyar massasini toping.

A) 16 ; B) 32; C) 48; D) 64.

**Yechish:**

$$\frac{M_x}{M_{O_2}} = D_{O_2}(X), \text{ bundan } M_x = M_{O_2} \cdot D_{O_2}(X)$$

formulasidan foydalanib, gazning molyar massasini hisoblaymiz:

$$M_x = 2 \cdot 32 = 64 \text{ g/mol.}$$

**Javob:** Gazning molyar massasi 64 g/mol ga teng. (D javob to‘g‘ri).

**Eslatma.** Havo gazlar aralashmasi bo‘lib uning molyar massasini asosiy qismini (hajm bo‘yicha 78%) azot, qolgan qismini (21%) kislorod va (1%) argon va boshqa gazlar tashkil qiladi. Shuning uchun:

$$M_{havo} = 0,78 \cdot M_{N_2} + 0,21 \cdot M_{O_2} + 0,01 \cdot M_{ar} = 0,78 \cdot 28 + 0,21 \cdot 32 + 0,01 \cdot 40 \approx 29 \text{ g/mol.}$$

**2-misol.** Massasi 8,4 g bo‘lgan neonning hajmini (l, n.sh.) toping.

A) 4,7 l; B) 9,41 l; C) 18.82 l; D) 10 l.

**Yechish:**  $V_x = \frac{m_x}{M_x} \cdot 22,4$  formuladan foydalanib gazning hajmini hisoblash mumkin:

$$V_{Ne} = \frac{8,4}{20} \cdot 22,4 = 9,41 \text{ l.}$$

**Javob:** 8,4 g neon normal sharoitda 9,41 l hajmni egallaydi. (**B javob to'g'ri**).

**3-misol.** 15 l (n.sh.) ammiakning massasini aniqlang. Shu hajmda necha mol gaz bor?

- A) 11,38 g; 0,67 mol;                      B) 17 g; 1 mol;  
C) 34 g; 2 mol;                              D) 22,76 g; 1,34 mol.

**Yechish:**

*1-usul.* Formuladan foydalanib, quyidagi natijani olamiz;

$$m_{NH_3} = \frac{V_{NH_3}}{22,4} \cdot M_{NH_3} = \frac{15}{22,4} \cdot 17 = 11,38 \text{ g};$$

$$n_{NH_3} = \frac{V_{NH_3}}{22,4} = \frac{15}{22,4} = 0,67 \text{ mol}$$

*2-usul.* Ammiakning molyar massasi 17 g/mol ga teng. ( $M_{NH_3} = 14 + 3 \cdot 1 = 17$  g/mol) 17 g ammiak normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi.

Proporsiya tuziladi:

17 g ammiak normal sharoitda    22,4 l hajmni egallaydi  
x g ammiak normal sharoitda    15 l hajmni egallaydi

$$x = \frac{17 \cdot 15}{22,4} = 11,38 \text{ g.}$$

**Javob:** 15 l (n.sh.) ammiak 11,38 g bo'lib, 0,67 molni tashkil etadi. (**A javob to'g'ri**).



**4-misol.** 25 g Bertolle tuzi tarkibidagi molekular sonini hisoblang.

- A)  $2,46 \cdot 10^{23}$ ; B)  $1,23 \cdot 10^{23}$ ;  
C)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ; D)  $1.204 \cdot 10^{23}$ .

**Yechish:**

*1-usul.* Formulaga muvofiq, Bertolle tuzi tarkibidagi molekular soni quyidagicha:

$$N_{KClO_3} = \frac{m_{KClO_3}}{M_{r(KClO_3)}} \cdot N_A = \frac{25}{122,5} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,23 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$$

*2-usul.* Bertolle tuzining molyar massasi 122,5 g/mol dan foydalanib, quyidagicha proporsiya tuzamiz:

122,5 g  $KClO_3$  da  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula bor  
25 g  $KClO_3$  da x ta molekula bor

$$x = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 25}{122,5} = 1,23 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$$

**Javob:**  $1,23 \cdot 10^{23}$  ta molekula bor. (**B javob to'g'ri**).

**5-misol.** 3 l (n.sh.) havo tarkibidagi molekular sonini toping.

- A)  $8,06 \cdot 10^{22}$ ; B)  $4,03 \cdot 10^{22}$ ;  
C)  $12,04 \cdot 10^{23}$ ; D)  $4,03 \cdot 10^{23}$ .

**Yechish:**

*1-usul.* Modda hajmi bilan molekular orasidagi bog'liqlikdan foydalanib, havo molekulari sonini hisoblaymiz.

$$N_{(havo)} = \frac{V_{(havo)}}{22,4} \cdot N_A = \frac{3}{22,4} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,806 \cdot 10^{23} = 8,06 \cdot 10^{22} \text{ ta.}$$

*2-usul.* Proporsiya tuzamiz:

22,4 l (n.sh.) havo tarkibida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula bor  
3 l (n.sh.) havo tarkibida x ta molekula bor

$$x = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3}{22,4} = 0,806 \cdot 10^{23} = 8,06 \cdot 10^{22} \text{ ta.}$$

**Javob:** 3 l (n.sh.) havo tarkibida  $8,06 \cdot 10^{22}$  ta molekula bor. (A javob to'g'ri).

**6-misol.**  $12,04 \cdot 10^{21}$  ta vodorod atomlariga ega bo'lgan sulfat kislota massasini toping.

A) 0,245 g; B) 0,49 g;

C) 0,98 g; D) 1,96 g;

**Yechish:**

Bu masalani ishlashda quyidagi stexiometrik qonuniyatdan foydalanamiz:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}$

98 g sulfat kislota  $12,04 \cdot 10^{23}$  ta vodorod atomi bor,

x g sulfat kislota  $0,1204 \cdot 10^{23}$  ta vodorod atomi bor.

$$x = \frac{98 \cdot 0,1204 \cdot 10^{23}}{12,04 \cdot 10^{23}} = 0,98 \text{ g.}$$

**Javob:** sulfat kislota massasi 0,98 g. (C javob to'g'ri).

**7-misol.** Tarkibida 30 hajm kislorod, 20 hajm azot va 50 hajm geliy bo'lgan gazlar aralashmasining molyar massasini hisoblang.

A) 17,2; B) 34,4; C) 18,5; D) 16,2.

**Yechish:**

*1-usul:*

a) Berilgan gazlar aralashmasining hajmini hisoblaymiz:

$$V_{ar} = V_{O_2} + V_{N_2} + V_{He} = 30 + 20 + 50 = 100 \text{ hajm;}$$

b) har bir gazning hajmiy ulushlarini hisoblaymiz:

$$\varphi_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_{ar}} = \frac{30}{100} = 0,3; \quad \varphi_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{V_{ar}} = \frac{20}{100} = 0,2;$$

$$\varphi_{He} = \frac{V_{He}}{V_{ar}} = \frac{50}{100} = 0,5;$$

d) aralashmaning o'rtacha molyar massasini hisoblaymiz:

$$M_{ar} = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2 + M_3 \cdot \varphi_3 + \dots + M_n \cdot \varphi_n = \\ = 32 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,5 = 17,2$$

2-usul:

a) miqdorlari (%) hajm jihatdan berilgan gaz moddalar hajmlarini aniqlaymiz. Agar gazlar aralashmasi 100 l bo'lsa, undagi gazlar hajmlari quyidagicha bo'ladi:

$$V_{O_2} = 100 \cdot 0,30 = 30 \text{ l}, \quad V_{N_2} = 100 \cdot 0,20 = 20 \text{ l},$$

$$V_{He} = 100 \cdot 0,50 = 50 \text{ l};$$

b) ma'lum hajmdagi gazlar tegishli massalarini aniqlaymiz:

$$m_x = \frac{V_x}{22,4} \cdot M_x \text{ dan foydalanib,}$$

$$m_{O_2} = \frac{30}{22,4} \cdot 32 = 42,86 \text{ g}; \quad m_{N_2} = \frac{20}{22,4} \cdot 28 = 25 \text{ g};$$

$$m_{He} = \frac{50}{22,4} \cdot 4 = 8,93 \text{ g};$$

d) gazlarning umumiy hajmi va umumiy massasidan foydalanib, proporsiya tuzish orqali gazlar aralashmasining molyar massalarini aniqlaymiz.

$$V_{um} = V_{O_2} + V_{N_2} + V_{He} = 30 + 20 + 50 = 100 \text{ l};$$

$$m_{um} = m_{O_2} + m_{N_2} + m_{He} = 42,86 + 25 + 8,93 = 76,79 \text{ g}$$

$$100 \text{ l aralashma (n.sh.da)} \quad 76,79 \text{ g},$$

$$22,4 \text{ l aralashma (n.sh.da)} \quad x \text{ g};$$

$$x = \frac{22,4 \cdot 76,79}{100} = 17,2 \text{ g/mol.}$$



**Javob:** Gazlar aralashmasining o'rtacha molekulyar massasi 17,2 ga teng. (A javob to'g'ri).

**8-misol.** Massa jihatidan tarkibi 32,6% uglerod (IV) oksid, 36,2% argon va 31,2% azotdan tashkil topgan aralashmaning molekulyar massasi qanday? Aralashmadagi tarkibiy qismlarning hajmiy ulushlarini hisoblang.

A) 36,2 g/mol;  $\omega_{\%,CO_2} = 26,8 \%$ ,  $\omega_{\%,N_2} = 40,4 \%$ ,  
 $\omega_{\%,Ar} = 32,7 \%$ ;

B) 18,1 g/mol;  $\omega_{\%,CO_2} = 40,4 \%$ ,  $\omega_{\%,N_2} = 26,8 \%$ ,  
 $\omega_{\%,Ar} = 32,7 \%$ ;

C) 73 g/mol;  $\omega_{\%,CO_2} = 32,7 \%$ ,  $\omega_{\%,N_2} = 40,4 \%$ ,  
 $\omega_{\%,Ar} = 26,8 \%$ ;

D) 36,5 g/mol;  $\omega_{\%,CO_2} = 40,4 \%$ ,  $\omega_{\%,N_2} = 32,7 \%$ ,  
 $\omega_{\%,Ar} = 26,8 \%$ .

**Yechish:**

Bu masala yuqoridagi masalaga o'xshash, lekin moddalar miqdorlari massa jihatdan berilgan. Demak, ishlanish tartibi ham yuqoridagi singari bo'ladi.

a) miqdorlari (%) massa jihatdan berilgan gaz moddalar massalarini aniqlaymiz. Buning uchun gazlar aralashmasini ma'lum bir massada olish kerak. Bunda ham aralashmani 100 g deb oladigan bo'lsak, undagi gazlar massasi quyidagicha bo'ladi:

$$m_{CO_2} = 100 \cdot 32,6\% = 32,6 \text{ g},$$

$$m_{Ar} = 100 \cdot 36,2\% = 36,2 \text{ g},$$

$$m_{N_2} = 100 \cdot 31,2\% = 31,2 \text{ g};$$

b) ma'lum massadagi gazlar tegishli hajmlarini (n. sh.da) aniqlaymiz:

Buning uchun  $V_x = \frac{m_x}{M_x} \cdot 22,4$  formuladan foydalanamiz.

$$V_{CO_2} = \frac{32,6}{44} \cdot 22,4 = 16,6 \text{ l}; \quad V_{Ar} = \frac{36,2}{40} \cdot 22,4 = 20,27 \text{ l};$$

$$V_{N_2} = \frac{31,2}{28} \cdot 22,4 = 25 \text{ l}.$$

d) Gazlarning normal sharoitdagi umumiy hajmi va umumiy massasidan foydalanib, proporsiya tuzish vositasida gazlar aralashmasining molyar massasini aniqlaymiz:

$$m_{um} = m_{CO_2} + m_{N_2} + m_{Ar} = 32,6 + 31,2 + 36,2 = 100 \text{ g},$$

$$V_{um} = V_{CO_2} + V_{N_2} + V_{Ar} = 16,6 + 25 + 20,27 = 61,87 \text{ l};$$

100 g aralashma (n.sh.da) 61,87 l hajmni egallasa,  
x g aralashma (n.sh.da) 22,4 l hajmni egallaydi;

$$x = \frac{100 \cdot 22,4}{61,87} = 36,2 \text{ g/mol}.$$

Demak, gazlar aralashmasining o'rtacha molekulyar massasi 36,2 g/mol ga teng.

e) Endi  $\varphi_{\%,x} = \frac{V_x}{V_{um}} \cdot 100\%$  formuladan foydalanib,

gazlarning hajmiy ulushlarini aniqlaymiz:

$$\varphi_{CO_2} = \frac{16,6}{61,87} \cdot 100\% = 26,8\%;$$

$$\varphi_{N_2} = \frac{25}{61,87} \cdot 100\% = 40,4\%;$$

$$\varphi_{Ar} = \frac{20,27}{61,87} \cdot 100\% = 32,7\% \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Javob: Aralashmaning molyar massasi 36,2 g/mol;  
 $\omega_{\%,CO_2} = 26,8\%$ ,  $\omega_{\%,N_2} = 40,4\%$ ,  $\omega_{\%,Ar} = 32,7\%$ . (A  
**javob to'g'ri**).

**9-misol.** Azot va vodoroddan iborat aralashmadagi azotning hajmiy ulushi 10,5% bo'lsa, 25 g shunday aralashmadagi vodorodning massasini (g) hisoblang.

A) 4,73; B) 9,46; C) 14,2; D) 7,1.

**Yechish:**

*1-usul.*

a) azotning hajmiy ulushidan foydalanib, vodorodning hajmiy ulushini hisoblaymiz:

$$\varphi_{H_2} = \frac{100\% - 10,5\%}{100\%} = 0,895;$$

b) vodorod va azotning hajmiy ulushlaridan foydalanib, gazlar aralashmasining molyar massasini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} M_{ar} &= M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2 + M_3 \cdot \varphi_3 + \dots + M_n \cdot \varphi_n = \\ &= 2 \cdot 0,895 + 28 \cdot 0,105 = 4,73 \text{ g/mol.} \end{aligned}$$

d) vodorodning molyar massasini hajmiy ulushiga ko'paytirilsa, shu aralashmadagi vodorod massasini aniqlash mumkin:

$$m_{H_2} = M_{H_2} \cdot \varphi_{H_2} = 2 \cdot 0,895 = 1,79 \text{ g};$$

e) 4,73 g aralashma tarkibida 1,79 g vodorod bo'lsa,  
 25 g aralashma tarkibida x g vodorod bo'ladi.

$$x = \frac{1,79 \cdot 25}{4,73} = 9,46 \text{ g.}$$

*2-usul:*



a) Gazlar hajmiy ulushidan foydalanib, ularning normal sharoitdagi hajmlarini yuqoridagi misollar singari aniqlaymiz:

$$V_{N_2} = 100 \cdot 10,5\% = 10,5 \text{ l}, \quad V_{H_2} = 100 \cdot 89,5\% = 89,5 \text{ l}$$

b) normal sharoitdagi hajmlardan foydalanib, ularning massalarini aniqlaymiz:

$$m_x = \frac{V_x}{22,4} \cdot M_x \text{ dan foydalanib,}$$

$$m_{N_2} = \frac{10,5}{22,4} \cdot 28 = 13,125 \text{ g}, \quad m_{H_2} = \frac{89,5}{22,4} \cdot 2 = 7,99 \text{ g}$$

d) aralashmaning massasi  $m_{\text{um}} = 13,125 + 7,99 = 21,124$  ga tengligidan quyidagi proporsiyani tuzamiz:

21,124 g aralashmada 8 g vodorod bo'lsa,

25 g aralashmada x g vodorod bo'ladi;

$$x = \frac{25 \cdot 7,99}{21,124} = 9,46 \text{ g}.$$

**Javob:** Aralashma tarkibida 9,46 g vodorod bo'ladi.

**(B javob to'g'ri).**

**10-misol.** 38 ml vodorod bilan kislorod aralashmasi portlatilgandan so'ng 4,4 ml kislorod ortib qoldi. Boshlang'ich aralashmadagi kislorodning hajmini (ml, n.sh.) aniqlang.

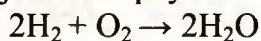
A) 30 ml; B) 8 ml; C) 15,6 ml; D) 22,4.

**Yechish:**

a) Aralashma portlatilgandan so'ng 4,4 ml kislorod ortib qolgan bo'lsa, reaksiyaga kirishgan gazlar hajmini:

$$V_{(\text{reak. kirish.})} = 38 - 4,4 = 33,6 \text{ ml};$$

b) reaksiya tenglamasidan foydalanib, reaksiyaga kirishgan kislorod hajmini aniqlaymiz:



Reaksiya tenglamasi bo'yicha 22400 ml O<sub>2</sub> jami 67200 ml gaz tarkibida reaksiyaga kirishsa, x ml O<sub>2</sub> esa jami 33,6 ml gazning tarkibida reaksiyaga kirishadi

$$x = \frac{22400 \cdot 33,6}{67200} = 11,2 \text{ ml O}_2;$$

d) reaksiyadan ortib qolgan va reaksiyaga kirishgan kislorod hajmlarini qo'shib boshlang'ich aralashmadagi kislorod hajmini topamiz:

$$V_{\text{O}_2} = 11,2 + 4,4 = 15,6 \text{ ml.}$$

**Javob:** Boshlang'ich aralashmadagi kislorodning hajmi 15,6 ml. (**C javob to'g'ri**).

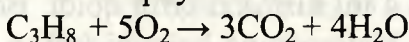
**11-misol.** 42 l propanni yondirish uchun tarkibida 10% ozon bo'lgan kislorod-ozon aralashmasidan qanday hajmda (l, n.sh.) kerak bo'lishini hisoblang.

A) 50 l; B) 100 l; C) 150 l; D) 200 l.

**Yechish:**

*1-usul.*

a) Reaksiya tenglamasidan foydalanib, 42 l propanni yoqish uchun qancha hajm (n.sh.) kislorod kerak bo'lishini aniqlaymiz:

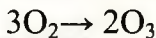


$$22,4 \text{ l} : 112 \text{ l}$$

$$42 \text{ l} : x \text{ l}$$

$$x = \frac{112 \cdot 42}{22,4} = 210 \text{ l};$$

b) tarkibida hajm jihatdan 10% ozon bo'lgan aralashmani, sof kislorodga aylantiramiz. 100 l aralashma tarkibida 90 l kislorod va 10 l ozon bo'ladi. 10 l ozon 15 l kislorodga aylanadi:



$$67,2 : 44,8$$

$$x : 10$$

$$x = \frac{67,2 \cdot 10}{44,8} = 15 l;$$

d) dastlabki aralashma tarkibidagi ozon kislorodga aylantirilsa, aralashma 105 l bo'lib qoladi: 90 l kislorod + 10 l ozon = 100 l aralashma.

$$90 l \text{ kislorod} + 15 l \text{ kislorod} = 105 l \text{ aralashma}$$

e) proporsiya tuzamiz;

100 l aralashma ( $O_2 + O_3$ ) sof 105 l kislorodga to'g'ri kelsa,

x l aralashma ( $O_2 + O_3$ ) sof 210 l kislorodga to'g'ri keladi

$$x = \frac{100 \cdot 210}{105} = 200 l.$$

Demak, 42 l propanni yoqish uchun sof 210 l kislorod kerak edi. 210 l kislorod esa 200 l kislorod-ozon aralashmasi tarkibida bo'ladi.

2-usul.

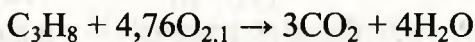
a) Kislorod-ozon aralashmasining hajmiy tarkibidan foydalanib, aralashmaning molyar massasini aniqlaymiz:

$$M_{ar} = M_{O_2} \cdot \varphi_{O_2} + M_{O_3} \cdot \varphi_{O_3} = 32 \cdot 0,9 + 48 \cdot 0,1 = 33,6 g/mol;$$

b) aralashmaning sifat tarkibi faqatgina kislorod atomlaridan iboratligini hisobga olgan holda uning shartli formulasini hosil qilamiz. Uning indeksini aniqlash uchun aralashmaning molyar massasini kislorodning atom massasiga bo'lish zarur:

$$\frac{33,6}{16} = 2,1$$

d) Demak, aralashmaning shartli molekulyar formulasi  $O_{2,1}$  bo'lsa, propanning yonish reaksiya tenglamasini tuzamiz:





Bu yerda 4,76 koeffitsiyent reaksiya tenglamasining o'ng tomonidagi kislorod atomlari sonini 10 ga tenglashtirish uchun yozilgan:  $10/2,1=4,7619\approx 4,76$ ;

22,4 l propanning yonishi uchun  $22,4 \cdot 4,76 = 106,62$  l aralashma sarflansa,

42 l propanning yonishi uchun  $x$  l aralashma sarflanadi.

$$x = \frac{106,62 \cdot 42}{22,4} = 200 \text{ l}.$$

**Javob:** Kislorod-ozon aralashmasidan 200 l kerak bo'ladi. (**B javob to'g'ri**).

**12-misol.** Dengiz suvining 1 tomchisida 50 milliardga yaqin oltin atomlari bor. Dengiz suvidan 16 tomchisining massasini 1 g deb olib, dengiz suvining 100 tonnasidagi oltinning massasini (g) hisoblab toping.

A)  $2,62 \cdot 10^{-2}$ ; B)  $1,31 \cdot 10^{-2}$ ; C)  $2 \cdot 10^{-2}$ ; D)  $8 \cdot 10^9$ .

**Yechish:**

$100 \text{ t} = 100\,000 \text{ kg} = 100\,000\,000 \text{ g} = 1 \cdot 10^8 \text{ g}$  suv  $x$  ta tomchidan iborat

1 g suv 16 ta tomchidan iborat

$$x = \frac{1 \cdot 10^8 \cdot 16}{1} = 16 \cdot 10^8 = 1,6 \cdot 10^9 \text{ ta tomchi.}$$

Dengiz suvining 1 tomchisida  $5 \cdot 10^{10}$  ta oltin atomlari bo'lsa,

$1,6 \cdot 10^9$  ta tomchisida  $y$  ta oltin atomlari bo'ladi;

$$y = \frac{5 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^9}{1} = 8 \cdot 10^{19} \text{ ta oltin atomlari;}$$

$6,02 \cdot 10^{23}$  ta Au atomlarining massasi 197 g ga teng bo'lsa,

$8 \cdot 10^{19}$  ta Au atomlarining massasi  $z$  g ga teng bo'ladi.

$$z = \frac{197 \cdot 8 \cdot 10^{19}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,62 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

**Javob:** Dengiz suvining 100 tonnasidagi oltinning massasi  $2,62 \cdot 10^{-2}$  g ga teng. (A javob to'g'ri).

**13-misol.** Qaysi moddaning 1 kg miqdorida 0,2743 g elektron mavjud (elektron massasi  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg).

A)  $D_2O$ ; B)  $NH_3$ ; C)  $H_2S$ ; D)  $CH_4$ .

Yechish:

a) Berilgan elektron massasidan foydalanib, uning mol miqdorini aniqlaymiz:

1 ta elektron massasi  $9,1 \cdot 10^{-28}$  g ga teng bo'lsa,

x ta elektron massasi  $0,2743$  g ga teng bo'ladi.

$$x = \frac{0,2743 \cdot 1}{9,1 \cdot 10^{-28}} = 3,01 \cdot 10^{26} \text{ ta elektron};$$

b)  $3,01 \cdot 10^{26}$  ta elektronning mol miqdorini hisoblaymiz:

$$n_e = \frac{N_e}{N_A} = \frac{3,01 \cdot 10^{26}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 500 \text{ mol};$$

c) Ma'lumki, atom massasi uning yadrosini tashkil qilgan nuklonlar massalari yig'indisidan iborat. Test javoblarning uchta (a, b, d) variantida moddaning bir molekulasida 10 ta elektron mavjudligi inobatga olinsa, moddaning bir molida 10 mol elektron borligi kelib chiqadi. Bu mutanosiblikdan foydalanib, 10 mol elektronli moddaning molyar massasini hisoblab topamiz: 500 mol elektronga moddaning 1kg, ya'ni 1000 g to'g'ri kelsa, 10 mol elektronga moddaning  $M_X$  g to'g'ri keladi;

$$M_X = \frac{10 \cdot 1000}{500} = 20 \text{ g/mol};$$

Bu holatni faqat  $D_2O$  qoniqtiradi, chunki uning molyar massasi  $M_{D_2O} = 2 \cdot 2 + 16 = 20 \text{ g/mol}$  bo'lib, uning bir molekulasida  $2 \cdot 1 + 8 = 10$  ta elektronlar bor. Test ning qolgan alternativ javoblari bu talabga javob bermaydi.

**Javob:**  $D_2O$  ning 1 kg miqdorida 0,2743 g elektron mavjud. (A javob to'g'ri).

**14-misol.** Ozon va kislorod aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 16,4 ga teng. Aralashmadagi kislorod va ozonning hajmlar nisbatini toping.

A) 19:1; B) 17:1; C) 17:2; D) 16:1; E) 17:3.

**Yechish:**

*1-usul.*

a) Aralashmaning vodorodga nisbatan zichligidan foydalanib, uning molyar massasini aniqlaymiz:

$$M_{ar} = D_{H_2} \cdot M_{H_2} = 16,4 \cdot 2 = 32,8 \text{ g/mol};$$

b) aralashma molyar massani hisoblash formulasi va hajmiy ulushlar yig'indisi 1 ga tengligidan foydalanib, gazlar aralashmasidagi kislorod va ozonning hajmiy ulushlarini aniqlaymiz. Bunda:

$M_{ar} = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2 = 32 \cdot \varphi_1 + 48 \cdot \varphi_2 = 32,8$  tenglama  
dagi  $\varphi_2$  ning o'rniga

$\varphi_1 + \varphi_2 = 1$  tenglamadan  $\varphi_2 = 1 - \varphi_1$  ni qo'yib hosil bo'lgan bir noma'lumli tenglamani yechamiz:

$$32\varphi_1 + 48(1 - \varphi_1) = 32,8$$

$$32\varphi_1 + 48 - 48\varphi_1 = 32,8$$

$$48 - 32,8 = 48\varphi_1 - 32\varphi_1$$

$$15,2 = 16\varphi_1$$

$$\varphi_1 = 0,95$$

$$\varphi_2 = 1 - \varphi_1 = 1 - 0,95 = 0,05;$$

D) demak, 0,95 hajm kislorodga 0,05 hajm ozon to'g'ri keladi. Ularning hajmiy nisbati



$$0,95 : 0,05 = 19 : 1 \text{ bo'ladi.}$$

2-usul.

a) aralashma molyar massani hisoblash formulasi va hajmiy ulushlar yig'indisi 1 ga tengligidan foydalanib, ikkita ikki noma'lumli tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$32 \cdot \varphi_1 + 48 \cdot \varphi_2 = 32,8 \quad (1)$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 1 \quad (2)$$

d) (1) va (2) tenglamalardagi  $\varphi_1$  ni qisqartirish uchun (2) tenglamaning ikkala tomonini 32 ga ko'paytirib (1) tenglamadan (2) tenglamani ayiramiz. Natijada  $\varphi_2$  ning qiymatini aniqlash mumkin bo'ladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} 32 \cdot \varphi_1 + 48 \cdot \varphi_2 = 32,8 \quad (1) \\ \varphi_1 + \varphi_2 = 1 \quad (2) \quad \cdot 32 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 32 \cdot \varphi_1 + 48 \cdot \varphi_2 = 32,8 \\ 32 \cdot \varphi_1 + 32 \cdot \varphi_2 = 32 \end{array} \right.$$

$$16 \varphi_2 = 0,8$$

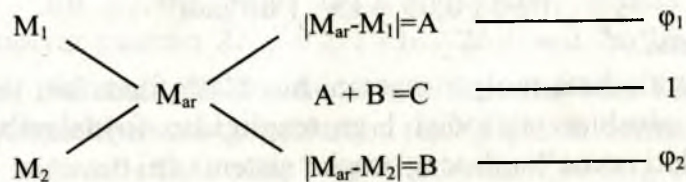
$$\varphi_2 = \frac{0,8}{16} = 0,05; \quad \varphi_1 = 1 - \varphi_2 = 1 - 0,05 = 0,95;$$

d) demak, 0,95 hajm kislorodga 0,05 hajm ozon to'g'ri keladi. Ularning hajmiy nisbati

$$0,95 : 0,05 = 19 : 1 \text{ bo'ladi.}$$

3-usul.

a) gazlar aralashmasining hamma qismini kislorod bo'lsa, gazning molyar massasi 32 g/mol ( $M_1$ ), ozon bo'lsa, 48 g/mol ( $M_2$ ) ga teng bo'lar edi. Lekin gazlar aralashmasining molyar massasi 32,8 g/mol ( $M_{ar}$ ) ga teng. Quyidagi "diagonal" tizim yordamida gazlarning hajmiy nisbatini hisoblaymiz:



$$\begin{array}{rcl}
 32 & \diagdown & 48 - 32,8 = \text{-----} \quad \varphi_1 = 15,2 \cdot 1 / \\
 & & 15,2 & 16 = 0,95 \\
 & & 15,2 + 0,8 = 16 \quad \text{-----} \quad 1 \\
 48 & \diagup & 32,8 - 32 = 0,8 \quad \text{-----} \quad \varphi_2 = \\
 & & & 0,8 \cdot 1 / 16 = 0,05
 \end{array}$$

b) demak, 0,95 hajm kislorodga 0,05 hajm ozon to'g'ri keladi. Ularning hajmiy nisbati:  $0,95 : 0,05 = 19:1$  bo'ladi.

**Javob:** Gazlarning hajmiy nisbati 19:1. (A javob to'g'ri).

**15-misol.** Vodorod va azotdan iborat aralashmada azotning hajmiy ulushi 11,7 %, vodorodning hajmiy ulushi 88,3% bo'lsa, gazlarning aralashmadagi massa ulushlarini aniqlang.

A) 70 va 30; B) 75 va 25; C) 65 va 35; D) 60 va 40.

**Yechish:**

a) gazlar aralashmasining normal sharoitdagi hajmi  $V_{ar} = 100 \text{ l}$  deb olib, undagi azot va vodorodning hajmlarini topamiz:

$$V_{N_2} = V_{ar} \cdot \varphi_{N_2} = 100 \cdot 0,117 = 11,7 \text{ l } N_2;$$

$$V_{H_2} = V_{ar} \cdot \varphi_{H_2} = 100 \cdot 0,883 = 88,3 \text{ l } H_2;$$

b) normal sharoitdagi bu hajmlarni massaga aylantiramiz:

$$m_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{V_M} \cdot M_{N_2} = \frac{11,7}{22,4} \cdot 28 = 14,625 \text{ g } N_2;$$

$$m_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_M} \cdot M_{H_2} = \frac{88,3}{22,4} \cdot 2 = 7,884 \text{ g } H_2;$$

d) aralashma massasini hisoblaymiz:  $m_{ar} = m_{N_2} + m_{H_2} = 14,625 + 7,884 = 22,509 \text{ g};$

e) berilgan aralashmadagi gazlarning massa ulushlari (%):

$$\omega_{\%N_2} = \frac{m_{N_2}}{m_{ar}} \cdot 100 = \frac{14,625}{22,509} \cdot 100 = 64,97\% \approx 65\% \quad N_2;$$

$$\omega_{\%H_2} = \frac{m_{H_2}}{m_{ar}} \cdot 100 = \frac{7,884}{22,509} \cdot 100 = 35,03\% \approx 35\% \quad H_2.$$

**Javob:** Gazlarning massa ulushlari 65%  $N_2$  va 35%  $H_2$ . (C javob to'g'ri).

**16-misol.** Siz o'qiyotgan xonaning hajmi  $200 \text{ m}^3$  bo'lib, shu xonadagi havoda (n.sh. da) 1,2 ml kripton bo'lsa,  $1 \cdot 10^{16}$  ta kripton atomi necha litr havoda bo'ladi?

A) 46,5; B) 49,4; C) 58,8; D) 62,0.

**Yechish:**

a) 1,2 ml kripton da necha dona kripton atomi mavjudligini hisoblaymiz:

1 mol  $Kr$  n.sh. da  $22,4 \text{ l} = 22400 \text{ ml}$  bo'lib, unda  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona  $Kr$  atomi bor,  $200 \text{ m}^3$  havoda  $1,2 \text{ ml } Kr$  bo'lib, unda  $N_{Kr}$  dona  $Kr$  atomi bor;

$$N_{Kr} = \frac{1,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{22400} = 3,225 \cdot 10^{19} \text{ dona } Kr \text{ atomi bor};$$

b)  $1 \cdot 10^{16}$  ta kripton atomi necha litr havoda bo'lishini hisoblaymiz:

$3,225 \cdot 10^{19}$  dona Kr atomi     $200 \text{ m}^3 = 200000 \text{ l}$  havoda-  
bo'lsa;  $1 \cdot 10^{16}$  ta Kr atomi     $X \text{ l}$  havoda;

$$X = \frac{1 \cdot 10^{16} \cdot 200000}{3,225 \cdot 10^{19}} = 62,0.$$

**Javob:**  $1 \cdot 10^{16}$  ta kripton atomi 62,0 litr havoda bo'ladi (**D javob to'g'ri**).

**17-misol.** Karbonat angidrid va noma'lum gazdan iborat aralashmada uglerod (IV) oksidning massa ulushi 88%, noma'lum gazning hajmiy ulushi esa 60 % bo'lsa, noma'lum gazning molyar massasini toping.

A) 44 g/mol; B) 28 g/mol; C) 32 g/mol; D) 4 g/mol.

**Yechish:**

Aralashmadagi karbonat angidridning miqdori 1 mol deb qabul qilinsa, aralashmaning massasi  $\frac{44}{0,88} = 50 \text{ g}$ ,

mol miqdori esa  $\frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ mol}$  ekanligi kelib chiqadi.

Undagi noma'lum gazning massasi  $50 \cdot 0,12 = 6 \text{ g}$ , miqdori esa  $2,5 \cdot 0,6 = 1,5 \text{ g}$  bo'lsa, molyar massasi

$\frac{6}{1,5} = 4 \text{ g/mol}$  ga teng.

**Javob:** Noma'lum gazning molyar massasi 4 g/mol (**D javob to'g'ri**).

**18-misol.** He, CO va noma'lum gaz aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 11 ga teng. Shu aralashmada He va CO teng hajmda, noma'lum gaz massasi is gazning massasidan 2 marta ko'p bo'lsa, noma'lum gazni toping.

A)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; B)  $\text{N}_2$ ; C)  $\text{O}_3$ ; D)  $\text{H}_2$ .



**Yechish:**

Aralashmadagi He va CO 1 moldan deb qabul qilinsa, noma'lum gazning massasi  $44 \cdot 2 = 88$  g, aralashma massasi esa  $4 + 28 + 56 = 88$  g ni tashkil qiladi. Gazlar aralashmasining molyar massasi  $11 \cdot 2 = 22$  g/mol bo'lsa, noma'lum gazning miqdorini  $n$  bilan belgilab, uni quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin:

$$\frac{88}{1 + 1 + n} = 22$$

$$88 = 44 + 22n$$

$$22n = 88 - 44 = 44$$

$$n = \frac{44}{22} = 2$$

Noma'lum gazning molyar massasi  $\frac{56}{2} = 28$  g/mol.

**Javob:** Noma'lum gaz  $N_2$  (**B javob to'g'ri**).

**4.4. Ideal gaz qonunlari. Gazlarning holat tenglamasi**

Ideal gazda molekularning o'lchami juda kichik va ular orasidagi ta'sir kuchlari yo'q deb qabul qilinadi. Darhaqiqat, gaz holatidagi moddalarda molekular bir-biriga ko'rsatgan o'zaro ta'sir kuchlari juda zaif. Zarachalararo masofa ham uzoq bo'ladi. Shuning uchun gaz holatiga erishgan moddaning hajmi suyuq holatidagiga qaraganda 500 – 1000 barobar ko'p hajmi egalaydi va sharoit o'zgarishi bilan sezilarli darajada o'zgaradi.

Gazlarning holatini asosan 3 ta parametr: gaz hajmi –  $V$ , gazning ichki bosimi –  $P$ , gaz harorati –  $T$  tavsiflaydi.

Gaz holdagi moddalarning ma'lum hajmida zarrachalar soni ortishi bilan uning tashqi sistemaga nisbatan ta'sir kuchi ham ortadi. Bu ta'sir gazning bosimi deyiladi.

Gazlarning haroratini o'lchaganda odatda Kelvin shkalasidan foydalaniladi. Selsiy va Kelvin shkalalari o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$T = t + 273.$$

Bu yerda  $T$  – Kelvin shkalasidagi harorat,  $t$  – Selsiy shkalasidagi harorat.

Gazlarning hajmi, bosimi va haroratning o'zaro bog'liqligini quyidagi uch qonun ifodalaydi:

**1. Boyle-Mariott (1676) qonuni.** O'zgarmas haroratda (izotermik jarayon) ma'lum miqdordagi gazning hajmi uning bosimiga teskari proporsional, ya'ni ma'lum miqdordagi gaz hajmi kamaytirilsa ( $V_1 > V_2$ ), shunga bog'liq ravishda uning bosimi ortadi ( $P_1 < P_2$ ), ammo bosimning hajmga ko'paytmasi o'zgarmaydi:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2; \quad (T = \text{const}).$$

Bunda  $P_1$  va  $P_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning bosimi,  $V_1$  va  $V_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning hajmi.

**2. Sharl qonuni (1784).** O'zgarmas hajmda (izoxorik jarayon) ma'lum miqdordagi gazning bosimi uning haroratiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni agar ma'lum miqdordagi gaz harorati oshirilsa ( $T_1 < T_2$ ), shunga bog'liq ravishda uning bosimi ham ortadi ( $P_1 < P_2$ ), lekin bosimning haroratga nisbati o'zgarmaydi:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; \quad (V = \text{const}).$$

Bunda  $P_1$  va  $P_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning bosimi,  $T_1$  va  $T_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning haroratlari.

**3. Gey-Lyussak qonuni (1802).** O'zgarimas bosimda (izobarik jarayon) ma'lum miqdordagi gazning hajmi uning haroratiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni ma'lum miqdordagi gaz harorati oshirilsa ( $T_1 < T_2$ ), shunga bog'liq ravishda uning hajmi ham ortadi ( $V_1 < V_2$ ):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}; \quad (P = \text{const}).$$

Bunda  $V_1$  va  $V_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning hajmi,  $T_1$  va  $T_2$  – birinchi va ikkinchi holatdagi gazlarning haroratlari.

1874-yili rus olimi D.I.Mendeleyev yuqoridagilarni birlashtirgan holda quyidagi tenglamani (Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi) keltirib chiqardi:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Ya'ni ma'lum miqdordagi gazning hajmi sistema sharoiti (bosim va harorat) ga bog'liq bo'ladi. Agar normal sharoit ( $t=0$  °C, ya'ni  $T=273$  K;  $P=101325$  Pa= $760$  mm.sim.us.=  $1$  atm.)da olingan gazning  $1$  mol miqdori  $22,4$  l ekanligini nazarda tutilsa,  $n$  mol gaz uchun quyidagi tenglama kelib chiqadi:  $V_0 = 22,4 \cdot n$ , bundan



$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 22,4 \text{ l}}{273 \text{ K}} n = 8,31 n = \frac{PV}{T}$$

Bu yerda  $8,31 \text{ kPa} \cdot \text{l/K}$  – universal gaz doimiysi deyiladi va R harfi bilan belgilanadi. Shunday qilib, ideal gaz holat tenglamasi quyidagicha:

$$PV = nRT \text{ yoki } PV = \frac{m}{M} RT;$$

$m$  – gazning  $V$  hajmli idishdagi massasi.  $M$  – gazning molyar massasi. Universal gaz doimiysi R bosim va hajmning o'lchov birliklariga ko'ra turli qiymatga ega (4.1.-jadval).

#### 4.1.-jadval. Universal gaz doimiysi qiymatlari

Bosim birligi \ Hajm birligi	Paskal, Pa	Kilopaskal, kPa	Atmosfera bosimi, atm	Simob ustuni, mm.sim.ust.
Millilitr, ml	8313846,15	8313,846	82,05	62359
Litr, l	8313,846	8,31	0,082	62,36

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Normal bosimda o'zgarmas haroratda gazning hajmi noma'lum. Lekin bosim  $98880 \text{ Pa}$  bo'lganida gazning hajmi  $10 \text{ m}^3$  ga teng. Gazning normal bosimdagi hajmini toping.

A) 9,76; B) 10,76; C) 11,76; D) 11,2.

**Yechish:**

Test yechimini topishda Boyle-Mariott qonunidan foydalaniladi:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (T = \text{const}, ); \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1} = \frac{98880 \cdot 10}{101325} = 9,76 \text{ m}^3$$

**(A javob to'g'ri)**

**2-misol.** Biror gaz  $17^{\circ}\text{C}$  da 680 l hajmni egallaydi.  $100^{\circ}\text{C}$  da shu gazning hajmini toping.

- A) 867,4; B) 874,6; C) 876,4; D) 560.

**Yechish:**

Test sharti bo'yicha, bosim o'zgarmasdir, binobarin, Gey-Lyussak qonunidan foydalanamiz:

$$T_1 = 273 + 17 = 290 \text{ K}; T_2 = 273 + 100 = 373 \text{ K};$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (P = \text{const}) \text{ ga muvofiq, } V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{680 \cdot 373}{290} = 874,6 \text{ l.}$$

**(B javob to'g'ri).**

**3-misol.** Kollej laboratoriyasida ishlatiluvchi po'lat balon azot bilan to'ldirilgan. Uning bosimi  $1,317 \cdot 10^7$  Pa ga teng. Dastlabki harorati  $18^{\circ}\text{C}$  bo'lsa, qanday haroratda azotning bosimi  $1,52 \cdot 10^7$  Pa ga teng bo'ladi.

- A)  $50^{\circ}\text{C}$ ; B)  $61,9^{\circ}\text{C}$ ; C)  $62,8^{\circ}\text{C}$ ; D)  $70^{\circ}\text{C}$ .

**Yechish.**

Hajm o'zgarmas bo'lganligini inobatga olib bu misolni yechishda Sharl qonunidan foydalanamiz:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (V = \text{const}),$$

$$T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{1,52 \cdot 10^7 \cdot 291}{1,317 \cdot 10^7} = 335,8 \text{ K yoki } 62,8^{\circ}\text{C}.$$

**(C javob to'g'ri).**

**4-misol.** Hajmi 2,5 l bo'lgan po'lat idishda 250 kPa bosim ostida  $27^{\circ}\text{C}$  sharoitdagi ammiakda nechta vodorod atomi mavjud?

- A)  $3,53 \cdot 10^{23}$ ; B)  $4,53 \cdot 10^{23}$ ;  
C)  $5,53 \cdot 10^{23}$ ; D)  $6,53 \cdot 10^{23}$ .

### Yechish:

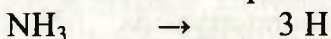
Avogadro qonuniga asosan, test javobini topishda bir necha usuldan foydalanish mumkin.

#### 1-usul.

a) Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, ammiakning mol miqdori hisoblaymiz:

$$PV = nRT ; n = \frac{PV}{RT} = \frac{250 \cdot 2,5}{8,31 \cdot (273 + 27)} = 0,2507 \text{ mol.}$$

b) ammiakning mol miqdoridan foydalanib, undagi vodorod atomlari sonini topamiz:



1 mol ammiakda  $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$  ta vodorod atomi bor

0,02507 mol ammiakda  $x$  ta vodorod atomi

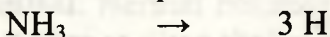
$$x = 4,53 \cdot 10^{23} \text{ ta. (B javob to'g'ri).}$$

#### 2-usul.

a) Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, ammiakning massasi hisoblanadi:

$$\text{dan } m = \frac{PV \cdot M_{\text{PPV}}}{RT} = \frac{17 \cdot 250 \cdot 2,5}{8,31 \cdot (273 + 27)} = 4,26 \text{ g}$$

b) ammiakning massasidan foydalanib, undagi vodorod atomlari sonini topamiz:



17 g ammiakda  $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$  ta vodorod atomi bor,

4,26 g ammiakda  $x$  ta vodorod atomi bo'ladi;

$$x = 4,53 \cdot 10^{23} \text{ ta vodorod.}$$

#### 3-usul.

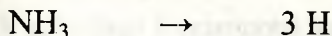
a)  $V_0 = \frac{VPT_0}{P_0T}$  formuladan foydalanib ammiakning

n.sh.dagi hajmi topiladi:

$$V_0 = \frac{VPT_0}{P_0T} = \frac{250 \cdot 2,5 \cdot 273}{(273 + 27) \cdot 101,325} = 5,61 \text{ l.}$$



b) ammiakning normal sharoitdagi hajmidan foydalanib, undagi vodorod atomlari sonini topamiz:



22,4 l ammiakda  $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$  ta vodorod atomi bor,  
 5,61 l ammiakda  $x$  ta vodorod atomi bo'ladi;  
 $x = 4,53 \cdot 10^{23}$  ta vodorod.

**5-misol.** 0,873 g gaz 627 mm.sim.ust. bosimida va  $39^\circ\text{C}$  haroratda 800 ml hajmni egallaydi. Shu gazning vodorodga nisbatan zichligini va molekulyar massasini hisoblab toping.

A) 34; B) 17; C) 8,5; D) 68.

**Yechish:**

Avogadro qonuniga asosan, masalani har xil usullar bilan yechish mumkin.

*1-usul.*

a) Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, gazning molyar massasi hisoblanadi:

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

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0,873 \cdot 62360 \cdot (273 + 39)}{627 \cdot 800} = 34 \text{ g/mol};$$

b)  $M_x = M_{H_2} \cdot D_{H_2}$  dan foydalanib, gazning vodorodga nisbatan zichligini hisoblaymiz:

$$D_{H_2} = \frac{M_x}{M_{H_2}} = \frac{34}{2} = 17. \text{ (B javob to'g'ri).}$$

*2-usul.*

a)  $V_0 = \frac{PVT_0}{TP_0}$  formuladan gazning n.sh.dagi hajmi topiladi:

$$V_0 = \frac{PVT_0}{TP_0} = \frac{627 \cdot 800 \cdot 273}{(273 + 39) \cdot 760} = 578 \text{ ml yoki } 0,578 \text{ l}$$

b) gazning molyar massasini topamiz:

0,578 l gaz (n.sh.da)      0,873 g massani tashkil qilsa,

22,4 l gaz (n.sh.da)      X g massani tashkil qiladi.

$$x = \frac{22,4 \times 0,873}{0,578} = 34 \text{ g/mol};$$

d) gazning vodorodga nisbatan zichligi topiladi:

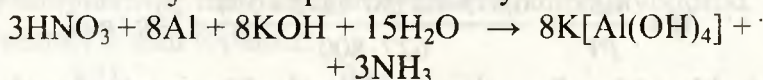
$$D_{H_2} = \frac{M_x}{M_{H_2}} = \frac{34}{2} = 17.$$

**6-misol.**  $HNO_3 + Al + KOH + H_2O \rightarrow K[Al(OH)_4] + NH_3$  reaksiya natijasida 4 g alyuminiy sarflangan bo'lsa,  $27^\circ C$  va 97,8 kPa bo'lgan sharoitda necha litr gaz ajralib chiqadi?

A) 1,42;      B) 2,84;      C) 1,24;      D) 2,48.

**Yechish:**

a) Reaksiya tenglamasidan foydalanib, 4 g alyuminiy reaksiyada ishtirok etganda, n.sh.da qancha litr vodorod ajralib chiqishini hisoblaymiz:



8·27 g Al reaksiyaga kirishganda 3·22,4 l (n.sh.)  $NH_3$  hosil bo'ladi.

4 g alyuminiy reaksiyaga kirishganda x l (n.sh.)  $NH_3$  hosil bo'ladi.

$$x = \frac{4 \cdot 3 \cdot 22,4}{8 \cdot 27} = 1,2444 \text{ l};$$

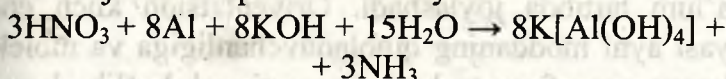
$$b) V = \frac{P_0 V_0 T}{T_0 P} \text{ dan foydalanib, ammaiakning } 27^{\circ}\text{C}$$

va 97,8 kPa dagi hajmini topamiz:

$$V = \frac{P_0 V_0 T}{T_0 P} = \frac{101,325 \cdot 1,244 \cdot (273 + 27)}{273 \cdot 97,8} = 1,42\text{l}$$

2-usul

a) reaksiya tenglamasidan foydalanib, 4 g alyuminiy reaksiyada ishtirok etganda, qancha gramm ammiak ajralib chiqishini hisoblaymiz:



8·27 g alyuminiy reaksiyaga kirishganda 3·17 g NH<sub>3</sub> hosil bo'ladi.

4 g alyuminiy reaksiyaga kirishganda x g (n.sh.) H<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

$$x = \frac{4 \cdot 3 \cdot 17}{8 \cdot 27} = 0,944 \text{ g};$$

$$b) PV = \frac{m}{M} RT \text{ tenglamadan vodorodning hajmini}$$

hisoblaymiz:

$$V = \frac{mRT}{PM} = \frac{0,944 \cdot 8,31 \cdot 300}{97,8 \cdot 2} = 1,42\text{l}.$$

#### 4.5. Molekulalararo Van-der-Vaals kuchlari

Molekulalar o'zlarining o'lchamlariga tenglashadigan masofada bir-biriga yaqinlashganda, ularning orasida atomlararo kimyoviy bog'lanishlarga nisbatan ancha zaif bo'lgan molekulalararo tortishuv kuchlari, ya'ni *Van-der-Vaals kuchlari* amal qiladi. Van-der-Vaals kuchlarini uch turga bo'lish mumkin: 1) *orientatsion*, 2)



*induksion* va 3) *dispersion* kuchlar. Ularning umumiy energiyasi shu uch turdagi kuchlar energiyalarining yig'indisiga teng:

$$U_{um} = U_{or} + U_{ind} + U_{disp}$$

**Oriyentatsion o'zaro ta'sir kuchlari** faqat qutbli molekulalar orasida bo'ladi. Qutbli molekulalar o'zaro yaqinlashganida ularning bir xil ishorali qutblari bir-biridan qochadi, qarama-qarshi ishorali qutblar esa bir-biriga tortiladi. Natijada bunday molekulalar fazoda ma'lum tartibda joylashadi. Oriyentatsion kuch energiyasi ayni moddaning qutblanuvchanligiga va molekulalararo masofaga teskari proporsional bo'lib, harorat ko'tarilganida oriyentatsion kuch kamayadi. Haroratning ko'tarilishi zarrachalarning tartibsiz harakatini kuchaytirib, qutbli zarrachalarning o'zaro batartib yo'nalgan holati buzilishiga olib keladi. Oriyentatsion o'zaro ta'sir energiyasini hisoblash uchun Keezom quyidagi formula ni taklif qildi:

$$U_{or} = -\frac{2\mu^4 N_A}{3RT r^6},$$

bu yerda:  $\mu$  – molekula dipol momenti,  $r$  – dipollarning markazlararo masofasi,  $N_A$  – Avogadro soni,  $R$  – universal gaz doimiysi,  $T$  – absolyut harorat.

Oriyentatsion ta'sir energiyasi kuchli qutblangan, ya'ni katta dipol momentli molekulalar (masalan, suv, ammiak) orasida kuchli namoyon bo'lib, ba'zi dipol momenti kichik moddalar molekulalari (masalan, is gaz) orasida kuchsizdir.

**Induksion kuchlar** qutbli va qutbsiz molekulalar orasida vujudga keladi. Qutbsiz molekulaga qutbli molekula yaqinlashganda qutbsiz molekula qutblanadi.

Uning qutbli molekulaga yaqin qismida qarama-qarshi ishorali, uzoq qismida esa bir xil ishorali zaryadlar hosil bo'ladi. Natijada qutbsiz molekulada induksion dipol paydo bo'ladi va molekulalar bir-biriga tortiladi. Ikki qutbli molekula orasida ham induksion ta'sir vujudga kelishi mumkin, chunki ular bir-biriga yaqinlashganda o'zaro induksiyalanish tufayli ularning qutbliligi ortadi. Molekulalararo induksion ta'sir energiya Debay taklif etgan quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$U_{\text{ind}} = -\frac{2\mu^2\alpha}{r^6},$$

bu yerda:  $\alpha$  – molekula elektron qobig'ining qutblanuvchanligi,  $r$  – molekulalararo masofa,  $\mu$  – dipol momenti.

Induksion ta'sir energiyasi oriyentatsion ta'sir energiyasidan deyarli 10-20 marta kichik. Yuqoridagi formulaga muvofiq induksion ta'sir energiyasi haroratga bog'liq bo'lmasligi kerak, bu formulada ikkinchi molekula izotrop deb faraz qilingan.

**Dispersion kuchlar.** Qutbsiz, kam qutbli va qutbli moddalar molekulalari orasida yana dispersion kuchlar ham vujudga keladi. Shu sababli, masalan, azot, vodorod, metan kabi qutbsiz molekulalar, hatto inert gazlarning atomlari ham o'zaro tortishadi va juda past haroratda hamda yuqori bosimda kondensatlanadi. Bu kuchlarning tabiatini 1930-yilda F. London aniqladi. Uning fikricha, molekula yoki boshqa zarrachalar tarkibidagi har qaysi atom yadrosi atrofida aylanuvchi elektronlar borligi uchun, molekulani bir lahzada o'zining kattalik va yo'nalishini o'zgartirib turadigan mikrodipol deb tasavvur qilish mumkin. Bir zarrachada vujudga

kelgan mikrodipol unga yaqinlashgan qo'shni molekula mikrodipoli bilan o'zaro tortishishi mumkin. Dispersion o'zaro ta'sir energiyasini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanish taklif qilingan:

$$U_{disp} = \frac{3ahv_0}{4r^6}.$$

Bu yerda:  $h$  – Plank doimiysi,  $v_0$  – «nolinchi» energiyaga muvofiq keladigan tebranish chastotasi,  $\alpha$  – qutblanuvchanlik.

Kimyoda molekulararo kuchlar katta ahamiyatga ega, chunki moddalarning fizik xossalari (suyuqlanish harorati, eruvchanligi, qattiqligi, issiqdan kengayish koeffitsiyentlari, pishiqligi, moddalarni o'zida eritish qobiliyati va hokazolar ayni shu kuchlarga bog'liq.

#### 4.6. Vodorod bog'lanish

Ko'rib o'tilgan kovalent, ion va metall bog'lanishlar kimyoviy bog'lanishning asosiy turlari hisoblanadi. Atom va molekular orasida bu xil bog'lanishlardan tashqari vodorod bog'lanish hamda molekulararo tortishish kuchlari (Van-der-Vaals kuchlari) ham mavjud.

Vodorod bog'lanish kimyoviy bog'lanishning o'ziga xos turidir. U molekulararo va ichki molekulyar bo'lishi mumkin. Molekulararo vodorod bog'lanish hosil bo'lishi uchun molekula tarkibiga vodorod bilan bevosita bog'langan elektromanfiyligi katta element – ftor, kislorod, azot, xlor yoki oltingugurt atomlari, ya'ni F–H, O–H, N–H, Cl–H, S–H guruhlari bo'lishi shart. Bunday molekularada umumiy elektron juft vodorod atomidan elektromanfiy element atomi tomoniga siljigan



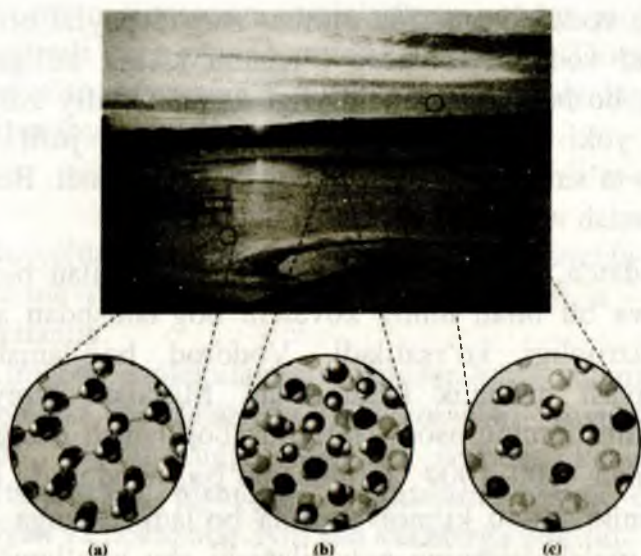
bo'lib, vodorod atomida musbat zaryad paydo bo'ladi. Musbat vodorod ionining o'lchami kichik bo'lganligi uchun boshqa elektromanfiyligi katta, manfiy zaryadli atom yoki ionning bo'linmagan elektron jufti bilan o'zaro ta'sirlanib kuchsizroq bog'ni hosil qiladi. Bunday bog'lanish **vodorod bog'lanish** deyiladi.

Odatda, vodorod bog'lanish nuqtalar bilan belgilanadi va bu bilan uning kovalent bog'lanishdan ancha kuchsizroqligi ko'rsatiladi. Vodorod bog'lanishning energiyasi unchalik katta emas. Masalan: kimyoviy bog'lanishlarning asosiy turlarida bog'lanish energiyasi taxminan 100–1000 kJ/mol bo'lsa, vodorod bog'lanishniki 20–40 kJ/mol atrofida bo'ladi. Shunga qaramay, molekularning assotsilanishi shu bog'lanish tufayli vujudga keladi.

Suv moddasidagi molekulararo vodorod bog'lanish harorat ortgan sari o'z kuchini yo'qotib uzilib ketadi. Shunda suvning agregat holati ham o'zgaradi (4.1.-rasm).

#### 4.7. Qattiq holat. Kristall panjaralar

Ko'pchilik moddalar qattiq holatda uni tashkil qilgan zarrachalarning xususiyatlariga bog'liq holda ma'lum tartibdagi fazoviy shaklni hosil qiladi. Bu zarrachalarning markazlaridan o'tgan, o'zaro kesishgan chiziqlaridan hosil bo'lgan chiziqlar sistemasi **kristall panjaralar** deyiladi. Kristall panjara tugunlarida shu modda zarrachalari joylashgan bo'ladi. Chiziqlar kesishgan nuqtalar esa **kristall panjara tugunlari** deyiladi.



4.1-rasm. Suvning uch xil agregat holati:

a) qattiq; b) suyuq; c) gaz.

Panjara tugunlari orasidagi ta'sir kuchlarini uzish uchun sarflanadigan energiya *kristall panjara bog'i energiyasi* deyiladi. Bu ta'sir kuchlari kimyoviy bog'lanish darajasida bo'lsa, uni uzish uchun yuqori energiya sarflanadi. Bunday moddalar odatdagi sharoitda qattiq bo'lib, qiyin suyuqlanadi. Agar ta'sir kuchlari kuchsiz fizik ta'sir tabiatida bo'lsa, bunday moddalarning kristall panjarasini buzish uchun katta energiya talab etilmaydi. Odatdagi sharoitda bunday moddalar suyuq yoki gaz agregat holatida bo'ladi. Moddalar hosil qilgan kimyoviy bog' tabiatiga ko'ra 4 xil kristall panjaralarni hosil qiladi:

I. Kovalent bog'lanishli moddalar ikki xil kristall panjara hosil qiladi:

1. *Atom kristall panjara.*

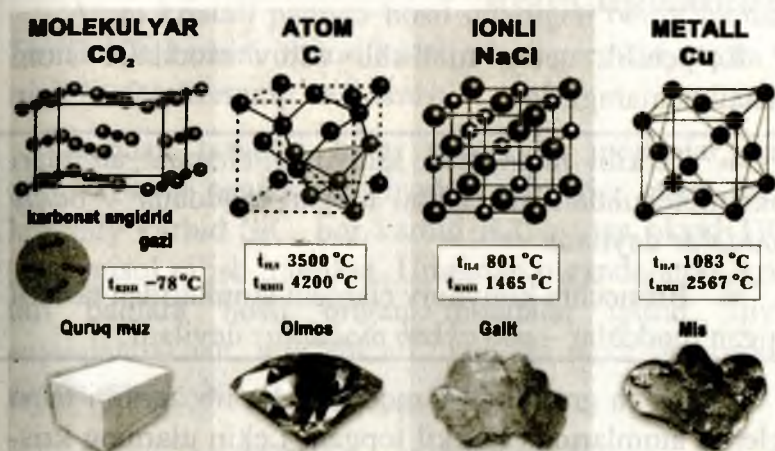
2. Molekulyar kristall panjara.

II. Ion bog'lanishli moddalar uchun:

3. Ion kristall panjara.

III. Metall bog'lanishli moddalar uchun:

4. Metall kristall panjara (4.2.-rasm).



4.2.-rasm. Kristall panjara turlari.

#### 4.8. Atom kristall panjara. Oddiy moddalar.

##### Allotropiya.

✦ Panjara tugunlarida atomlar joylashishidan hosil bo'lgan kristall panjaralar *atom kristall panjaralar* deyiladi.

Bunday kristall panjaralar tugunlari orasida bog'lanish kuchli kovalent tabiatga ega bo'ladi. Misol qilib, olmos va grafitlarni olishimiz mumkin. Grafit panjara-sidagi uglerod atomlari o'zaro  $sp^2$  – gibril orbitallar vositasida bog'lanib, mustahkam qatlamlar hosil qiladi. Qatlamlar orasida esa gidriblanishda qatnashmagan p – orbitallar hisobiga bog'lanish hosil bo'ladi. Bu



bog'lanish nisbatan zaif bo'lganligi uchun grafit qog'ozda iz qoldiradi. Lekin olmos kristall panjarasida uglerod atomi  $sp^3$  – gibrirlanishga ega bo'lib, barcha kimyoviy bog'lari mustahkam kovalent bog' tabiatiga ega. Shuning uchun olmos juda mustahkam va qiyin suyuqlanadigan modda.

Ko'pchilik qattiq tuzilishli oddiy moddalar atom kristall panjaraga ega.

✚ Tarkibi faqat bitta kimyoviy element atomlari yoki molekularidan tashkil topgan moddalar – *oddiy moddalar* deyiladi.

✚ Bir nechta kimyoviy element atomlaridan tashkil topgan moddalar – *murakkab moddalar* deyiladi.

Olmos va grafit oddiy moddalar bo'lib, tarkibi faqat uglerod atomlaridan tashkil topgan. Lekin ularning kristall panjarasining tuzilishi farq qiladi. Shuning uchun ularning xossalari ham turlicha.

✚ Bir element atomlarining turli tuzilish va xossalarga ega bo'lgan moddalar hosil qilish hodisasi – *allotropiya* deyiladi.

✚ Bunday moddalarning o'zi *allotropik shakl o'zgarishlari* deyiladi.

Olmos va grafit o'zaro allotropik shakl o'zgarishlaridir. Bundan tashqari karbin, fulleren kabi allotropik shakl o'zgarishlari ham mavjud.

Misol sifatida allotropik shakl o'zgarishiga ega bo'lgan moddalarga quyidagilarni keltirish mumkin:

Uglerod (grafit, karbin, fulleren  $C_{60}$ ,  $C_{80}$ , olmos, ko'mir), kislorod (kislorod  $O_2$ , ozon  $O_3$ ), fosfor (oq  $P_4$ , qora  $P_n$  va qizil  $P_m$  fosfor), oltingugurt (rombik  $S_8$ , monoklinik  $S_8$ , plastik  $S_8$ ), selen (geksagonal, oddiy), qalay ( $\alpha$ -qalay va  $\beta$ -qalay).

Atom kristall panjara hosil qiladigan oddiy moddalar: Grafit, karbin, olmos, ko'mir, bor, germaniy, qora va qizil fosfor, kremniy va hokazo.

Bundan tashqari ba'zi murakkab moddalar ham atom kristall panjara hosil qiladi. Bularga kvarts  $SiO_2$ , kremniy karbid  $SiC$ , bor karbid  $B_4C_3$ , titan oksid  $TiO_2$  larni misol qilish mumkin. Umuman olganda atom kristall panjara hosil qilgan moddalar qattiq, qiyin suyuqlanuvchan, mustahkam tuzilishli moddalar bo'lib, suvda erimaydi.

#### 4.9. Molekulyar kristall panjara

✚ Panjara tugunlarida molekular bo'lgan kristall panjaralar *molekulyar kristall panjaralar* deyiladi.

Bunday kristall panjaralar tugunlarida molekular bo'lib, tugunlar orasida zaif molekulararo ta'sir kuchlari amal qiladi. Bu ta'sir kuchlari molekulararo vodorod bog'lanish va Van-der-Vaals kuchlari (oriyentatsion, induksion, dispersion) bo'lishi mumkin. Kristall panjaraning bu turida panjara bog'i energiyasi ancha kichik bo'lib, kristall panjaraning buzilishi, ya'ni yuqori agregat holatga o'tishi oson bo'ladi. Molekulyar kristall panjarali moddalar suyuq va gaz holatga o'tganda ham molekula parchalanmaydi. Shuning uchun bunday moddalarning tarkibi aniq va o'zgarmas bo'ladi. Molekulyar

kristall panjarali moddalarga oson suyuqlanuvchan, odatdagi sharoitda gaz yoki suyuq kovalent bog' tabiatli birikmalar kiradi. Ularga suv, karbonat angidrid  $\text{CO}_2$ , yod  $\text{J}_2$  kabi molekulyar tuzilishli metallmaslardan tuzilgan oddiy va murakkab moddalar misol bo'ladi. Bu moddalarning suyuqlanish va qaynash harorati past, agar molekulasi qutbli bo'lsa, suvda yaxshi eriydi, aks holda qutbsiz (organik) erituvchilarda yaxshi eriydi.

#### 4.10. Ionli kristall panjara

↓ Panjara tugunlarida qarama-qarshi zaryadli ionlar bo'lgan kristall panjaralar – *ionli kristall panjaralar* deyiladi.

Ionli kristall panjaralarda ham kristall panjara tugunlari orasidagi ta'sir kimyoviy bog' tabiatiga ega bo'lgani uchun bog' energiyalari yuqori bo'ladi va kristall panjaraning buzilishi qiyin bo'ladi. Odatdagi sharoitda ionli kristall panjarali moddalar qattiq bo'lib, suyuqlanish harorati yuqori qiymatga ega. Lekin kristall panjara bog'i kimyoviy ta'sir natijasida buzilishi ham mumkin. Masalan, ion kristall panjarali modda suvga solinganda suvning qutbli molekullari ta'sirida kristall panjaradagi tugunlararo ta'sir zaiflashadi. Natijada kristall panjara buzilib, modda suyuq holatga o'tadi. Shuning uchun ionli kristall panjaraga ega bo'lgan moddalar suvda yaxshi eriydi. Bularga deyarli barcha tuzlarni misol qilish mumkin.



## 4.11. Metall kristall panjara

↓ Panjara tugunlarida metall atomlari bilan birgalikda musbat zaryadli metall ionlari va ular orasida erkin elektronlardan tashkil topgan kristall panjaralar – *metall kristall panjaralar* deyiladi.

Metall atomlari elektromanfiyliklari va ionlanish energiyalari nisbatan kichik bo'lgani uchun bu atomlardan elektronning chiqib ketishi oson. Shuning uchun metallarning qattiq holatida kristall panjaraning tugunlarida metall atomlari bilan birgalikda musbat zaryadli metall



4.3.-rasm. NaCl ionli kristall panjarasining tuzilishi.

kationlari joylashib, panjara bo'shliqlarida esa atomlardan uzilib chiqqan erkin harakatlanuvchi elektronlar bo'ladi. Bir tugunda metall atomlaridan elektron uzilib chiqib metall kationiga aylansa, boshqa tugunda metall kationi o'ziga elektron biriktirib olib metall atomiga aylanib turadi. Panjara tugunlaridagi metall atomlari metall kationlari bilan birgalikda erkin elektronlar hosil qilgan manfiy zaryadli elektr maydonga tortilib, o'zaro bo'g'langan sistemani tashkil qiladi. Metall elektr maydoniga tushirilganda panjaradagi erkin elektronlar tartibli harakatga keladi. Shuning uchun metallar elektr tokini va issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Panjara

tugunlaridagi metall atomlari va metall kationlari sonlari sharoitga ko'ra o'zgarib turadi. Shu sababli metallarning suyuqlanish haroratlari va bog'lanish uzunligi keng diapozonda o'zgaradi. Masalan, ba'zi metallarning suyuqlanish haroratlari ancha past (Hg -39, Cs 29, K 64, Na 98 °C), ba'zi metallarniki esa yuqori (Mo 2620, Re 3190, W 2287 °C). Metallarning asosiy fizik ko'rsatkichlari metall yaltiroqligi, rangi, bolg'alanuvchanligi, cho'ziluvchanligi va albatta elektr va issiqlikni yaxshi o'tkazuvchanligidir. Ular suvda va boshqa erituvchilarda (agar kimyoviy ta'sirlashmasa) erimaydi.

Molekulyar tuzilishli oddiy va murakkab moddalarining kimyoviy tarkibini ma'lum darajada ifodalash mumkin. Ularning kimyoviy tarkibi o'zgarmas bo'lib, tarkibning doimiylig qonuniga bo'ysunadi.

## 5-BOB. KIMYONING STEXIOMETRIK QONUNIYATLARI

### 5.1. Massaning saqlanish qonuni

✦ Tabiatda hech narsa izsiz yo'qolmaydi.

Juda ko'plab kimyoviy reaksiyalarning amalga oshish shart-sharoitlari o'rganilganda reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasi reaksiya mahsulotlari massasiga teng bo'lishi aniqlangan.

Bu kabi hodisalarni ulug' ajdodlarimiz Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino va boshqa mutafakkirlar og'zi payvandlangan idishlarda olib borgan qizdirishni tajriba xonalarida kuzatishgan.

1745-yilda rus olimi M.V.Lomonosov og'zi payvandlangan kolba – retortada tajriba olib borib, bu hodisani ilmiy asoslagan. 1772–1789-yillarda fransuz olimi A.Lavuazye ham yopiq idishda olib borilgan tajribalarda umumiy massa o'zgarmasligini kuzatgan va bu o'ziga xos yangilik – yangi qonun ekanligini tushunib yetgan. Shunday qilib, tabiatning asosiy qonunlaridan biri – massaning saqlanish qonuni ochilgan.

✦ Kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalarning umumiy massasi reaksiya mahsulotlari umumiy massasiga teng.

A.Lavuazye bu qonun asosida muhim xulosa chiqarib, reaksiyada qatnashayotgan har bir element atomi massasi reaksiya davomida o'zgarmasligini ta'kidlagan. Bu esa kimyoviy reaksiyada bir element



atomining boshqa element atomiga aylanib ketmasligini bildiradi.

Kimyoviy reaksiyalarda atomlar yo'qolib ketmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi, atomlarning umumiy soni o'zgar olmaydi. Har bir atom massasi kimyoviy reaksiyalarda o'zgarishsiz qoladi, shuning uchun moddalarning umumiy massasi ham o'zgar olmaydi.

Bu qonun tabiatning eng muhim qonunlaridan biri hisoblanadi.

Ushbu qonun biz tabiatda iste'molchi emas, balki o'zgartiruvchi ekanligimizni ko'rsatadi. Yer qa'ridan temir rudalari qazib olib, zaruriy buyumlar tayyorlanganda sayyoramizdagi temir atomlari soni kamaymaydi, balki temir keyinchalik qayta tiklash qiyinroq bo'ladigan shakllarga o'tadi. Masalan, temirdan yasalgan buyumlar zanglab, sarflangan temirning bir qismini qaytarib olish imkoni bo'lmay qoladi yoki uni qaytarish uchun ko'p miqdor energiya talab etiladi. Albatta, zarur energiya sarf qilib, har qanday kimyoviy o'zgarishni amalga oshirish mumkin. Ammo, energiya zaxirasi ham cheksiz emas. Shuning uchun energiya va moddiy resurslardan tejamkorlik bilan foydalanish lozim.

✚ Demak, massaning saqlanish qonuni tabiatning asosiy qonuni – materiya va harakatning saqlanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, moddalar yo'qdan bor bo'lmaydi, bordan yo'q bo'lmaydi, faqat bir turdan ikkinchisiga o'zgaradi.

Katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlar (masalan, radioaktiv moddalarning yemirilishi, yadro reaksiyalari) moddalar massasining saqlanish qonuniga emas, balki materiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Chunki bunday reaksiyalarda bir element yadrosidan boshqa elementlar yadrolari hosil bo'lishida massa o'zgarishi ro'y berib, dastlabki yadrolar massalari yig'indisi bilan hosil bo'lgan yadrolar massalari yig'indisi o'rtasida  $\Delta m$ -qiymatga teng farq yuzaga keladi. Bu massa farqi «*massa defekti*» deyiladi. Agar jarayonda ajralgan energiya  $E$  bo'lsa, jarayon davomida massasining o'zgarishi Eynshteyn tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = \Delta mc^2; \quad \Delta m = \frac{E}{c^2} .$$

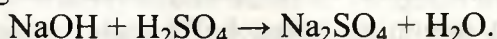
Bu yerda,  $\Delta m$  – jarayondagi massa farqi,  $E$  – jarayonning issiqlik effekti,  $c$  – yorug'likning vakuumdagi tezligi.

Ko'rinib turibdiki, massa kamaygani bilan materiyaning umumiy miqdori o'zgarmaydi. Chunki massa energiyaning bir turiga aylanadi. Energiya va massa esa materiyaning turli harakat ko'rinishlaridir.

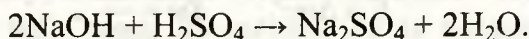
Massaning saqlanish qonunidan kelib chiqib, shunday xulosani aytish mumkin:

- ⬇ Kimyoviy reaksiyada massa o'zgarmaydi.
- ⬇ Kimyoviy reaksiyada atomlarning umumiy soni o'zgarmaydi, faqatgina ularning joylashish tartibi, ya'ni molekulalarning tarkibi, tuzilishi o'zgaradi.
- ⬇ Yadro reaksiyalarida massa energiyaga aylanganini sababli bir oz o'zgarishi mumkin.

Kimyoviy reaksiya tenglamalarini tuzishda shu muhim qoidalarni yodda tutish lozim. Masalan, quyidagi reaksiya tenglamasini tuzamiz:



Ko'rinib turibdiki, *boshlang'ich moddalar*, ya'ni reaksiya tenglamasining *chap tomonidagi* moddalarni tashkil qilgan atomlar soni, *hosil bo'lgan moddalar*, ya'ni reaksiya tenglamasining *o'ng tomonidagi* moddalarni tashkil qilgan atomlar soniga teng emas. Bu esa massaning saqlanish qonuniga zid. Reaksiya tenglamasini tuzish uchun chap tomondagi NaOH ning oldiga 2 ko'paytuvchi va o'ng tomondagi H<sub>2</sub>O ning oldiga 2 ko'paytuvchi qo'yish lozim. Shunda reaksiya tenglashadi:



✦ Kimyoviy reaksiya tenglamalarini tuzish uchun moddalarning molekulyar formulasi oldiga qo'yiladigan ko'paytuvchi son *koeffitsiyent* deyiladi. Koeffitsiyent tegishli modda molekulasidagi barcha atomlar uchun ko'paytuvchi hisoblanadi.

Kimyoviy reaksiyalar doim ham oxirigacha bormasligi mumkin. Natijada moddalarning bir qismi kimyoviy reaksiyada qatnashmay qoladi.

✦ Amalda hosil bo'lgan mahsulot miqdorining nazariy hisobdagi miqdoriga nisbatan ulushi *reaksiya unumi* deyiladi. Reaksiya unumini ulushda yoki foizlarda ifodalash mumkin.



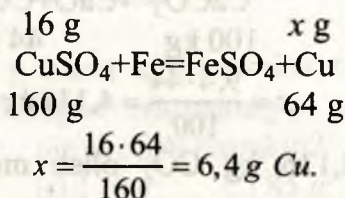
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 16 g mis (II)-sulfat eritmasiga kerakli miqdorda temir ta'sir ettirish natijasida qancha mis olish mumkin?

- A) 1,6;      B) 3,2;      C) 6,4;      D) 12,8.

**Yechish:**

Mis (II)-sulfat bilan temir orasidagi o'zaro ta'sir reaksiya tenglamasini tuzamiz. Berilgan va topilishi lozim bo'lgan miqdorlarini tenglamadagi shu moddalarining formulasi ustiga yozamiz va quyidagicha hisoblaymiz:



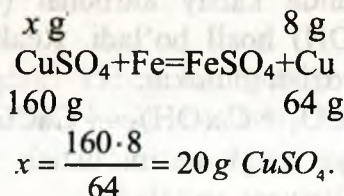
**Javob:** 6,4 g Cu hosil bo'ladi. (C javob to'g'ri).

**2- misol.** 8 g misni ajratib olish uchun qancha mis (II)-sulfat temirni o'zaro ta'sir ettirish kerak?

- A) 20;      B) 40;      C) 60;      D) 80.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini tuzish orqali hisoblash mumkin:



**Javob:** 20 g CuSO<sub>4</sub> olish lozim. (A javob to'g'ri).

**3-misol.** Tarkibida 94%  $\text{CaCO}_3$  bo'lgan 10 kg ohaktoshni kuydirishdan qancha kg uglerod(IV)-oksid olish mumkin?

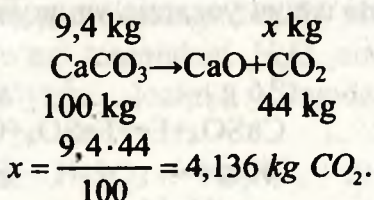
A) 2,068; B) 22,4; C) 33,6; D) 4,136.

**Yechish:**

1) Berilgan ohaktosh namunasining 10 kg da qancha  $\text{CaCO}_3$  borligi hisoblab topiladi:

$$m_{\text{CaCO}_3} = 10 \text{ kg} \cdot 0,94 = 9,4 \text{ kg}.$$

2) 9,4 kg  $\text{CaCO}_3$  kuydirilganda qancha  $\text{CO}_2$  hosil bo'lishi aniqlanadi.



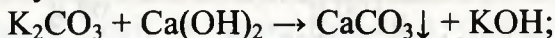
**Javob:** 4,136 kg  $\text{CO}_2$  olish mumkin. (D javob to'g'ri).

**4-misol.** Mahsulot unumi 95% bo'lganda, 13,8 kg potashga so'ndirilgan ohak ta'sir ettirilganda hosil bo'lgan kaliy gidroksid massasini (kg) hisoblang.

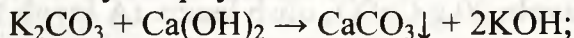
A) 8,82; B) 10,64; C) 9,74; D) 9,47.

**Yechish:**

1) Potash ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) ga so'ndirilgan ohak ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) ta'sir ettirilganda kalsiy karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) va kaliy gidroksid ( $\text{KOH}$ ) hosil bo'ladi. Reaksiya tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



2) reaksiya tenglamasini tuzish uchun  $\text{KOH}$  ning oldiga 2 koeffitsiyent qo'yiladi:



3) nazariy unum 100 % deb hisoblanganda:

138 g potashdan reaksiya natijasida 112 (56·2) g KOH  
hosil bo'lsa,

13,8 kg potashdan reaksiya natijasida x g KOH hosil  
bo'ladi.

$$x = \frac{112 \text{ g} \cdot 13,8 \text{ kg}}{138 \text{ g}} = 11,2 \text{ kg};$$

4) reaksiya unumi 100 % bo'lganda 11,2 kg KOH hosil  
bo'lsa,

reaksiya unumi 95 % bo'lganda x kg KOH hosil bo'lsa,

$$x = \frac{11,2 \text{ kg} \cdot 95\%}{100\%} = 10,64 \text{ kg}.$$

**Javob:** 10,64 kg KOH hosil bo'ladi. (**B javob to'g'ri**).

**5-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?

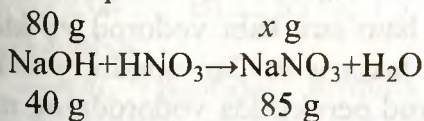
A) 340 g;      B) 170 g;      C) 85 g;      D) 17 g.

**Yechish:**

1) Bunday masalalarni yechishda dastlabki moddalardan qaysi biri ortiqcha olinganligini aniqlash kerak. Buning uchun dastlabki moddalarning mol miqdorlari aniqlanadi.

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{m_{\text{HNO}_3}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{130}{63} = 2,063 \text{ mol}, \quad n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{80}{40} = 2 \text{ mol}.$$

2) NaOH miqdori kichik bo'lganligi uchun, necha gramm natriy nitrat hosil bo'lishi NaOH bo'yicha hisoblab topiladi:





$$x = \frac{80 \cdot 85}{40} = 170 \text{ g NaNO}_3.$$

**Javob:** 170 g NaNO<sub>3</sub> hosil bo'ladi. (**B javob to'g'ri**).

## 5.2. Moddalar tarkibining doimiylik qonuni

Inson materiya harakatining turli shakllarini, tabiat hodisalari orasidagi bog'liqliklarni, aloqalarni o'rganish jarayonida tabiat qonunlarini ochib boradi. Kimyo qonunlari ham boshqa fanlar qonunlari qatorida – tabiat qonunlarining aks etishidir.

Buyuk mutafakkir Abu Ali ibn Sino «Tib qonunlari» asarida sodda va murakkab dorilarni ta'riflab, har qanday dorivor vosita ma'lum tarkibga ega bo'lishini izohlash orqali tarkibning doimiyliigi haqidagi dastlabki tushunchalarni bayon etgan.

1801-yilda fransuz olimi J.Prust tomonidan taklif etilgan tarkibning doimiylik qonuni 1809-yilda ko'pchilik tomonidan e'tirof etildi.

✚ Har qanday toza modda olinish usuli, vaqti va joyidan qat'i nazar doimiy tarkibga ega.

Masalan, suv molekulasida 2 atom vodorod va 1 atom kisloroddan tashkil topgan (sifat tarkibi). Suvda vodorodning massa ulushi 11,11% ni, kislorodning massa ulushi 88,89% ni tashkil qiladi (miqdoriy tarkib). Suvni turli usullar yordamida olish mumkin. Har qanday holatda ham toza suv (H<sub>2</sub>O) bir xil tarkibga ega bo'ladi.

Vodorod peroksid ham suv kabi vodorod va kisloroddan tashkil topgan, lekin u suvdan miqdoriy tarkibi bilan farqlanadi. Vodorod peroksidda vodorodning mas-

sa ulushi 5,89% ni, kislorodniki esa 94,11% ni tashkil qiladi. Vodород peroksid ( $H_2O_2$ ) suv ( $H_2O$ ) dan keskin farqlanuvchi xossaga ega moddadir.

✦ Miqdor o'zgarishlar sifat o'zgarishlarga olib keladi.

Birikmalardagi tarkibiy qismlarning massa ulushi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\omega_x = \frac{m_x}{m}$$

Bunda  $\omega_x$  – birikmadagi tarkibiy qismning massa ulushi;  $m_x$  – tarkibiy qism massasi;  $m$  – birikmaning massasi.

Birikmadagi tarkibiy qismning massa ulushi birdan kichik bo'lib, 100 % ga ko'paytirilsa, foizda ifodalangan ulushi (massa ulushi (%)) kelib chiqadi:

$$\omega_{x,\%} = \frac{m_x}{m} \cdot 100\%$$

Bunda  $\omega_{x,\%}$  – birikmadagi tarkibiy qismning foizdagi massa ulushi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Sulfat kislotadagi oltingugurtning massa ulushi (%)ni hisoblang.

A) 2,04 %; B) 32,65 %; C) 32 %; D) 65,41 %.

**Yechish:**

**1-usul.** Yuqoridagi formula orqali  $H_2SO_4$  molekulasidagi oltingugurt massa ulushini aniqlaymiz. Buning

uchun avvalo sulfat kislotaning nisbiy molekulyar massasini hisoblab topamiz.

$$M_{\text{r}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ g/mol.}$$

Oltिंगugurtning massa ulushi (%)ni hisoblaymiz:

$$\omega_{\%(\text{S})} = \frac{32}{98} \cdot 100\% = 32,65\% .$$

**2-usul.** Matematik proporsiya tuzish orqali hisoblash.

98 g sulfat kislota 100 % ni tashkil etadi,

32 g oltिंगugurt esa x % ni tashkil etadi.

Ma'lumki, matematik proporsiyada diagonallar ko'paytmasi o'zaro teng:

$$\frac{98}{32} = \frac{100}{x}$$

Shundan foydalanib x ning qiymatini hisoblash mumkin.

$$x = \frac{32 \cdot 100}{98} = 32,65\%$$

**Javob:** Sulfat kislotadagi oltिंगugurtning massa ulushi 32,65 % ga teng. (**B javob to'g'ri**).

**2-misol.** Fosfat angidrid ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) tarkibidagi fosforning foiz tarkibini aniqlang.

A) 31 %; B) 21,83 %; C) 43,66 %; D) 16 %.

**Yechish :**

**1-usul.** a) Molekulyar massa hisoblanadi:  $M_{\text{r}(\text{P}_2\text{O}_5)} = 31 \cdot 2 + 16 \cdot 5 = 142 \text{ g/mol};$

b) Fosforning massa ulushi (%) topiladi:

$$\omega_{\%(\text{P})} = \frac{62}{142} \cdot 100\% = 43,66\% .$$



**2-usul.** Proporsiya tuzish orqali hisoblash.

$$= 2 \cdot 31 + 5 \cdot 16 = 62 + 80 = 142 \text{ g/mol};$$

142 g fosfat angidrid      100 % ni tashkil etsa,

62 g fosfor                      x % ni tashkil etadi;

$$x = \frac{62 \cdot 100\%}{142} = 43,66\%$$

**Javob:** Fosfat angidridagi fosforning massa ulushi (%) 43,66 % ni tashkil etadi. (**C javob to'g'ri**).

### 5.3. Karrali nisbatlar qonuni

Tarkibning doimiylik qonunidan kelib chiqib, ingliz olimi Dalton birikmalar bir elementning ma'lum sondagi atomlari boshqa elementning aniq sondagi atomlari bilan birikishidan hosil bo'ladi degan fikr bildirdi (boshqacha qilib aytganda birikmalar ikki yoki undan ortiq elementlarning aniq sondagi atomlari birikishidan hosil bo'ladi).

Ko'p element atomlari bir-biri bilan birikkanda, ushbu atomlar massalari nisbati har bir holda bir-biridan farq qiluvchi aniq qiymatga ega bo'lgan turli birikmalar hosil qiladi. Masalan, uglerod kislorod bilan ikki xil birikma hosil qiladi. Ulardan biri uglerod (II)-oksid (CO) 42,88% massa ulush uglerod va 57,12% massa ulush kisloroddan iborat. Ikkinchi birikma uglerod (IV)-oksid (CO<sub>2</sub>) 27,29% massa ulush uglerod va 72,71% massa ulush kislorod tutadi. Shunday birikmalarni o'rganish jarayonida J.Dalton 1803-yilda **karrali nisbatlar qonunini** kashf qildi.

➔ Agar ikki element bir-biri bilan bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, bu birikmalardagi bir ele-

ment atomi massasiga to'g'ri keluvchi boshqa element atomi massalari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi.

Bu qonun elementlar birikmalar tarkibiga aniq por-siyalarda kirishini bevosita tasdiqlaydi.

Masalan, azot elementi kislorod bilan 5 xil birikma hosil qiladi. Bu birikmalar hosil bo'lishida azotning bir xil massa miqdori bilan birikuvchi kislorod massa miqdorini hisoblab ko'raylik. Buning uchun barcha birikmadagi azot va kislorod miqdorini ko'rsatuvchi kattaliklarni bir-biriga bo'lib ko'ramiz.

Birikma formulasi	N <sub>2</sub> O	NO	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Azotning massa miqdori	1	1	1	1	1
Kislorodning massa miqdori	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85
Birikmalardagi kislorodning massa miqdorlari orasidagi munosabat	0,57 : 1,14 : 1,71 : 2,28 : 2,85 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5				

Tarkibning doimiylik qonuni va karrali nisbatlar qonuni atom-molekulyar ta'limotdan kelib chiqadi. Molekulyar tuzilishdagi moddalar bir xil molekulalardan tarkib topadi. Shuning uchun tabiiyki, bunday moddalar tarkibi doimiydir. Ikki elementdan bir necha birikma hosil bo'lsa, bu elementlar atomlari bir-birlari bilan aniq tarkibli turli molekularlarga birikadi. Masalan, azot (I) oksidida ikkita azot va bitta kislorod atomidan tashkil topsa, azot (II)-oksidida bitta azot va bitta kislorod atomlaridan iborat bo'ladi va hokazo. Ko'rinib turibdiki, azotning muayyan massasiga bu birikmalarda kislorod 1:2:3:4:5 nisbatda birikadi.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko'rsatdiki, kristall panjarasi molekulyar tuzilishda bo'lgan moddalar *o'zgarmas tarkibli birikmalar* bo'lib, atom va ion kristall panjarali moddalarning tarkibi *o'zgaruvchan*. Bertollening o'zgaruvchan tarkibli birikmalar mavjudligi haqidagi ta'limotini XX asrning boshlarida akademik N.S.Kurnakov rivojlantirdi. U qotishma va eritmalarda haqiqatan ham o'zgaruvchan tarkibli birikmalar bo'lishini isbotladi va ularni *bertollidlar* (shunday birikmalar borligini oldindan aytgan fransuz kimyogari Bertolle xotirasiga) deb, o'zgarmas tarkibli birikmalarni esa – *daltonidlar* (ingliz kimyogari va fizigi Daltonning xotirasiga) deb atadi.

Tarkibning doimiylik qonuniga faqat molekula holidagi gaz, suyuqlik va oson suyuqlanadigan qattiq moddalar bo'ysunadi. Atom tuzilishiga ega bo'lgan kristall moddalar va yuqori molekulyar birikmalar bu qonunga bo'ysunmasligi mumkin.

Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan  $H_2SO_4$ ,  $KOH$ ,  $CCl_4$ . Ular qatoriga kislotalar, asoslar, tuzlar hamda organik moddalar kiradi.

Bertollidlar hosil qilishda reaksiya sharoiti (bosim, harorat va hokazo) ozgina o'zgartirilsa, hosil bo'ladigan moddaning tarkibi ham o'zgaradi, ya'ni ular tarkibning doimiylik qonuniga bo'ysunmaydi. Masalan, uran (VI)-oksidning tarkibi odatda  $UO_3$  formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi  $UO_{2,5}$  dan  $UO_3$  gacha bo'ladi. Titan (II)-oksidning tarkibi bir namunada  $Ti_{1,2}O$  formula bilan, boshqa bir namunada  $TiO_{1,2}$  formula bilan ifodalanishi mumkin. Birinchi holatda 12 ta titan atomiga 10 ta kislorod atomi to'g'ri kelsa, ikkinchi holatda 10



ta titan atomiga 12 ta kislorod atomi to'g'ri keladi. Bertollidlarga oksidlar, gidridlar, sulfidlar, nitridlar, karbidlar, silitsidlar, ko'pchilik qotishmalar, shisha hamda kristall tuzilishli anorganik birikmalar kiradi.

Shunday ekan, tarkibning doimiylik qonunining hozirgi ta'rifi quyidagicha:

✦ 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'zgarmas bo'lmaydi va olinish sharoitiga bog'liq bo'ladi.

Molekuladagi elementlarning massa ulushidan ularning kimyoviy formulasini keltirib chiqarish mumkin. Buning uchun molekuladagi har bir elementning massa ulushlari tegishli tartibda o'zining nisbiy atom massalariga bo'linadi. Natijada olingan kasr sonlar kichik butun soniga keltiriladi:

$$A_x B_y C_z \text{ birikma uchun: } \frac{\omega_A}{A_{r,A}} : \frac{\omega_B}{A_{r,B}} : \frac{\omega_C}{A_{r,C}} = x : y : z$$

✦ Kimyoviy modda molekulasining sifat va miqdor tarkibini ifodalovchi formula **kimyoviy formula** deyiladi.

✦ Kimyoviy formuladagi sonlar molekuladagi tegishli atom sonini ko'rsatib, **indeks** deb ataladi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Tarkibida marganetsning massa ulushi 49,55 %, kislorodniki 50,45 % bo'lgan oksid formulasini ko'rsating.

A)  $Mn_2O_7$ ; B)  $MnO_2$ ; C)  $MnO$ ; D)  $MnO_3$ .

**Yechish:** Yuqoridagi formula bo'yicha birikma kimyoviy formulasidagi indekslar hisoblanadi:

$$\frac{49}{55} : \frac{51}{16} = 0,9 : 3,153 = 1 : 3,5 = 2 : 7$$

Demak, oksidda 2 atom marganesga 7 atom kislorod to'g'ri keladi. Oksidning formulasi esa  $Mn_2O_7$  (**A javob to'g'ri**)

**2-misol.** Kimyoviy birikmani tashkil etuvchi elementlarning massa ulushlari quyidagicha:  $H - 1,59\%$ ,  $N - 22,22\%$ ,  $O - 76,19\%$ . Shu birikmani aniqlang.

- A) nitrit kislota;                      B) nitrat kislota;  
C) ammoniy nitrat;                    D) ammoniy gidroksid.

**Yechish:** Birikmadagi elementlarga tegishli indekslar aniqlanadi:  $H_xN_yO_z$ .

$$x : y : z = \frac{\omega_H}{A_{r,H}} : \frac{\omega_N}{A_{r,N}} : \frac{\omega_O}{A_{r,O}} = \frac{1,59}{1} : \frac{22,22}{14} : \frac{76,19}{16} =$$
$$= 1,59 : 1,59 : 4,76 = 1 : 1 : 3$$

Demak, birikmaning formulasi:  $HNO_3$  ya'ni nitrat kislota. (**B javob to'g'ri**).

### 5.4. Ekvivalentlar qonuni

Ekvivalentlar qonuni moddalarning kimyoviy reaksiyalardagi miqdoriy nisbatlarini ifodalaydi.

↓ *Ekvivalent miqdor* birligi sifatida moddaning 1 mol vodorod atomlarini o'ziga biriktira oladigan yoki shuncha vodorod o'rnini oladigan miqdori qabul qilingan.

Ekvivalent miqdor birligini molyar miqdor birligi (mol) bilan adashtirmaslik uchun uni ekv bilan belgilash maqsadga muvofiq. U holda 1 ekv vodorod = 1 mol vodorod atomlari = 0,5 mol vodorod molekulari = 1,0079 g  $\approx$  1 g vodorod.

Suv H<sub>2</sub>O da 1 ekv vodorod, ya'ni 1 g H bilan 8 g kislorod, ya'ni 0,5 mol kislorod atomlari birikkan. Kislorod molekulari O<sub>2</sub> ga hisoblanganda bu miqdor 0,25 molni tashkil qiladi. Bu holda kislorodning 1 ekv miqdori = 0,5 mol kislorod atomlari (O) = 0,25 mol kislorod molekulari (O<sub>2</sub>) = 8 g kislorod.

↓ 1 ekv modda massasi *ekvivalent massa* deyiladi.

Kimyoviy formulasi  $X$  bo'lgan moddaning ekvivalent miqdori ( $n_{ekv,X}$ ) uning molyar miqdori ( $n_X$ ) orasida quyidagi mutanosiblik bor:

$$n_{ekv,X} = n_X \cdot B_X$$

$X$  moddaning ekvivalent massasini  $E_X$  bilan belgilash tavsiya etiladi. Moddaning ekvivalent massasi  $E_X$  bilan uning molyar massasi  $M_X$  orasidagi bog'liqlik esa quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$E_X = \frac{M_X}{B_X} \quad n_{ekv,X} = \frac{m_X}{E_X}$$

bu yerda  $B_X$  moddaning kimyoviy reaksiyadagi ishtirokiga ko'ra aniqlanadigan butun son:

- Agar  $X$  element bo'lsa,  $B_X$  uning valentligiga teng;

-  $X$  murakkab modda bo'lsa, moddaning yoki undagi kation (anion)ning ekvivalent massasini hisoblashda  $B_X$  moddadagi kation (yoki anion) valentligining uning molekulyar formulasidagi soni (indeksi) ko'paytmasiga teng;



- vodorod ioni almashinish reaksiyalarida murakkab moddaning ekvivalent massasini hisoblashda  $B_X$  modda molekulasidagi almashingan vodorod ionlari soniga teng;

- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida modda (yoki element) ekvivalent massasini hisoblashda  $B_X$  modda molekulasini (yoki element atomi) qabul qilgan yoxud bergan elektronlar soniga teng.

Misol uchun kislorod moddasida kislorod elementining ekvivalent massasi:

$$E_O = \frac{A_O}{B_O} = \frac{16}{2} = 8 \text{ g / ekv};$$

Xlor elementining ekvivalent massasi esa:

$$E_{Cl} = \frac{A_{Cl}}{B_{Cl}} = \frac{35,5}{1} = 35,5 \text{ g / ekv}.$$

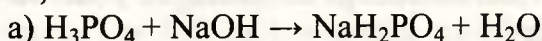
Murakkab modda  $SO_2$  dagi oltingugurtning valentligi IV ga teng, uning ekvivalent massasi:

$$E_S = \frac{A_S}{B_S} = \frac{32}{4} = 8 \text{ g / ekv}.$$

Ionlar ekvivalent massasi ular massalarini zaryadlariga bo'lish orqali topiladi. Masalan, fosfat  $PO_4^{3-}$  ioni ekvivalent massasi  $E_{(PO_4^{3-})} = 95/3 = 31,66 \text{ g/ekv}$ , sulfat  $SO_4^{2-}$  ioni ekvivalent massasi  $E_{(SO_4^{2-})} = 96/2 = 48 \text{ g/ekv}$  va hokazo.

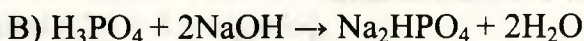
Yoki shu oksidni tashkil etgan element ekvivalent massasiga kislorod ekvivalent massasini qo'shish mumkin. Masalan,  $E(K_2O) = E(K) + E(O) = 39 + 8 = 47$ ,  $E(Fe_2O_3) = E(Fe) + E(O) = 18,67 + 8 = 26,67$

**Murakkab moddaning** ekvivalent massasi shu modda ishtirok etadigan reaksiya tenglamasidan aniqlanadi, masalan,



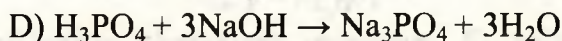
Bu reaksiyada 1 molekula kislota 1 molekulasidagi bir atom vodorodni natriy bilan almashtirdi. Shuning uchun kislotaning ekvivalent massasi uning molekulyar massasiga teng.

$$E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{98}{1} = 98 \text{ g / ekv}$$



Bu reaksiyada kislota 2 atom vodorodni natriy bilan almashtirdi. Shuning uchun kislotaning ekvivalent massasi uning molekulyar massasini 2 ga bo'linganiga teng:

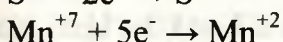
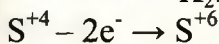
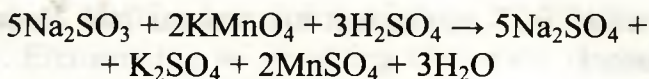
$$E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g / ekv. ;}$$



Bu reaksiyada kislota 3 atom vodorodni natriy bilan almashtirdi. Shuning uchun kislotaning ekvivalent massasi uning molekulyar massasini 3 ga bo'linganiga teng:

$$E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{98}{3} = 32,67 \text{ g / ekv}$$

**Oksidlanish-qaytarilish** reaksiyalarida ishtirok etgan moddalar ekvivalent massasini topish uchun qaytaruvchi bergan yoki oksidlovchi olgan elektronlar sonidan foydalaniladi. Bunda qaytaruvchining ekvivalent massasini topish uchun uning massasini bergan elektronlar soniga, oksidlovchining ekvivalent massasini topish uchun esa, uning massasini olgan elektronlar soniga bo'lish kerak. Masalan:



Oltिंगugurt atomi ikkita elektron chiqardi. Shuning uchun natriy sulfidning ekvivalent massasi:

$$E_{\text{Na}_2\text{SO}_3} = \frac{126}{2} = 63 \text{ g / ekv. ga teng.}$$

Kaliy permanganatning ekvivalent massasi esa:

$$E_{\text{KMnO}_4} = \frac{158}{5} = 31,6 \text{ g / ekv. ga teng bo'ladi.}$$

Demak, moddalar ularning ekvivalentlariga mos ravishda o'zaro ta'sirlashadilar. Bu ekvivalentlar qonuni deb ataladi.

✚ Moddalar bir-biri bilan ularning ekvivalentlariga proporsional miqdorlarda ta'sirlashadilar.

✚ O'zaro ta'sirlashayotgan moddalar massalari (hajmlari) ularning ekvivalent massalariga (hajmiga) to'g'ri proporsionaldir.

✚ Ekvivalent hajm – moddaning 1 ekvivalent miqdori egallaydigan hajm bo'lib, gazsimon holat uchun qo'llanadi (1 ekvivalent hajm H – 11,2 l/ekv., O – 5,6 l/ekv.).

Kimyoviy elementlar bir-biri bilan o'z ekvivalentlariga proporsional bo'lgan massa miqdorlari bilan birikadi yoki almashinadi. Ya'ni birikmadagi ikki elementning massalari va ekvivalent massalari quyidagi munosabatda bo'ladi:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{E_A}{E_B} \quad \text{yoki} \quad \frac{m_A}{E_A} = \frac{m_B}{E_B}$$



bunda  $m_A$  – ekvivalent massasi ma'lum elementning massasi

$E_A$  – uning ekvivalent massasi

$m_B$  – ekvivalent massasi topilishi kerak bo'lgan modda massasi

$E_B$  – uning ekvivalent massasi

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 1,08 g metall yondirilganda 2,04 g metall oksid hosil bo'ladi. Metallning ekvivalent massasini toping.

A) 7; B) 13; C) 9; D) 27.

**Yechish:**

Ekvivalentlar qonuniga asosan  $\frac{m_{Me}}{m_O} = \frac{E_{Me}}{E_O}$ , bunda

$m_{Me}$  – metall massasi 1,08 g;  $m_O$  – kislorodning massasi metall oksidning massasidan metall massasini ayirmasiga teng, ya'ni

$$m_O = m_{oksid} - m_{Me} = 2,04 - 1,08 = 0,96 \text{ g};$$

$E_{Me}$  – metall ekvivalent massasi;  $E_O$  – kislorod ekvivalent massasi.

Kislorodning ekvivalent massasi 8 ga tengligini nazarda tutib, ko'rsatilgan qiymatlarni ekvivalentlar qonunining matematik ifodasiga qo'ysak:

$$\mathcal{E}_{Me} = \frac{m_{Me} \cdot \mathcal{E}_O}{m_O} = \frac{1,08 \cdot 8}{0,96} = 9 \text{ g/ekv.}$$

**Javob:** Metallning ekvivalent massasi 9 g/ekv ga teng. (C javob to'g'ri).

**2-misol.** Bir element oksidi tarkibida 72,73% kislorod bor. Elementning va oksidning ekvivalent massalarini toping.

A) 3; 11; B) 6; 22; C) 9; 33; D) 3; 8.

**Yechish:**

a) Element oksidi tarkibidagi elementning foiz miqdori:

$\omega_{\% \text{ Element}} = 100 - 72,73 = 27,3 \%$ , demak bu oksid-da 27,3 g element bilan 72,73 g kislorod birikkan deb hisoblash mumkin.

b) ekvivalentlar qonuniga muvofiq

$$\frac{m_E}{m_B} = \frac{E_E}{E_O}; \quad E_E = \frac{m_E \cdot E_O}{m_O} = \frac{27,3 \cdot 8}{72,73} = 3 \text{ g / ekv. ga teng};$$

d) elementlarning ekvivalent massalaridan foydalanib oksid ekvivalent massasi topamiz:

$$E_{E_xO_y} = E_E + E_O = 3 + 8 = 11 \text{ g/ekv}$$

**Javob:** Elementning ekvivalent massasi 3 g/ekv ga, oksidning ekvivalent massasi esa 11 g/ekv ga teng. (A javob to'g'ri).

**3-misol.** 20 g metall oksidi vodorod bilan qaytarilganda 4,5 g suv hosil bo'ldi. Metall va metall oksidining ekvivalent massasini toping.

A) 32; 20; B) 16; 40;

C) 16; 20; D) 32; 40.

**Yechish:**

Bu masalani yechishda suvning ekvivalent massasidan foydalanamiz. Suvning ekvivalent massasi esa  $E_{H_2O} = E_H + E_O = 1 + 8 = 9 \text{ g/ekv}$  ga teng.

a) Ekvivalentlar qonuniga asosan

$$\frac{m_{MeO}}{m_{H_2O}} = \frac{E_{MeO}}{E_{H_2O}}; E_{MeO} = \frac{m_{MeO} \cdot E_{H_2O}}{m_{H_2O}} = \frac{20 \cdot 9}{4,5} = 40 \text{ g / ekv.};$$

b)  $E_{MeO} = E_{Me} + E_O$ ; dan foydalanib

$$E_{Me} = E_{MeO} - E_O = 40 - 8 = 32 \text{ g/ekv.}$$

**Javob:** Metallning ekvivalent massasi 32 g/ekv ga, oksidning ekvivalent massasi esa 40 g/ekv ga teng. (**D javob to'g'ri**).

**4-misol.** 2,6 g metall gidroksidan 5,7 g metall sulfat hosil bo'ldi. Metallning ekvivalent massasini toping.

A) 27; B) 18; C) 9; D) 3.

**Yechish:**

a) Metall gidroksidining ekvivalent massasi metall ekvivalent massasi bilan gidroksid guruhi ( $OH^-$ ) ekvivalent massasining yig'indisiga teng.

$$E_{gid} = E_{Me} + E_{OH^-} \text{ bunda } E_{OH^-} = \frac{17}{1} = 17 \text{ g/ekv.};$$

$$E_{gid} = E_{Me} + 17 \text{ bo'ladi};$$

b) metall sulfatning ekvivalent massasi metall ekvivalent massasi bilan kislotaga qoldig'i ( $SO_4^{2-}$ ) ekvivalentlarining yig'indisiga teng.

$$E_{Me, (SO_4)_y} = E_{Me} + E_{SO_4^{2-}}; E_{SO_4^{2-}} = \frac{96}{2} = 48 \text{ g / ekv.};$$

$$E_{Me, (SO_4)_y} = E_{Me} + 48$$

D) ekvivalentlar qonuniga muvofiq quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$2,6 : 5,7 = (E_{Me} + 17) : (E_{Me} + 48) \text{ bundan}$$

$$5,7 \cdot (E_{Me} + 17) = 2,6 \cdot (E_{Me} + 48)$$

$$5,7 E_{Me} + 96,9 = 2,6 E_{Me} + 124,8;$$

$$3,1 E_{Me} = 27,9;$$



$$= \frac{27,9}{3,1} = 9 \text{ g/ekv.}$$

**Javob:** Metallning ekvivalent massasi 9 g/ekv ga teng. (C javob to'g'ri).

**5-misol.** Temir oksidi tarkibida massa jihatdan 70% temir va 30% kislorod bor. Temirning ekvivalent massasini va shu oksiddagi valentligini toping.

A) 18,67; III; B) 28; II; C) 18,67; II; D) 28; III.

**Yechish:**

a) 100 g oksidning 70 g temir 30 g kislorod. Ekvivalentlar qonuniga asosan, temirning ekvivalent massasini topamiz:

$$\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{E_{Fe}}{E_O} \text{ bundan } E_{Fe} = \frac{m_{Fe} \cdot E_O}{m_O} = \frac{70 \cdot 8}{30} = 18,67 \text{ g/ekv.}$$

b)  $E = \frac{A}{B}$  dan foydalanib, temirning valentligini aniqlaymiz

$$B = \frac{A}{E} = \frac{56}{18,67} = 3.$$

**Javob:** oksiddagi temirning ekvivalent massasi 18,67 g/ekv ga, valentligi 3 ga teng. (A javob to'g'ri).

## **6-BOB. DISPERS SISTEMALAR. ERITMALAR. ELEKTROLITIK DISSOTSILANISH NAZARIYASI**

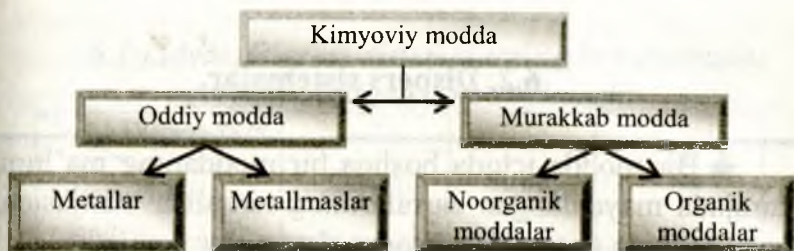
### **6.1. Sof moddalar. Aralashmalar.**

Tabiatdagi barcha moddalarni oddiy va murakkab moddalarga ajratish mumkin (6.1-sxema). Oddiy moddalar fizik va kimyoviy xossalari jihatidan ikki guruhga ajratiladi:

1. Metallar
2. Metallmaslar

Bunday sinflash nisbiy bo'lib, ularning metallik va metallmaslik xossalari qanchalik namoyon bo'lishiga qaraladi. Metall xossalari elektr toki va issiqlikni yaxshi o'tkazishi, metall yaltiroqligi va bo'lg'aluvchanlik kabilar kiradi. Metallar odatdagi sharoitda qattiq agregat holatga ega. Faqat simobgina suyuq holatda bo'ladi. Metallmaslar esa yuqoridagi xossalarni mujassamlashtirmaydi. Lekin, shunday moddalar borki, ham metall, ham metallmas xossalari o'zida namoyon etadi. Masalan, grafit qatlamlararo qo'zg'aluvchan elektronlar hisobiga elektr tokini o'tkazadi.

Murakkab moddalarni noorganik va organik moddalarga ajratish mumkin.



6.1-sxema. Kimyoviy moddalarning sinflanishi.

Ammo, aksariyat jismlar bir necha moddalar aralashmasidan iborat. Tabiatda sof modda deyarli uchramaydi.

↓ Tarkibi va xossalari butun hajmi bo'yicha bir xil bo'lgan modda — *sof* yoki *toza modda* deb ataladi.

↓ *Aralashma* o'zgaruvchan tarkibga ega, ularni fizik va kimyoviy usullar bilan toza moddalarga ajratish mumkin.

Aralashmalarni tashkil qilgan moddalar komponentlar deyiladi. Aralashmalar komponentlar soniga ko'ra *ikki va ko'p komponentli aralashmalarga* bo'linadi.

Bundan tashqari aralashmalar ularni tashkil qilgan komponentlarning agregat holatiga ko'ra gomogen va geterogen bo'lishi mumkin.

↓ Aralashmani tashkil qilgan komponentlar bir xil agregat holatida bo'lsa, bunday aralashmalar *gomogen aralashmalar* deyiladi.

↓ Aralashmani tashkil qilgan komponentlar har xil agregat holatida bo'lsa, bunday aralashmalar *geterogen aralashmalar* deyiladi.

Ikki komponentli aralashmalarga dispers sistemalar misol bo'ladi.



## 6.2. Dispers sistemalar.

✚ Bir modda ichida boshqa bir moddaning ma'lum darajada maydalangan zarralarining tarqalishi natijasida hosil bo'lgan sistemalar **dispers sistemalar** deyiladi.

Dispers sistemalar ikki qismdan iborat bo'ladi:

1. **Dispersion muhit** – miqdor jihatidan ustun hamda dispers faza zarrachalarini o'zida bir tekis singdiruvchi dispers sistemaning qismi. Dispersion muhitning agregat holati ko'pincha dispers sistemaning agregat holatini ifodalaydi.

2. **Dispers faza** – miqdor jihatidan ustun bo'lmagan hamda zarrachalari dispersion muhitda bir tekis tarqalgan dispers sistemaning bir qismi.

Dispers sistemalar komponentlarning agregat holatiga ko'ra (6.1-jadval) va dispers faza zarrachalarning o'lchami bo'yicha bir necha guruhlarga bo'linadi:

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

Dag'al dispers sistemalarda dispers faza zarrachalarning o'lchami (diametri) 100 nm dan katta bo'lib, ularni ko'z bilan yoki oddiy mikroskopda ko'rish mumkin. Dispers fazani dispers sistemadan filtrlab ajratish mumkin. Dispers faza zarrachalari tezda idish tubiga cho'kadi yoki qavat holida ajraladi. Dag'al dispers sistemalar geterogen sistemalaridir.

6.1-jadval. Dispers sistemalarning komponentlar agregat holatiga ko'ra sinflanishi

Dispers faza \ Dispersion muhit	Qattiq	Suyuq	Gaz
Qattiq	Qotishma	Gel	Penoplast, po'kak
Suyuq	Suspenziya	Emulsiya	Ko'pik
Gaz	Tutun, chang	Tuman	Gazlar aralashmasi



6.1-rasm. Dispers sistemalarning tarkibi va turlari.

Dag'al dispers sistemalar komponentlari agregat holatiga ko'ra suspenziya va emulsiyalarga bo'linadi. Dispers faza qattiq moddadan, dispersion muhit suyuq

moddadan iborat dag'al dispers sistemaga *suspenziya* deyiladi. Suspenziyaga, bo'ring mayin kukuni va suv aralashmasi misol bo'ladi. Dispers faza ham, dispersion muhit ham suyuq moddadan iborat dag'al dispers sistemaga *emulsiya* deyiladi. Emulsiyaga, sut, o'simlik moyi yoki benzinning suv bilan aralashmasi misol bo'ladi.

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

Kolloid eritmalar mikroheterogen sistemalaridir. Kolloid eritmalar zarrachalarini faqat ultramikroskopda payqash mumkin. Ular oddiy filtr qog'ozidan o'tib ketadi, kichik teshikli ultrafiltrdan o'tmaydi. Kolloid eritmalarda koagulyatsiya hodisasi kuzatiladi. Kolloid zarrachalarning o'zaro faol to'qnashishi natijasida bir-biriga birikib, yiriklashib cho'kishi *koagulyatsiya* deyiladi.

Chin eritmadan farq qilib, kolloid eritmadan yorug'lik nuri dastasi o'tkazilsa, yaxshi ko'rinadigan yorug'lik konusi paydo bo'ladi.

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

Chin (haqiqiy) eritmalar zarrachalar o'lchami 1 nm dan kichik bo'ladi, ularning zarrachalarini mikroskop yordamida ham ko'rib bo'lmaydi. Har qanday filtr



qog'ozdan o'tib ketadi, yorug'lik nurini to'g'ridan-to'g'ri o'tkazadi, koagulyatsiyalanmaydi. Chin eritmalariga, osh tuzi yoki shakarining suvdagi eritmasi misol bo'ladi.

### 6.3. Eritmalar

↓ Ikki yoki bir necha komponentdan iborat suyuq yoki qattiq gomogen sistema *eritma* deyiladi.

Odatda, eritma deganda ko'proq suyuq eritmalar haqida so'z boradi. Ko'pincha eritmalar ikki komponentdan, ya'ni erituvchi va erigan moddalardan iborat bo'ladi. Tabiatda eng keng tarqalgan eritmalar suvli eritmalaridir. Eritmalarning amaliy ahamiyati juda katta bo'lgani uchun deyarli barcha sohalarda turli tarkib va xossalarga ega bo'lgan eritmalar ishlatiladi.

### 6.4. Erish jarayoni. Erish issiqligi

Qattiq modda kristalli erituvchiga tushirilganda kristall panjaradagi zarrachalar (ionlar yoki molekulalar) erituvchi molekulalari ta'sirida birin – ketin kristalldan ajralib erituvchi muhitida bir tekis tarqala boshlaydi. Bu erish jarayonidir. Erish jarayoni issiqlik ajralishi (ekzotermik) yoki yutilishi (endotermik) bilan borishi mumkin.

↓ Issiqlik ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladigan jarayon *ekzotermik jarayon* deyiladi (ekzo – tashqariga, termos – issiqlik).

↓ Issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladigan jarayon *endotermik jarayon* deyiladi (endo – ichkariga).

D.I.Mendeleevning solvatlanish nazariyasiga ko'ra modda zarrachasi erituvchi muhitiga tushganda erituvchi zarrachalari bilan birikib, solvatlar hosil qiladi. Agar erituvchi suv bo'lsa, bunday birikmalar gidratlar deyiladi.

Ma'lumki, yangi bog'lanish hosil bo'lganda energiya ajralib chiqadi. Gidratlanish jarayonida ajralib chiqqan energiya gidratlanish energiyasi deyiladi. Har qanday ta'sirni uzish uchun esa ma'lum miqdorda energiya sarflanadi. Erigan modda kristall tuzilishga ega bo'lgan qattiq modda bo'lsa, erish jarayonida kristall panjara bog'lari uziladi. Har qanday bog'lanishni uzish uchun ma'lum miqdorda energiya sarflanadi. Agar kristall panjaraning buzilishida sarflangan energiya gidratlanish energiyasidan katta bo'lsa, umumiy jarayonda energiya yutiladi va bunday jarayon endotermik jarayondir. Bunga misol sifatida ammiakli selitranning suvda erishini keltirish mumkin. Gidratlanish energiyasi kristall panjaraning buzilishiga sarflangan energiyadan katta bo'lsa, erish jarayoni ekzotermik bo'ladi. Masalan, natriy gidroksidning suvda erishi ekzotermik jarayon.

✦ Erish jarayonida ajralib chiqqan yoki yutilgan energiya *erish issiqligi* deyiladi.

Jarayonda ajralgan yoki yutilgan issiqlik miqdori  $Q$  harfi bilan belgilanadi. Agar modda eriganda issiqlik yutilsa  $Q$  manfiy ishora bilan, issiqlik ajralib chiqsa musbat ishora bilan ko'rsatiladi. Masalan, 1 mol  $NH_4NO_3$  ning suvda erish issiqligi  $Q = -26,5$  kJ, KOH uchun esa,  $Q = +55,7$  kJ/mol.

## 6.5. To'yingan eritma va eruvchanlik koeffitsiyenti

Erish paytida unga qarshi kristallanish jarayoni ham sodir bo'ladi. Dastlab erish jarayoni tez boradi, eritmada zarrachalarning soni ko'paygan sari kristallanish ham tezlashadi. Agar eruvchi modda yetarli yoki ortiqcha bo'lsa, ma'lum vaqtdan so'ng erish va kristallanish tezliklari tenglashadi. Shunda erigan modda bilan erimay qolgan modda o'rasida dinamik muvozanat qaror topadi, ya'ni eritma to'yingadi.

✦ Erimay qolgan modda bilan muvozanatda bo'lgan eritma *to'yingan eritma* deyiladi.

✦ Muayyan haroratda to'yingan eritmada 100 g erituvchiga to'g'ri keladigan erigan moddaning massasi ayni moddaning *eruvchanlik koeffitsiyenti* deyiladi.

Masalan,  $20^\circ\text{C}$  da 100 g suvda glukoza 200 g, NaCl 35 g,  $H_3BO_3$  5 g,  $CaCO_3$  0,0013 g, AgJ 0,00000013 g eriydi.

X moddaning eruvchanlik koeffitsiyenti  $S_x$  quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$S_x = \frac{m_x}{m_{erituvch}} \cdot 100.$$

Bu erda  $m_x$  - erigan modda massasi,  $m_{erituvchi}$  - erituvchi massasi.

Odatda eruvchanlikka doir savollarda erituvchi sifatida suv olinadi. Shuning uchun erituvchi massasi  $m_{erituvchi}$  ni suvning massasi  $m_{H_2O}$  ga almashtirish mumkin. U holda oxirgi formula quyidagi ko'rinishga keladi:



$$S_x = \frac{m_x}{m_{H_2O}} \cdot 100.$$

↓ Harorat ortishi bilan qattiq moddalarning eruvchanligi ortadi.

Agar to‘yingan eritma harorati pasaytirilsa, eruvchanlik kamayib erigan moddaning ortiqcha qismi sof kristall yoki kristallogidrat holida cho‘kmaga tushadi.

↓ Ba’zi moddalarning suv bilan hosil qilgan qattiq birikmalari – *kristallogidratlar* deyiladi.

### Mavzu yuzasidan test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 50 °C haroratda kaliy sulfatning to‘yingan eritmasidan 58 g miqdori bug‘latilgandan keyin 8 g tuz qolgan. Tuzning eruvchanligini aniqlang.

A) 8; B) 14; C) 16; D) 28.

**Yechish:**

a)  $m_e = 58$  g;  $m_x = 8$  g. suvning massasini topamiz:  
 $m_{H_2O} = m_e - m_x = 58 - 8 = 50$  g;

B) 50 °C da 50 g suvda 8 g tuz erigan bo‘lsa,  
 100 g suvda x g tuz erigan bo‘ladi.

$$x = \frac{8 \cdot 100}{50} = 16 \text{ (C javob to‘g‘ri).}$$

**2-misol.** 40 °C haroratda kaliy nitratning eruvchanlik koeffitsiyenti 61 ga teng. Uning 500 g to‘yingan eritmasidagi suvning massasini (g) toping.

A) 189,56; B) 315,56; C) 310,56; D) 410,56.



**Yechish:**

a) 40° C da 100 g suvda 61 g KNO<sub>3</sub> erigan bo'lsa, eritmaning massasi:

$$m_e = m_x + m_{H_2O} = 100 + 61 = 161\text{g};$$

b) 161 g to'yingan eritmada 100 g suv bo'lsa,  
500 g to'yingan eritmada x g suv bo'ladi.

$$x = \frac{100 \cdot 500}{161} = 310,56\text{ g (C javob to'g'ri)}.$$

**3-misol.** 20 °C haroratda kaliy dixromatning eruvchanligi 12,5 g ni tashkil etadi. Ushbu 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.

**Yechish:**

a) 20°C da 100 g suvda 12,5 g tuz eriydi. Eritmaning massasi: 12,5 + 100 = 112,5 g;

b) 100 g suvda tuz eriganda 112,5 g eritma hosil bo'lsa,  
400 g suvda tuz eriganda x g eritma hosil bo'ladi.

$$x = \frac{112,5 \cdot 400}{100} = 450\text{ g (D javob to'g'ri)}.$$

**4-misol.** 80 °C haroratda natriy xloridning 600 g to'yingan eritmasi 0 °C ga qadar sovutilganda, necha gramm tuz cho'kmaga tushadi? Osh tuzining 80 °C dagi eruvchanligi 38 g ga, 0 °C dagisi esa 35,8 g ga teng.

A) 4,5; B) 6,5; C) 7,5; D) 9,6.

**Yechish:**

a) 80°C da 100 g suvda 38 g tuz erisa, eritmaning massasi: 100+38=138 g.

20°C da 100 g suvda 35,8 g tuz erisa, eritmaning massasi: 100+35,8=135,8 g;

b) 80°C dagi 138 g eritma sovutilsa 38-35,8=2,2 g tuz cho'kmaga tushadi;  
600 g eritma sovutilganda esa x g tuz cho'kmaga tushadi;

$$x = \frac{2,2 \cdot 600}{138} = 9,6 \text{ g. (D javob to'g'ri).}$$

**5-misol.** KBr ning 80 °C dagi to'yingan eritmasi 20 °C haroratgacha 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.

**Yechish:**

a) 80°C da eritmaning massasi: 100+95=195 g; 20°C da esa 100+65=165 g;

b) 195 g eritma sovutilsa 195-165=30 g tuz cho'kma tushsa,

x g eritma sovutilsa 120 g tuz cho'kma tushadi.

$$x = \frac{195 \cdot 120}{30} = 780 \text{ g};$$

d) 195 g eritma 100 g suv va 95 g tuzdan tashkil topgan bo'lsa,

780 g eritma x g suv va y g tuzdan tashkil topgan bo'ladi.

$$x = \frac{100 \cdot 780}{195} = 400 \text{ g}; y = \frac{95 \cdot 780}{195} = 380 \text{ g}.$$

**(C javob to'g'ri).**

**6-misol.** 0 °C haroratda vodorod bromidning eruvchanligi 171 g bo'lsa, shu haroratda 1 l suvda qanday hajmdagi (l) gaz eriydi?

A) 5,6; B) 14,8; C) 17,3; D) 473.

**Yechish:**

a) Suvning zichligi 1 g/sm<sup>3</sup> ga tengligini yodda tutgan holda uning 1 l = 1000 sm<sup>3</sup> massasini hisoblaymiz:

$$m_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O} = 1000 \text{ sm}^3 \cdot 1 \text{ g/sm}^3 = 1000 \text{ g}.$$

b) Eruvchanlik koefitsiyenti formulasidan foydalanib, 1000 g suvda erishi mumkin bo'lgan HBr massasini hisoblaymiz:

$$m_{HBr} = \frac{m_{H_2O} \cdot S_{HBr}}{100} = \frac{1000 \cdot 171}{100} = 1710 \text{ g HBr}$$

d) n.sh.da 1710 g HBr hajmini topamiz:

$$V_{HBr} = \frac{m_{HBr}}{M_{HBr}} \cdot V_M = \frac{1710}{81} \cdot 22,4 = 472,88 \approx 473 \text{ l}.$$

**(D javob to'g'ri).**

**7-misol.** 100 hajm dietilefirda 0,85 hajm suv eritilganda to'yingan eritma hosil bo'ladi. Efirdagi suvning eruvchanligini (S) hisoblang ( $\rho_{\text{efir}}=0,71 \text{ g/ml}$ ).

A) 1,2; B) 1,0; C) 1,11; D) 1,3.

**Yechish:**

a) hajm birligini ml deb qabul qilib va zichlikdan foydalanib, moddalarning massalarini topamiz;

$$m_{\text{efir}} = V_{\text{efir}} \cdot \rho_{\text{efir}} = 100 \cdot 0,71 = 71 \text{ g}; m_{\text{suv}} = 0,85 \cdot 1 = 0,85 \text{ g};$$

b) suvning efirdagi eruvchanligini hisoblab topamiz;

$$S_{\text{suv}} = \frac{m_{\text{suv}}}{m_{\text{efir}}} \cdot 100 = \frac{0,85}{71} \cdot 100 = 1,197 \approx 1,2.$$

**(A javob to'g'ri).**

**8-misol.** Ammoniy bromidning 30 °C dagi eruvchanligi 81,8 g. Massasi 300 g bo'lgan 30 °C da to'yingan ammoniy bromid eritmasi 0°C gacha sovutil-



ganda massasi 36,8 g tuz cho'kmaga tushdi. Tuzning 0°C dagi eruvchanligini hisoblang.

A) 57,5; B) 59,5; C) 61,5; D) 63,5.

Yechish:

300 g eritmadagi  $\text{NH}_4\text{Br}$  ning massasi  $\frac{81,8}{81,8+100} \cdot 300 = 134,98$  g bo'lsa, sovutilgandan keyingi

eritmadagi tuz massasi  $134,98 - 36,8 = 98,18$  g. Eritma massasi esa  $300 - 36,8 = 263,2$  g. 0 °C dagi  $\text{NH}_4\text{Br}$  eruvchanligi  $\frac{98,18}{263,2 - 98,18} \cdot 100 = 59,5$  ga teng.

Javob: Tuzning 0°C dagi eruvchanligi 59,5 ga teng (B javob to'g'ri).

### 6.6. Gazlarning suyuqliklarda eruvchanligi

Gazlarning suyuqliklarda eruvchanligi Genri qonuni bilan ifodalanadi.

O'zgarmas haroratda ma'lum hajm suyuqlikda erigan gazning massasi shu gazning bosimiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$m = kP.$$

Bunda  $m$  - gazning massasi;  $P$  - gazning bosimi;  $k$  - proporsionallik koefitsienti.

#### Genri-Dalton qonuni:

Gazlar aralashmasi suyuqliklarda eritilganda har qaysi gaz mustaqil ravishda eriydi, ya'ni bir gazning erishiga aralashmadagi boshqa gazlar halaqit bermaydi. erish gazning parsial bosimigagina bog'liq.

Genri va Genri-Dalton qonunlariga suyuqlik bilan reaksiyaga kirishmaydigan gazlarga (past bosimda) bo'ysunadi.

↓ Haroratning ko'tarilishi gazlarning eruvchanligini kamaytiradi.

Eruvchanlik eruvchi va erituvchining tabiatiga, haroratga va bosimga bog'lik.

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

### 6.7. Eritmalar konsentratsiyasi

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

#### Erigan moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi

↓ Erigan modda massasining eritma massasiga nisbati *moddaning eritmadagi massa ulushi* deb ataladi.

↓ 1 gramm eritmada erigan modda massasi uning eritmadagi massa ulushi deyiladi.



$$\omega_x = \frac{m_x}{m_e} \quad \text{yoki} \quad \omega_x = \frac{m_x}{m_x + m_{\text{erituvchi}}}$$

Bu yerda  $\omega_x$  – erigan modda X ning massa ulushi,  $m_x$  – moddaning massasi,  $m_{\text{erituvchi}}$  – erituvchining massasi,  $m_e$  – eritmaning massasi:  $m_e = m_x + m_{\text{erituvchi}}$ .

Bu qiymatni 100 % ga ko'paytirilsa, massa ulushining foizlarda ifodalangan qiymati **foiz konsentratsiyasi** kelib chiqadi.

$$\omega_{\%,x} = \omega_x \cdot 100\% = \frac{m_x}{m_e} \cdot 100\%$$

Moddaning to'yingan eritmasidagi eruvchanlik koeffitsiyenti berilgani holda uning massa ulushi va foiz konsentratsiyasini hisoblash mumkin:

$$\omega_x = \frac{S_x}{100 + S_x}; \quad \omega_{\%,x} = \frac{S_x}{100 + S_x} \cdot 100\%$$

Ma'lum foiz konsentratsiyali eritmalar aralashirilganda hosil bo'lgan eritmaning massa ulushi va foiz konsentratsiyasini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\omega_x = \frac{m_1\omega_1 + m_2\omega_2 + m_3\omega_3 + \dots + m_n\omega_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

$$\omega_{\%,x} = \frac{m_1\omega_{\%,1} + m_2\omega_{\%,2} + m_3\omega_{\%,3} + \dots + m_n\omega_{\%,n}}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

Bu yerda  $m_1, m_2, m_3, m_n$  – aralashirilayotgan eritmalarning massalari va  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_n$  – ularning massa ulushlari.

To'yinmagan eritmaga shu moddadan qo'shish orqali hosil qilingan yangi eritmadagi moddaning massa ulushi va foiz konsentratsiyasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\omega_x = \frac{m_1\omega_1 + m_2}{m_1 + m_2}; \quad \omega_{\%,x} = \frac{m_1 \frac{\omega_{\%,1}}{100} + m_2}{m_1 + m_2} \cdot 100\%$$

Bu yerda  $m_1, \omega_1, \omega_{\%,1}$  – eritmaning massasi va unda erigan moddaning massa ulushi va foiz konsentratsiyasi;  $m_2$  – qo'shilayotgan modda massasi.

Yuqori konsentratsiyali eritmaga erituvchi qo'shish orqali suyultirilgan eritmaning massa ulushi va foiz konsentratsiyani hisoblash formulasi quyidagicha:

$$\omega_x = \frac{m_1\omega_1}{m_1 + m_{\text{erituvchi}}}; \quad \omega_{\%,x} = \frac{m_1 \frac{\omega_{\%,1}}{100}}{m_1 + m_{\text{erituvchi}}} \cdot 100\%$$

### Mavzu yuzasidan test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 15 g shakarni 135 g suvda eritib olingan eritmaning konsentratsiyasi (%) qanday bo'ladi?

A) 13; B) 24; C) 10; D) 19.

**Yechish:**

$$\omega_{\%,x} = \frac{m_x}{m_x + m_{\text{erituvchi}}} \cdot 100\% \quad \text{formuladan foydalanib,}$$

eritmaning foiz konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$\omega_{\%,x} = \frac{15}{15 + 135} \cdot 100\% = 10\% \quad \text{(C javob to'g'ri).}$$

**2-misol.** 40 g 4 % li eritma hosil qilish uchun necha gramm osh tuzi va suv kerak?

A) 2,5 va 37,5;                      B) 0,4 va 39,6;  
C) 5 va 35;                              D) 1,6 va 38,4.

**Yechish:**

a) formuladan foydalanib, eritmadagi tuzning massasini hisoblaymiz:

$$m_x = \frac{m_e \cdot \omega_{\%,x}}{100\%} = \frac{40 \cdot 4}{100} = 1,6 \text{ g}$$

b) suvning massasini hisoblaymiz:

$$m_{\text{suv}} = m_e - m_x = 40 - 1,6 = 38,4 \text{ g (D javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Natriy gidroksidning 300 ml ( $\rho=1,333$  g/ml) 30 % li eritmasiga 200 ml suv qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmada natriy gidroksidning massa ulushi qanday?

A) 15 %; B) 20 %; C) 12 %; D) 25 %.

**Yechish:**

a) eritmaning hajmi va zichligidan foydalanib, uning massasini aniqlaymiz:

$$m_x = V_x \cdot \rho_x = 300 \cdot 1,333 = 400 \text{ g};$$

b) eritmani Suyultirish formulasiga tegishli qiymatlarni qo'yib, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$\omega_{\%,x} = \frac{m_1 \frac{\omega_{\%,1}}{100}}{m_1 + m_{\text{erituvchi}}} \cdot 100\% = \frac{400 \cdot \frac{30}{100}}{400 + 200} \cdot 100\% = 20\%$$

**(B javob to'g'ri).**

**4-misol.** Hajmi 2 ml bo'lgan 37 % li eritmada erigan modda miqdori 0,762 g bo'lsa, eritmaning zichligi (g/ml) ni aniqlang.

A) 1,12; B) 1,07; C) 1,03; D) 1,14; E) 1,09.

**Yechish:**

a) eritmaning massasi:

$$m_e = \frac{m_x}{\omega_{\%,x}} \cdot 100\% = \frac{0,762}{37} \cdot 100\% = 2,06 \text{ g}$$

b) eritmaning zichligi:  $\rho_x = \frac{m_x}{V_x} = \frac{2,06}{2} = 1,03 \text{ g/ml}$

**(C javob to'g'ri).**

**5-misol.** Avtomobildagi qo'rg'oshinli akkumulyatorida qo'llaniladigan 28 % li ( $\rho=1,2 \text{ g/ml}$ ) sulfat kislotada eritmasidan 5 l tayyorlash uchun 96 % li ( $\rho=1,84 \text{ g/ml}$ ) sulfat kislotada va suvdan necha grammdan olish kerak?

- A) 1750 va 4250;                      B) 1498,2 va 4501,8;  
C) 1505,2 va 4494,8;                D) 1512,3 va 4487,7.

**Yechish:**

*1-usul.*

a) Hisoblashlar oson bo'lishi uchun foiz konsentratsiyani massa ulushga aylantirib olamiz:

$$\omega = \frac{\omega_{\%}}{100\%}; \quad \omega_x = \frac{28\%}{100\%} = 0,28; \quad \omega_1 = \frac{96\%}{100\%} = 0,96;$$

b) tayyorlanishi zarur bo'lgan eritma va undagi sulfat kislotaning massasini aniqlaymiz:

$$m_e = V \cdot \rho = 5000 \cdot 1,2 = 6000 \text{ g eritma va unda}$$

$m_x = 6000 \cdot 0,28 = 1680 \text{ g sulfat kislotada erigan bo'lishi}$   
lozim;

d) 96 % li eritma massasini hisoblaymiz:

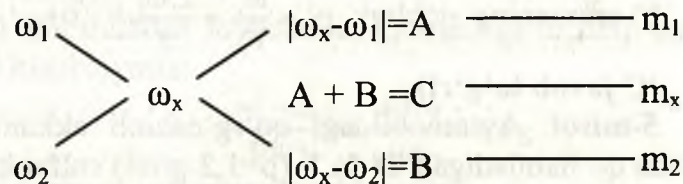
$$m_e = \frac{m_x}{\omega_x} = \frac{1680}{0,96} = 1750 \text{ g};$$

e) suvning massasi:  $m_{\text{erituvchi}} = 6000 - 1750 = 4250 \text{ g suv}$   
zarur. **(A javob to'g'ri).**

*2-usul.*

Testning javobini aralashtirishning diagonal usulida topish ancha qulay va tez bajariladi:



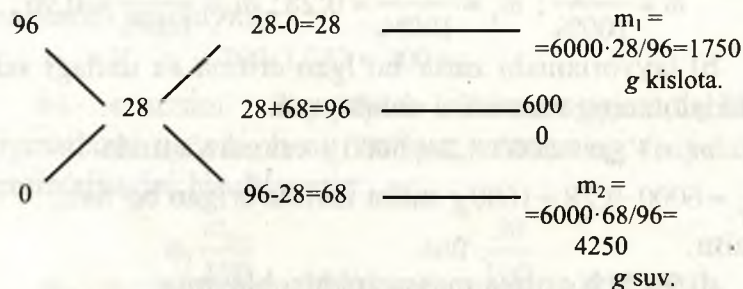


Bu yerda  $\omega_1$  va  $\omega_2$  lar  $m_1$  va  $m_2$  massadagi eritmalarining massa ulushlari,  $\omega_x$  – hosil bo‘lgan eritmaning massa ulushi,  $m_x$  – uning massasi

a) tayyorlanishi zarur bo‘lgan eritma massasini aniqlaymiz:

$$m_x = V \cdot \rho = 5000 \cdot 1,2 = 6000 \text{ g eritma};$$

b) suvda sulfat kislota mavjud emas, shuning uchun uning massa ulushini 0 ga teng deb, misolni yechamiz:



**6-misol.** Nitrat kislotaning 10 ml 10 % li eritmasi ( $\rho=1,056$  g/ml) bilan 100 ml 30 % li eritmasi ( $\rho=1,184$  g/ml) o‘zaro aralashtirilishidan hosil bo‘lgan yangi eritmada kislotaning foiz konsentratsiyasi qancha bo‘ladi?

A) 22,46; B) 26,32; C) 28,36; D) 32,15.

**Yechish:**

a) Ikkala eritmaning mos ravishda massalarini hisoblaymiz:

$$m_1=10 \cdot 1,056=10,56 \text{ g}; \quad m_2=100 \cdot 1,184=118,4 \text{ g};$$

b) formuladan foydalanib hosil bo‘lgan eritma foiz konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned}
 \omega_{\%x} &= \frac{m_1 \omega_{\%1} + m_2 \omega_{\%2} + m_3 \omega_{\%3} + \dots + m_n \omega_{\%n}}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \\
 &= \frac{10,56 \cdot 10 + 118,4 \cdot 30}{10,56 + 118,4} = 28,36\%
 \end{aligned}$$

**(C javob to‘g‘ri).**

**7-misol.** Kaliy xloridning massa ulushi 0,03 bo‘lgan 500 g eritmasi bug‘latilishi natijasida eritma massasi 300 g ga kamaydi. Qolgan eritmada kaliy xloridning massa ulushini toping.

A) 0,15; B) 0,02; C) 0,05; D) 0,075.

**Yechish:**

a) boshlang‘ich eritmada kaliy xlorid massasini hisoblaymiz:

$$m_x = m_e \cdot \omega = 500 \cdot 0,03 = 15 \text{ g};$$

b) qolgan eritmaning massasini hisoblaymiz:  
 $m_e = 500 - 300 = 200 \text{ g};$

d) eritmada kaliy xloridning massa ulushi:

$$\omega = \frac{m_x}{m_e} = \frac{15}{200} = 0,075. \quad \text{(D javob to‘g‘ri).}$$

**8-misol.** Massasi 114,8 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  kristallgidratini 85,2 g suvda eritishdan hosil bo‘lgan eritmada rux sulfatning massa ulushini toping.

A) 0,574; B) 0,434; C) 0,374; D) 0,322; E) 0,295.

**Yechish:**

a) molyar massalarni hisoblaymiz:

$$M_{\text{ZnSO}_4} = 161 \text{ g/mol};$$

$$M_{\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 161 + 7 \cdot 18 = 287 \text{ g/mol};$$

b) kristallogidrat tarkibidagi  $ZnSO_4$  ning massasini aniqlaymiz:

287 g  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  tarkibida 161 g  $ZnSO_4$  bo'lsa,

114,8 g  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  tarkibida x g  $ZnSO_4$  bo'ladi.

$x=64,4$ ;

d) eritmaning massasi:  $m_e=114,8+85,2=200$  g;

e) eritmadagi tuzning massa ulushi:  $\omega = \frac{64,4}{100} = 0,322$

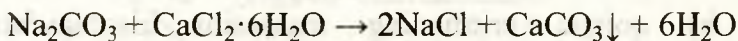
**(D javob to'g'ri).**

**9-misol.** Zichligi 1,08 g/ml bo'lgan 47 ml 25 % li  $Na_2CO_3$  eritmasiga qanday massadagi (g)  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  qo'shilganda,  $Na_2CO_3$  ning massa ulushi 10 % ga teng bo'lib qoladi?

A) 14,1 g; B) 15,4 g; C) 16,2 g; D) 12,5 g.

**Yechish:**

Jarayon quyidagi reaksiya tenglamasi asosida sodir bo'ladi:

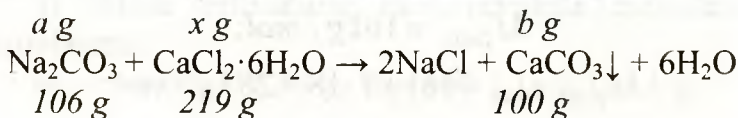


a)  $Na_2CO_3$  eritmasining massasi:

$m_e = V_c \cdot \rho_e = 47 \cdot 1,08 = 50,76$  g, undagi tuzning massasi:

$$m_{Na_2CO_3} = \frac{m_e \cdot \omega_{\%, Na_2CO_3}}{100} = \frac{50,76 \cdot 25}{100} = 12,69 \text{ g};$$

b) reaksiya tenglamasining ustiga savol shartida berilgan yoki so'ralgan moddalar miqdorlari, ostiga esa mos ravishda ularning molyar miqdorlari (massasi, hajmi yoki molekula soni) yozilsa tegishli mutanosibliklar kelib chiqadi. Bu yerda aynan shunday yo'l tutamiz:



$$a = \frac{106}{219} \cdot x = 0,484x; \quad b = \frac{100x}{219} = 0,457x;$$

d) reaksiya natijasida  $0,484x$  g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sarflangani uchun uning eritmadagi massasi  $m_x = 12,69 - 0,484x$  g ga teng bo'ladi. Eritmaning massasi esa  $x$  g  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  qo'shilgani uchun  $x$  g ga ortib,  $b = 0,457x$  g  $\text{CaCO}_3$  cho'kmaga tushganligi sababli  $0,457x$  g ga kamayadi. Demak, hosil bo'lgan eritmaning massasi:  $m_e = 50,76 + x - 0,457x = 50,76 + 0,543x$ ;

e) yuqoridagi ma'lumotlar asosida hosil bo'ladigan eritmaning massa ulushi  $\omega_{\%x} = 10\%$  ,ya'ni  $\omega_x = 0,10$  bo'lishi shartini qanoatlantiruvchi tenglamani tuzamiz va  $x$  ning qiymatini topamiz:

$$0,10 = \frac{12,69 - 0,484x}{50,76 + 0,543x}$$

$$5,076 + 0,0543x = 12,69 - 0,484x$$

$$0,484x + 0,0543x = 12,69 - 5,076$$

$$0,5383x = 7,614$$

$$x = 14,14 \text{ g.}$$

**Javob:** Eritmasiga  $14,14$  g  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  qo'shilishi kerak. (A javob to'g'ri).

**10-misol.** Zichligi  $1,07$  g/ml bo'lgan  $100$  ml  $8\%$  li  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasiga qanday massadagi  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  kristallgidratidan qo'shganimizda, tuzning eritmadagi massa ulushi ikki marta ortadi?

A)  $40,5$ ; B)  $50,6$ ; C)  $30,5$ ; D)  $45$ .

**Yechish:**

Bu misolni aralashtirishning diagonal usulida yechish mumkin. Buning uchun bizga ikkala eritmaning foiz konsentratsiyalari zarur bo'ladi.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  kristallgidratini qattiq holdagi eritma deb qabul qilsak,



undagi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ning foiz konsentratsiyasini hisoblash mumkin:

$$\omega_{\%} = \frac{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}} \cdot 100\% = \frac{142}{322} \cdot 100\% = 44,1\%;$$

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasining massasi:  $m = V \cdot \rho = 100 \cdot 1,07 = 107 \text{ g}$ ;

diagonal usulda javobni topamiz:

8		44,1-16=28,1	_____	107
\		/	_____	
16		16-8=8	_____	$m_2 =$
/		\	_____	=107 \cdot 8/28,1=30,5 \text{ g}
44, 1				

**(C javob to'g'ri)**

**11-misol.** 98 % li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan 1200 g tayyorlash uchun sulfat angidrid va 32 % li sulfat kislota eritmasidan qanday miqdorda (g) olish zarur?

- A) 269,39; 369,39;      B) 875,14; 324,86;  
C) 245,66; 355,66;      D) 160,50; 940,50.

**Yechish:**

*1-usul.*

a) Tayyorlash uchun zarur bo'lgan suvsiz sulfat kislota massasini aniqlaymiz:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1200 \cdot 98\%}{100\%} = 1176 \text{ g};$$

b) sulfat angidridning massasini  $x$ , 32 % li sulfat kislota eritmasi massasini  $y$  bilan belgilab olamiz.

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  reaksiya tenglamasiga muvofiq:

80 g  $\text{SO}_3$  suvda eritilsa, 98 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hosil bo'lsa,  
 $x$  g  $\text{SO}_3$  suvda eritilsa,  $a$  g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hosil bo'ladi.

$$a = \frac{98x}{80} = 1,225x;$$

d) Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib, ikkita ikki noma'lumli tenglama tuzib olamiz:

$$x + y = 1200 \text{ g (1); } 1,225x + 0,32y = 1176 \text{ (2);}$$

e) (1) tenglamadan  $y = 1200 - x$  ni hosil qilib, (2) tenglamaga qo'ysak,  $x$  va  $y$  ning qiymati topiladi:

$$1,225x + 0,32 \cdot (1200 - x) = 1176;$$

$$1,225x + 384 - 0,32x = 1176;$$

$$1,225x - 0,32x = 1176 - 384;$$

$$0,905x = 792;$$

$$x = 875,14 \text{ g;}$$

$$y = 1200 - 875,14 = 324,86 \text{ g.}$$

**(B javob to'g'ri).**

*2-usul.*

Bu misolni aralashtirishning diagonal usulida ham yechish mumkin. Buning uchun bizga ikkita eritmaning foiz konsentratsiyalari zarur bo'ladi. Lekin sulfat anhidrid eritma emas. Misol yechishni osonlashtirish uchun shartli ravishda 80 g  $\text{SO}_3$  ni 100% deb olsak, unga mos keluvchi 98 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  % dagi qiymati:

$$\omega_{\%, \text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{SO}_3}} \cdot 100\% = \frac{98}{80} \cdot 100\% = 122,5\%$$

Endi diagonal usulida eritmalarning massalarini aniqlaymiz:

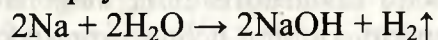
$$\begin{array}{rcl}
 122,5 & & \\
 & \diagdown & \\
 & 98 & \\
 & / & \\
 32 & & 
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 98-32=66 \\
 66+24,5=90,5 \\
 122,5-98=24,5
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \underline{\hspace{2cm}} \quad m_1 = 1200 \cdot 66/90,5 = 875,14 \text{ g SO}_3; \\
 \underline{\hspace{2cm}} \quad 1200 \\
 \underline{\hspace{2cm}} \quad m_2 = 1200 \cdot 24,5/90,5 = 324,86 \text{ g eritma.}
 \end{array}$$

**12-misol.** 2,6 % li ishqor eritmasini hosil qilish uchun qancha (g) Na metali 300 ml suvda eritilishi kerak?

A) 2,35; B) 4,35; C) 4,55; D) 3,45.

**Yechish:**

a) Quyidagi reaksiya tenglamasiga muvofiq  $x$  g Na suv bilan ta'sirlashishi natijasida qancha NaOH va  $H_2$  hosil bo'lishini aniqlaymiz:



46 g Na reaksiyaga kirishsa, 80 g NaOH va 2 g  $H_2$  hosil bo'ladi.

$x$  g Na reaksiyaga kirishsa,  $a$  g NaOH va  $b$  g  $H_2$  hosil bo'ladi.

$$a = \frac{80x}{46} = 1,74x; \quad b = \frac{2x}{46} = 0,0435x;$$

b) eritmaning massasi:  $300 + x - 0,0435x = 300 + 0,9565x$ ; unda erigan NaOH ning massasi:  $1,74x$ ;

eritmaning massa ulushi:  $\omega = \frac{2,6\%}{100\%} = 0,026$  ga teng.

Ushbu ma'lumotlarga asoslanib, quyidagi tenglamani tuzamiz va yechamiz:

$$0,026 = \frac{1,74x}{300 + 0,9565x};$$

$$7,8 + 0,0249x = 1,74x;$$

$$1,74x - 0,0249x = 7,8;$$

$$1,7151x = 7,8;$$

$$x = 4,55 \text{ g (C javob to'g'ri).}$$

**13-misol.** 25 °C da kaliy nitratning to'yingan eritmasida uning massa ulushi 34 % ni tashkil etsa, uning shu haroratdagi eruvchanlik koeffitsiyenti qanchaga teng bo'ladi?

A) 31,6; B) 34,3; C) 24; D) 51,5.

**Yechish:**

a) Eritmaning 34 % qismini tuz tashkil etsa,  $100 - 34 = 66$  % qismini suv tashkil qiladi;

b) 66 g suvda 34 g tuz erigan bo'lsa, 100 g suvda  $x$  g tuz eriydi.

$$x = 51,5 \text{ g. (D javob to'g'ri).}$$

**14-misol.** Litiy xloridning 80 °C dagi to'yingan eritmasidan 645 g miqdorini 10 °C gacha sovutilganda ajralib chiqadigan  $LiCl \cdot H_2O$  kristallogidratidan necha gramm hosil bo'ladi? ( $S_{10^\circ C} = 72$  g;  $S_{80^\circ C} = 115$  g)

A) 183,5; B) 224,5; C) 244,5; D) 264,5.

**Yechish:**

Bu holat eritmalarni aralashtirish qoidasiga teskari holat bo'lib, misolni diagonal usulda yechish mumkin. Buning uchun ikki eritma va kristallogidratdagi tuzning foiz konsentratsiyasi aniqlanishi zarur:

$$\omega_{\%,3} = \frac{S_1}{100 + S_1} \cdot 100\% = \frac{115}{100 + 115} \cdot 100\% = 53,5\%$$

$$\omega_{\%,1} = \frac{S_2}{100 + S_2} \cdot 100\% = \frac{72}{100 + 72} \cdot 100\% = 41,86\%$$

$$\omega_{\%,2} = \frac{M_{LiCl}}{M_{LiCl \cdot H_2O}} \cdot 100\% = \frac{42,5}{60,5} \cdot 100\% = 70,25\%$$



Diagonal usulda javobni aniqlaymiz:

$$\begin{array}{rcccl}
 70, & & & & m_1 = \\
 25 & \diagdown & 53,5- & \text{-----} & =645 \cdot 28,39/ \\
 & & 41,86=11,64 & & \dots \dots \\
 & \diagup & 11,64+16,75=28 & \text{-----} & 64 \\
 & & ,39 & & 5 \\
 41, & & 70,25- & & \\
 86 & \diagdown & 53,5=16,75 & & 
 \end{array}$$

**(D javob to'g'ri).**

**15-misol.** Kalsiy bromidning 80 g to'yingan eritmasiga 20 g suvsiz tuz solinib, aralashmadagi tuz erib ketgunga qadar qizdirildi va so'ngra boshlang'ich haroratga qadar sovutildi. Bunda 41,52 g kristallogidrat cho'kmaga tushdi. To'yingan eritmadagi suvsiz tuzning massa ulushi 58,7 % ga teng. Kristallogidratning formulasini toping.

A)  $\text{CaBr}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; B)  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;

C)  $\text{CaBr}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; D)  $\text{CaBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**Yechish:**

a) 80 g eritmada  $\frac{80 \cdot 58,7\%}{100\%} = 46,96$  g tuz bor;

b) aralastirishdan so'ng eritmaning massasi  $80+20=100$  g bo'ldi. Undagi tuzning massasi  $46,96+20=66,96$  g;

d) sovutilganda qolgan eritmaning massasi  $100-41,52=58,48$  g, undagi tuzning massasi esa  $\frac{58,48 \cdot 58,7\%}{100\%} = 34,33$  g;

e) jami tuz 66,96 g bo'lsa, kristallogidrat tarkibidagi tuzning massasi  $66,96-34,33=32,63$  g. Demak.

kristallogidrat tarkibidagi suvning massasi 41,52–32,63=8,89 g.

f) kristallogidratda 32,63 g  $\text{CaBr}_2$  ga 8,89 g  $\text{H}_2\text{O}$  to'g'ri kelsa,

200 g  $\text{CaBr}_2$  ga  $x$  g  $\text{H}_2\text{O}$  to'g'ri keladi.

$$x=54 \text{ g}$$

g) kristallogidrat tarkibidagi suv molekularining soni  $n = \frac{54}{18} = 3$ . Demak, kristallogidrat formulasi:

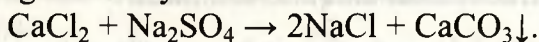
$\text{CaBr}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . (A javob to'g'ri).

**16-misol.** 400 g 8,325 % li  $\text{CaCl}_2$  eritmasiga shuncha miqdor 8,1% li  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasi qo'shildi. Olingan eritmadagi tuzning massa ulushi kalsiy xloridning massa ulushidan 2,108 marta katta bo'lsa, uning massasini aniqlang.

A) 55,6; B) 23,4; C) 24,3; D) 56,5.

**Yechish:**

Eritmalar aralashtirilganda kimyoviy reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:



Boshlang'ich eritmadagi  $\text{CaCl}_2$  ning massasi  $400 \cdot 0,08325 = 33,3$  g ga teng. Masala shartidan ko'rinib turibdiki,  $\text{CaCl}_2$  ning hammasi reaksiyaga qatnashmagan. Shuning uchun reaksiyaga kirishgan  $\text{CaCl}_2$  ning mol miqdorini  $x$  bilan, ortib qolgan  $\text{CaCl}_2$  ning massasini  $33,3 - 111x$ , reaksiya natijasida hosil bo'lgan  $\text{NaCl}$  massasini  $117x$  bilan belgilab quyidagicha tenglama tuzish va uni yechish orqali  $x$  ni aniqlash mumkin:

$$\frac{117x}{33,3 - 111x} = 2,108$$

$$117x = 69,564 - 233,988x$$

$$350,988x = 69,564$$

$$x = \frac{69,564}{350,988} = 0,2$$

Demak, reaksiya natijasida hosil bo'lgan NaCl ning massasi  $117 \cdot 0,2 = 23,4$  g.

**Javob:** olingan tuzning massasi 23,4 g (**B javob to'g'ri**).

**17-misol.** Eritmaga undagi tuz massasidan 2,5 marta ko'p suv quyildi. Bunda eritma konsentratsiyasi 20 % ga kamaydi. Dastlabki eritma konsentratsiyasini (%) toping.

A) 40; B) 20; C) 60; D) 80.

**Yechish:**

Eritma massasini shartli ravishda 100 g deb qabul qilib, undagi tuz massasini  $x$  bilan belgilab, quyidagicha tenglama tuzish va uni yechish orqali dastlabki eritma konsentratsiyasini aniqlash mumkin:

$$\frac{x}{100} - 0,2 = \frac{x}{100 + 2,5x}$$

$$x = (100 + 2,5x) \cdot (0,01x - 0,2) = x - 20 + 0,025x^2 - 0,5x$$

$$\frac{40}{100} \cdot 100\% = 40\%$$

$$x_{1,2} = \frac{0,5 \pm \sqrt{0,5^2 + 4 \cdot 0,025 \cdot 20}}{2 \cdot 0,025} = \frac{0,5 \pm 1,5}{0,05}$$

$$x_1 = -20; x_2 = 40.$$

$x$  ning qabul qilgan qiymatlaridan  $x_2 = 40$  masala shartini qanoatlantiradi. Demak, dastlabki eritmada tuzning massasi 40 g, uning konsentratsiyasi



$$29,4x = (x + 250) \cdot (29,4 - 0,1225x) = \\ = 29,4x + 7350 - 0,1225x^2 - 30,625x$$

**Javob:** Boshlang'ich eritmaning foiz konsentratsiyasi 40 % (A javob to'g'ri).

**18-misol.** Tarkibida mis metali bo'lgan o'rta tuz kristallogidratni tarkibida massa jihatdan 4 % vodorod va 25,6 % mis atomlari bo'lsa, shu kristallogidratning 0,2 moli tarkibidagi atomlar sonini aniqlang?

- A)  $25,284 \cdot 10^{23}$ ;      B)  $37,926 \cdot 10^{23}$ ;  
C)  $36,12 \cdot 10^{23}$ ;      D)  $6,02 \cdot 10^{23}$ .

**Yechish:**

Vodorod kristallizatsion suvning tarkibiga kirishi hisobga olinsa, suvning massa ulushi  $\frac{4}{2} \cdot 18 = 36\%$  ekanligi kelib chiqadi. Kristallogidratdagi o'rta tuz anionining massa ulushi esa  $100 - 25,6 - 36 = 38,4\%$  ga teng. Uning massasi  $\frac{64}{25,6} \cdot 38,4 = 96$  g, ya'ni kristallogidratdagi o'rta tuz  $\text{CuSO}_4$  ekan. Kristallizatsion suvning massasi  $\frac{64}{25,6} \cdot 36 = 90$  g, ya'ni  $\frac{90}{18} = 5$  mol bo'lsa, kristallogidratning formulasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  uning 0,2 mol miqdoridagi atomlar soni  $(6 + 5 \cdot 3) \cdot 0,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 25,284 \cdot 10^{23}$  ta bo'ladi.

**Javob:** Kristallogidratning 0,2 moli tarkibidagi atomlar soni  $25,284 \cdot 10^{23}$  ga teng (A javob to'g'ri).

**19-misol.** Noma'lum hajmdagi 10 % li ( $p=1$ ) eritmadan 1 litr olib tashlab, o'rniga 1 litr suv qo'shildi. Hosil bo'lgan yangi eritmadan yana 1 litr olib tashlab,

o'rniga 1 litr suv qo'shilganda 6,4 % li eritma olindi. Eritma hajmini (l) aniqlang.

A) 5; B) 4,8; C) 3,9; D) 4,5.

**Yechish:**

Yuqoridagi jarayonda eritma massasi o'zgarmagan, lekin erigan modda massasi birinchi holatda  $x$  marta, ikkinchi holatda ham  $x$  marta, umumiy holatda esa  $x^2$  marta kamaygan.  $x^2 = \frac{6,4}{10} = 0,64$  bo'lsa, u holda

$x = \sqrt{0,64} = 0,8$ . Ya'ni har bosqichda eritmada qolgan tuz umumiy tuz massasining 0,8 qismi (80 %) ni tashkil etsa, 1 litr olib tashlangan eritmadagi tuz massasi 0,2 qismi (20 %) ni tashkil etgan. Bundan shunday xulosa chiqarish mumkinki, olib tashlangan 1 litr eritma umumiy eritmaning 20 % qismini tashkil etadi. Demak,

dastlabki eritmaning hajmi  $\frac{1}{0,2} = 5$  litr ekan.

**Javob:** Dastlabki eritma hajmi 5 litr (A javob to'g'ri).

**20-misol.** Tarkibida 9,6 gr oltingugurt bo'lgan sulfat kislotaga eritmasiga 250 ml suv qo'shilganda, uning konsentratsiyasi 12,25% ga kamaygan bo'lsa, dastlabki eritma konsentratsiyasini (%) da toping.

A) 14,9; B) 19,6; C) 17,6; D) 16,7.

**Yechish:**

9,6 g oltingugurt tutgan sulfat kislotaning massasi  $\frac{9,6}{32} \cdot 98 = 29,4$  g bo'lsa, boshlang'ich eritma massasini  $x$  bilan belgilab quyidagi tenglama orqali uning miqdorini hisoblab topish mumkin:

$$\frac{29,4}{x} - 0,1225 = \frac{29,4}{x + 250}$$

$$\frac{29,4 - 0,1225x}{x} = \frac{29,4}{x + 250}$$

$$29,4x = (x + 250) \cdot (29,4 - 0,1225x) =$$

$$= 29,4x + 7350 - 0,1225x^2 - 30,625x$$

$$-0,1225x^2 - 30,625x + 7350 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{30,625 \pm \sqrt{30,625^2 + 4 \cdot 0,1225 \cdot 7350}}{-2 \cdot 0,1225} = \frac{30,625 \pm 67,375}{0,245}$$

$$x_1 = -522,45; x_2 = 150.$$

$x$  ning qabul qilgan qiymatlaridan  $x_2=150$  masala shartini qanoatlantiradi. Demak, boshlang'ich eritma massasi 150 g bo'lsa, undagi sulfat kislotaning foiz konsentratsiyasi  $C_{\%} = \frac{29,4}{150} \cdot 100\% = 19,6\%$ .

**Javob:** Boshlang'ich eritmaning foiz konsentratsiyasi 19,6 % (**B javob to'g'ri**).

**21-misol.** Vodorod va kislorod atomlar sonlari nisbati 2,8:2 bo'lgan ( $p=1,25$  g/ml) sulfat kislola eritmasidan tarkibida 1 mol sulfat kislotaga 0,5 mol  $\text{SO}_3$  to'g'ri keladigan 483 g oleum olingan bo'lsa, dastlabki sulfat kislota eritmasining massasini aniqlang.

A) 103; B) 82,4; C) 140; D) 175.

**Yechish:**

Eritmadagi sulfat kislota 1 mol deb qabul qilinsa, atomlar soni nisbatidan eritmadagi suvning mol miqdorini aniqlash mumkin. Ya'ni  $\text{H}_2\text{SO}_4 + x\text{H}_2\text{O}$  dagi vodorod atomlarining mol soni  $2 + 2x$ , kislorod atomlarining mol soni  $4 + x$  deb qabul qilib, quyidagi tenglamani tuzish va yechish mumkin:



$$\frac{2 + 2x}{4 + x} = \frac{2,8}{2}$$

$$2,8 \cdot (4 + x) = 2 \cdot (2 + 2x)$$

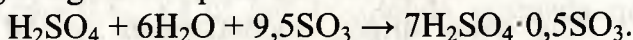
$$11,2 + 2,8x = 4 + 4x$$

$$11,2 - 4 = 4x - 2,8x$$

$$7,2 = 1,2x$$

$$x = \frac{7,2}{1,2} = 6$$

Sulfat kislota eritmasidan oleum olish jarayonini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:



98 + 18 · 6 = 206 g eritmadan

7 · (98 + 80 · 0,5) = 966 g oleum olinsa,

x g eritmadan

483 g oleum olinadi.

x=103 g.

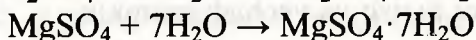
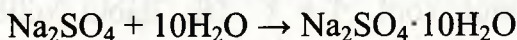
**Javob:** Dastlabki eritma massasi 103 g (A javob to'g'ri).

**22- misol.** Usti ochiq idishda 300 g magniy sulfatning to'yingan eritmasi va uning ustida 30 g suvsizlantirilgan natriy sulfat joylashtirildi. Ajralgan suv bug'larini suvsiz natriy sulfat o'ziga yutib olishi natijasida  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ga aylandi. Cho'kmaga tushgan  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  massasini (g) aniqlang. Magniy sulfatning 100 g suvda eruvchanligi 35,5 gramga teng.

A) 66,7; B) 22,3; C) 44,1; D) 55,5.

**Yechish:**

Jarayonlar quyidagi tenglamalar bo'yicha sodir bo'ladi:



$30 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{30}{142} \cdot 180 = 38 \text{ g}$  suvni tortib olib kristallogidratga aylanadi. Qolgan eritmaning massasi  $300 - 38 - x = 262 - x \text{ g}$  bo'lsa, unda

$$\frac{35,5}{100+35,5} \cdot (262 - x) = 68,64 - 0,262x \text{ g MgSO}_4 \text{ eri-}$$

shi mumkin. Cho'kmaga tushgan kristallogidrat tarkibi-  
da  $\frac{120}{246}x = 0,488x \text{ g}$ , boshlang'ich eritmada

$$\frac{35,5}{135,5} \cdot 300 = 78,6 \text{ g MgSO}_4 \text{ bo'lsa, quyidagi tenglama}$$

orqali  $x$  ni aniqlash mumkin:

$$68,64 - 0,262x + 0,488x = 78,6$$

$$68,64 + 0,226x = 78,6$$

$$0,226x = 78,6 - 68,64 = 9,96$$

$$x = \frac{9,96}{0,226} = 44,1$$

**Javob:** Cho'kmaga tushgan  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  massasi  $44,1 \text{ g}$  (**C javob to'g'ri**).

### 6.8. Molyar konsentratsiya

$1 \text{ l}$  ( $1000\text{ml}$ ) eritmada erigan moddaning mollar soni bilan ifodalanadigan konsentratsiyasi *molyar konsentratsiya* deyiladi:

$$C_x = \frac{n_x}{V_e}$$

Bu yerda  $n_x$  – erigan  $X$  modda miqdori (mol);  $V_e$  – eritma hajmi ( $l$ ),  $C_x$  –  $X$  moddaning eritmadagi molyar konsentratsiyasi (mol/l) yoki molyarligi. Agar eritma hajmi millilitrlarda o'lchansa hamda  $n_x = m_x / M_x$

ekanligini hisobga olib  $x$  moddaning eritmadagi molyar konsentratsiyasini quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$C_x = \frac{m_x}{M_x \cdot V_e} \cdot 1000$$

Bunda  $m_x$  – erigan moddaning massasi;  $M_x$  – erigan moddaning molyar massasi (g/mol);

Eritmaning hajmini uning massasidan hisoblash mumkin:

$$V_e = \frac{m_e}{\rho}$$

Bu yerda  $\rho$  – eritmaning zichligi (g/ml).

Eritmada erigan  $X$  moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, uning molyarligini ham aniqlash mumkin:

$$C_x = \frac{\omega_x \cdot \rho \cdot 1000}{M_x}; \quad C_x = \frac{\omega_{\%x} \cdot \rho \cdot 10}{M_x}$$

Ma'lum molyar konsentratsiyali bir modda eritmaları aralastirilganda hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$C_x = \frac{C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3 + \dots + C_nV_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

Bu yerda  $C_1, C_2, C_3$  va  $C_n$  lar  $V_1, V_2, V_3$  va  $V_n$  hajmli eritmalarining molyar konsentratsiyalari.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 25 ml 0,5 M li eritmada necha gramm bariy xlorid erigan?

A) 3,2; B) 2,6; C) 1,8; D) 2,8 .

**Yechish:**

$$C_x = \frac{\omega_x \cdot \rho \cdot 1000}{M_x}$$

formulasidan erigan modda massasini aniqlaymiz:

$$m_x = \frac{C_x \cdot V_e \cdot M_x}{1000} = \frac{0,5 \cdot 25 \cdot 208}{1000} = 2,6 \text{ g}, \quad (\text{C javob})$$

to'g'ri)

**2-misol.** 2 litr 2 molyar eritma tayyorlash uchun qancha mol kaliy gidroksid kerak?

A) 1; B) 2; C) 3; D) 4.

**Yechish:**

$$C_x = \frac{n_x}{V_e}$$

formulasidan KOH ning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$n_{\text{KOH}} = V_e \cdot C_{\text{KOH}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ mol}$$

(D javob to'g'ri).

**3-misol.** 0,5 l suvda 2,24 l (n.sh.da) vodorod xlorid eritilganda hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblang.

A) 0,4; B) 0,2; C) 0,1; D) 4,0 .

**Yechish:**

a) vodorod xloridning mol miqdori

$$n = \frac{V_{\text{HCl}}}{22,4} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$$

b) eritmaning hajmi o'zgarishi hisobga olinmasa, molyar konsentratsiyasi:

$$C_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_e} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ mol/l}.$$

(B javob to'g'ri).



**4-misol.** Mis sulfatning 0,1 M li eritmasidan 2 l tayyorlash uchun necha gramm mis kuporosi kerak bo'ladi?

A) 32; B) 38; C) 46; D) 50.

**Yechish:**

a) eritma tayyorlash uchun

$n_{\text{CuSO}_4} = V_e \cdot C_{\text{CuSO}_4} = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol}$  CuSO<sub>4</sub> zarur bo'ladi;

b) 0,2 mol CuSO<sub>4</sub>

$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \cdot n_{\text{CuSO}_4} = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ g}$  kristallogidrat tarkibida bo'ladi. **(D javob to'g'ri).**

**5-misol.** Zichligi 1,611 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan 70 % li sulfat kislota eritmasining molyar konsentratsiyasini hisoblang.

A) 5,57; B) 11,50; C) 17,45; D) 23,0.

**Yechish:**

Foiz konsentratsiyadan foydalanib, eritmaning molyarligini aniqlaymiz:

$$C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\omega_{\% \text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \rho \cdot 10}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{70 \cdot 1,611 \cdot 10}{98} = 11,5 \text{ mol/l}.$$

**(B javob to'g'ri).**

**6-misol.** Sulfat kislotaning 150 ml 2 M li va 350 ml 4 M li eritmaları aralashtirildi. Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

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

**Yechish:**

Aralashtirish qoidasiga asosan eritmaning molyarligini aniqlaymiz:

$$C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots + C_n V_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n} = \frac{150 \cdot 2 + 350 \cdot 4}{150 + 350} = 3,4 \text{ mol/l}$$

**(D javob to'g'ri).**

**7-misol.** Konsentratsiyasi 2,5 molyar bo'lgan sulfat kislota eritmasining 15 ml miqdoridan foydalanib, necha ml 0,5 molyarli eritma tayyorlash mumkin?

A) 75; B) 80; C) 70; D) 85

**Yechish:**

Suyultirish qoidasiga asosan eritmalarning konsentratsiyalari hajmlariga teskari proporsional bo'ladi. Bunda erigan moddaning mol miqdori o'zgarmasdir:

$$C_1V_1 = C_2V_2 \text{ bundan } V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = \frac{2,5 \cdot 15}{0,5} = 75 \text{ ml}$$

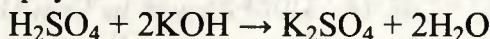
**(A javob to'g'ri).**

**8-misol.** Tarkibida 196 g sulfat kislota bo'lgan eritmani neytrallash uchun kaliy ishqorining 0,2 M li eritmasidan qanday hajm (l) talab etiladi?

A) 1; B) 2; C) 4; D) 20.

**Yechish:**

a) Reaksiya tenglamasidan zarur bo'lgan KOH mol miqdorini aniqlaymiz:



98 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan 2 mol KOH reaksiyaga kirishsa,

196 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan  $n_x$  mol KOH reaksiyaga kirishadi.

$n_x = 4$  mol;

b)  $C_x = \frac{n_x}{V_e}$  formuladan eritma hajmini hisoblaymiz:

$$V_e = \frac{n_{\text{KOH}}}{C_{\text{KOH}}} = \frac{4}{0,2} = 20 \text{ l.}$$

**(D javob to'g'ri).**

**9-misol.** Massasi 150 g bo'lgan 2,35 % li ammiak eritmasi orqali qanday hajm (l, n.sh.) dagi ammiak gazi o'tkazilganda 7 M li eritma ( $\rho = 0,948$  g/ml) hosil bo'ladi?

A) 22,2; B) 23,1; C) 21,2; D) 20,7.

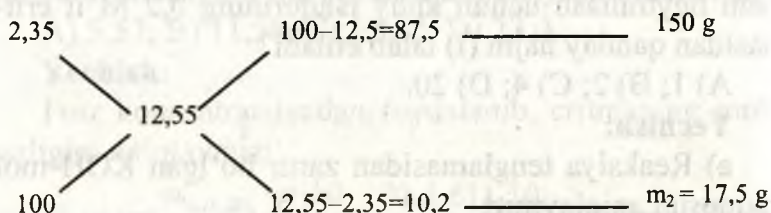
**Yechish:**

Bu misolni aralashtirish qoidasining diagonal usulida yechish mumkin. Buning uchun ammiak gazining foiz konsentratsiyasini 100 % deb qabul qilamiz. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$C_x = \frac{\omega_{\%,x} \cdot \rho \cdot 10}{M_x} \text{ formulasiidan}$$

$$\omega_{\%,NH_3} = \frac{C_{NH_3} \cdot M_{NH_3}}{\rho \cdot 10} = \frac{7 \cdot 17}{0,948 \cdot 10} = 12,55\%$$

Endi diagonal usulda ammiakning massasini hisoblaymiz:



**Ammiakning hajmi**

$$V_{NH_3} = \frac{m_{NH_3}}{M_{NH_3}} \cdot 22,4 = \frac{17,5}{17} \cdot 22,4 = 21,1 \text{ l}$$

**(B javob to'g'ri).**

**10-misol.** Konsentratsiyalari 0,5 M va 0,2 M bo'lgan eritmalardan necha millilitrdan aralashtirilganda, 0,24 M li eritmadan 1240 ml hosil bo'ladi?

- A) 163,5 va 1076,5;    B) 192,6 va 1047,4;  
 C) 165,3 va 1074,7;    D) 144,5 va 1095,5.

**Yechish:**

Agar aralashtirish qoidasining diagonal usuliga molyar konsentratsiyalar qiymati qo'yilsa, u holda aralash-



tirilayotgan eritmalarning hajmiy nisbatini hisoblash mumkin:

$$\begin{array}{rcl}
 0,5 & \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} & 0,24 \\
 & & \diagdown \\
 & & 0,24 \\
 & & \diagup \\
 0,2 & \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} & 0,24
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 0,24 - 0,2 = 0,04 \text{ l} \\
 0,04 + 0,26 = 0,3 \text{ l} \\
 0,5 - 0,24 = 0,26 \text{ l}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{-----} V_1 = 165,3 \text{ l} \\
 1240 \\
 \text{-----} V_2 = 1074,7 \text{ l}
 \end{array}$$

**(C javob to'g'ri)**

**11-misol.** Bir hajm suvda 450 hajm (n.sh.da) vodorod xlorid erishidan hosil bo'lgan eritmaning zichligi 1,21 g/ml ga teng. Kislotaning eritmadagi foiz va molyar konsentratsiyalarini hisoblang.

A) 42,3 % va 14 M; B) 25,5 % va 14 M;

C) 21,3 % va 15,6 M; D) 32 % va 19 M.

**Yechish:**

a) Hajm birligini  $l$  deb qabul qilamiz va 450  $l$  vodorod xlorid va bir litr suvning massalarini topamiz:

$$m_{\text{suv}} = 1000 \text{ sm}^3 \cdot 1 \text{ g/sm}^3 = 1000 \text{ g};$$

$$m_{\text{HCl}} = (V_{\text{HCl}}/V_M) \cdot M_{\text{HCl}} = (450/22,4) \cdot 36,5 = 733,3 \text{ g.}$$

b) eritmadagi HCl ning massa ulushini hisoblaymiz:

$$\omega_{\text{HCl}} = m_{\text{HCl}} / (m_{\text{HCl}} + m_{\text{suv}}) = 733,3 / (733,3 + 1000) = 0,423$$

yoki 42,3 %.

d) HCl ning molyarligini hisoblab topamiz:

$$C_{\text{HCl}} = 10 \cdot \rho_e \cdot \omega_{\text{HCl}} / M_{\text{HCl}} = 10 \cdot 1,21 \cdot 42,3 / 36,5 = 14 \text{ mol/l. (A javob to'g'ri).}$$

## 6.9. Normal konsentratsiya

1  $l$  (1000ml) eritmada erigan  $X$  moddaning ekvivalent miqdori (ekv soni,  $n_{\text{ekv}, X}$ ) bilan ifodalanadigan konsentratsiyasi **normal konsentratsiya**  $N_x$  deyiladi:

$$N_x = \frac{n_{ekv,x}}{V_e} = \frac{m_x}{\vartheta_x \cdot V_e};$$

bu yerda  $E_x$  – erigan moddaning ekvivalent massasi (g/ekv);  $V_e$  – eritma hajmi (l). Agar eritma hajmi ml da berilsa:

$$N_x = \frac{m_x}{\vartheta_x \cdot V_e} \cdot 1000.$$

Eritmaning massa ulushi va foiz konsentratsiyasi ma'lum holatda uning normalligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$N_x = \frac{\omega_x \cdot \rho \cdot 1000}{\vartheta_x}; \quad N_x = \frac{\omega_{\%,x} \cdot \rho \cdot 10}{\vartheta_x}.$$

Ma'lum normal konsentratsiyali bir modda eritmaları aralastirilganda hosil bo'lgan eritmaning normalligini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$N_x = \frac{N_1 V_1 + N_2 V_2 + N_3 V_3 + \dots + N_n V_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}.$$

Bu yerda  $N_1, N_2, N_3$  va  $N_n$  lar  $V_1, V_2, V_3$  va  $V_n$  hajmli eritmalarning normal konsentratsiyalari.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 16 % li mis(II)sulfat eritmasining ( $\rho=1,18$  g/ml) molyarligi va normalligini hisoblang.

A) 1,18; 2,36; B) 1,24; 2,48;

C) 1,18; 0,59; D) 2,36; 1,18.

**Yechish:**

Formulalardan foydalanib molyar va normal konsentratsiyalarni hisoblaymiz:

$$C_{\text{CuSO}_4} = \frac{\omega_{\%, \text{CuSO}_4} \cdot \rho \cdot 10}{M_{\text{CuSO}_4}} = \frac{16 \cdot 1,18 \cdot 10}{160} = 1,18 \text{ mol/l}$$

$$N_{\text{CuSO}_4} = \frac{\omega_{\%, \text{CuSO}_4} \cdot \rho \cdot 10}{\mathcal{E}_{\text{CuSO}_4}} = \frac{16 \cdot 1,18 \cdot 10}{80} = 2,36 \text{ ekv/l}$$

**(A javob to'g'ri).**

**2-misol.** 0,4 N li 3 l  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasini tayyorlash uchun 96 % li ( $\rho=1,84$  g/ml) sulfat kislotadan qancha millilitr kerak?

A) 33,3; B) 38,4; C) 42,7; D) 49,1;

**Yechish:**

a) eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  massasini aniqlaymiz:

$$N_x = \frac{m_x}{\mathcal{E}_x \cdot V_e} \cdot 1000 \text{ formuladan}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\mathcal{E}_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_e \cdot N_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1000} = \frac{49 \cdot 3000 \cdot 0,4}{1000} = 58,8 \text{ g};$$

b) shuncha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tutgan 96 % li eritma massasini aniqlaymiz:

$$m_e = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\omega_{\%, \text{H}_2\text{SO}_4}} \cdot 100\% = \frac{58,8}{96\%} \cdot 100\% = 61,25 \text{ g};$$

d) eritmaning hajmini hisoblaymiz:

$$V_e = \frac{m_e}{\rho} = \frac{61,25}{1,84} = 33,3 \text{ ml. (A javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** 24,5 g 40 % li  $\text{H}_3\text{PO}_4$  eritmasini neytrallash uchun 1 N NaOH eritmasining 300 ml miqdori sarf bo'lgan. Kislotaning ekvivalentini toping.

A) 32,6; B) 4,04; C) 23,3; D) 4,46; E) 8,32



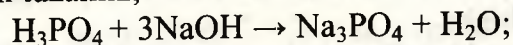
**Yechish:**

a) Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning mollar sonini hisoblaymiz:

$$n_{H_3PO_4} = \frac{m_{H_3PO_4}}{M_{H_3PO_4}} = \frac{m_{e,H_3PO_4} \cdot \omega_{H_3PO_4}}{M_{H_3PO_4}} = \frac{24,5 \cdot 0,40}{98} = 0,1 \text{ mol};$$

$$n_{NaOH} = \frac{V_{e,NaOH} \cdot N_{NaOH}}{B} = \frac{0,300 \cdot 1}{1} = 0,3 \text{ mol};$$

b) reaksiyaga kirishgan  $H_3PO_4$  va  $NaOH$  molyar nisbati  $0,1:0,3 = 1:3$  ekanligini bilgan holda reaksiya tenglamasini tuzamiz;



c)  $H_3PO_4$  ning 3 ta vodorod ioni natriy ioniga almashgan. Shuning uchun uning ekvivalent massasi:

$$\mathcal{E}_{H_3PO_4} = \frac{M_{H_3PO_4}}{B} = \frac{98}{3} = 32,6 \text{ g/ekv.}$$

(A javob to'g'ri).

### 6.10. Molyal konsentratsiya

1000 g erituvchida erigan  $X$  moddaning miqdori (mollar soni,  $n_x$ ) molyal konsentratsiya  $C_{m,X}$  deb ataladi:

$$C_{m,X} = \frac{n_x \cdot 1000}{m_{erituvchi}} = \frac{m_x \cdot 1000}{m_{erituvchi} \cdot M_x},$$

bunda  $m_{erituvchi}$  – erituvchi massasi (g);  $m_x$  – erigan modda massasi (g);  $M_x$  – erigan moddaning molyar massasi (g/mol).

Erigan moddaning eruvchanlik koeffitsiyenti  $S_x$  berilgan bo'lsa, uning molyal konsentratsiyasini quyidagi formula asosida hisoblash mumkin:

$$C_{m,X} = \frac{S_x \cdot 10}{M_x}.$$

Eritmada erigan moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi yordamida ham molyal konsentratsiyani hisoblash mumkin:

$$C_{m,X} = \frac{\omega_x \cdot 1000}{\omega_{erituvchi} \cdot M_x};$$

$$C_{m,X} = \frac{\omega_{\%,x} \cdot 1000}{\omega_{\%,erituvchi} \cdot M_x},$$

bu yerda  $\omega_{erituvchi}$  va  $\omega_{\%,erituvchi}$  erituvchining eritmadagi massa ulushi va foiz konsentratsiyalari. ( $\omega_{erituvchi} = 1 - \omega_x$ ;  $\omega_{\%,erituvchi} = 100\% - \omega_x$ )

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 100 g suvda 2,5 g  $NaCl$  eritildi. Eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

A) 0,425; B) 0,85; C) 1,7; D) 2,5.

**Yechish:**

Formulaga muvofiq

$$C_m(NaCl) = \frac{m_{NaCl} \cdot 1000}{m_{suv} \cdot M_{NaCl}} = \frac{2,5 \cdot 1000}{100 \cdot 58,5} = 0,425 \text{ mol/kg}$$

(A javob to'g'ri)

**2-misol.** Eruvchanlik koeffitsiyenti 50 ga teng bo'lgan  $KOH$  ning to'yingan eritmasi molyar konsentratsiyasini aniqlang:

A) 4,46; B) 8,93; C) 17; D) 33,3.

**Yechish:**

Formulaga muvofiq

$$C_m(KOH) = \frac{S_{KOH} \cdot 10}{M_{KOH}} = \frac{50 \cdot 10}{56} = 8,93 \text{ mol/kg}$$

(B javob to'g'ri).

### 6.11. Eritma titri

1 ml eritmadagi erigan  $X$  moddaning massa miqdori *titr* deb ataladi va  $T_x$  bilan belgilanadi:

$$T_x = \frac{m_x}{V_e},$$

Bunda  $m_x$  – erigan modda massasi (g);  $V_e$  – eritma hajmi ( $m_l$ ).

Molyar va normal konsentratsiyalari aniq bo'lgan eritmalarning titrini aniqlash mumkin:

$$T_x = \frac{C_x M_x}{1000}; \quad T_x = \frac{N_x \mathcal{E}_x}{1000}.$$

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 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) 0,176; D) 0,585

**Yechish:**

a) Eritmadagi erigan modda massasini hisoblab topamiz:

$$m_x = n_x \cdot M_x = 9 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 526,5 \text{ g};$$

b) formulaga binoan:

$$T_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{V_e} = \frac{526,5}{3000} = 0,176 \text{ g/ml}. \quad (\text{C javob to'g'ri}).$$

**2-misol.** Sulfat kislotaning besh molyarli eritmasining titrini hisoblang.

A) 0,98; B) 0,49; C) 4,9; D) 9,8

**Yechish:**

Formulaga muvofiq:

$$T_{H_2SO_4} = \frac{C_{H_2SO_4} M_{H_2SO_4}}{1000} = \frac{5 \cdot 98}{1000} = 0,49 \text{ g/ml. (C javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** 20 % ( $\rho=1,115 \text{ g/ml}$ ) nitrat kislota eritmasining molyarligi va titrini toping.

A) 5,1 va 4; B) 4,52 va 223;

C) 5,1 va 30; D) 3,54 va 0,223.

**Yechish:**

a) eritmaning molyarligini aniqlaymiz:

$$C_{HNO_3} = \frac{\omega_{\%, HNO_3} \cdot \rho_e \cdot 10}{M_{HNO_3}} = \frac{20 \cdot 1,115 \cdot 10}{63} = 3,54 \text{ mol/l;}$$

b) eritmaning titrini hisoblaymiz:

$$T_{HNO_3} = \frac{C_{HNO_3} M_{HNO_3}}{1000} = \frac{3,54 \cdot 63}{1000} = 0,223 \text{ g/ml. (D javob to'g'ri).}$$

**4-misol.** Titri 0,735 g/ml bo'lgan sulfat kislota eritmasining normalligini hisoblang.

A) 0,735; B) 1,88; C) 3,75; D) 15.

**Yechish:**

$$T_x = \frac{N_x \mathcal{E}_x}{1000} \text{ formuladan normal konsentratsiyani}$$

aniqlaymiz:

$$N_{H_2SO_4} = \frac{T_{H_2SO_4} \cdot 1000}{\mathcal{E}_{H_2SO_4}} = \frac{0,735 \cdot 1000}{49} = 15 \text{ ekv/l.}$$

**(D javob to'g'ri).**



## 6.12. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi

↓ Eritmalari yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazuvchi moddalar *elektrolitlar* deyiladi.

↓ Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar *elektrolitmaslar* deyiladi.

Asos, kislota va tuzlar elektrolitlarga misol bo'ladi. Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligi ularning molekularini musbat va manfiy zaryadlangan ionlarga ajralishiga bog'liq.

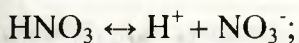
Shved olimi S.Arrenius elektrolitlarning xossalarini o'rganib (1887-y.) quyidagi xulosaga keldi: Elektrolitlar suvdagi eritmalarida yoki suyuqlanmalarida musbat va manfiy ionlarga dissotsilanadi.

Bu jarayon suvda erigan moddaning kristall panjara tugunlaridagi ionlar yoki kuchli qutblangan kovalent bog'lanishli molekularning suvning qutbli molekulari (dipollari) ta'sirida parchalanishi bilan tushuntiriladi. Qattiq moddalar suyuqlantirilganda esa bu jarayon fizik ta'sir – issiqlik energiya vositasida sodir bo'ladi. Musbat zaryadlangan ionlar *kationlar*, manfiy zaryadlangan ionlar *anionlar* deyiladi. Ionlarning uzluksiz harakati elektr tokini o'tkazishga sabab bo'ladi. Elektrolit ionlarga ajralganda bitta molekuladan ikki va undan ortiq ion hosil bo'lishi natijasida eritmadagi zarrachalarning umumiy soni ortadi.

### Kislota, asos va tuzlarning dissotsilanishi

↓ Eritmada vodorod kationi ( $H^+$ ) va kislota qoldig'i anioniga dissotsilanuvchi birikmalar *kislotalar* deyiladi.

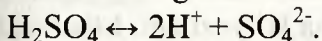
Masalan, nitrat kislotaning dissotsilanishi:



xlorid kislotaning dissotsilanishi:

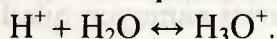


sulfat kislotaning dissotsilanishi:

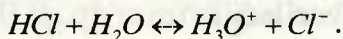


Dissotsilanish jarayoni qaytar, ya'ni ham to'g'ri va ham teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Shuning uchun dissotsilanish jarayoni tenglamasida tenglik belgisi o'rnida ikki tomonga yo'nalganlik belgisi  $\leftrightarrow$  qo'llaniladi. Dissotsiatsiyaga teskari jarayon *assotsiatsiyalanish* deyiladi.

Eritmada  $\text{H}^+$  ionining mavjudligi eritmalarning kislotali xususiyatiga sabab bo'ladi. Ta'kidlash joizki, suvli eritmada kislotaning dissotsilanishidan hosil bo'lgan vodorod ioni  $\text{H}^+$  ioni erkin holatda bo'lmay, donor-akseptor mexanizmi bo'yicha suv molekulasiga birkib olib gidroksoniy ioni hosil qiladi:



Demak, misol uchun, xlorid kislotaning dissotsilanishi tenglamasini quyidagicha yozish lozim:



Erituvchi molekulasining vodorod ioni (proton)ni o'ziga biriktirib olish qobiliyati (ya'ni proton-akseptorligi) qancha kuchli bo'lsa kislotaning dissotsilanishi shuncha osonlashadi. Masalan, sirka kislotaning  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ning suvga nisbatan suyuq ammiakda dissotsilanishi kuchliroq sodir bo'ladi. Demak, sirka kislota  $\text{CH}_3\text{COOH}$  suvli eritmada oz dissotsilangani uchun kuchsiz kislota hisoblansa, ammiakli eritmada esa u kuchli kislotaadir. Shunday qilib, dissotsilanish tenglamasining yuqoridagi oxirgi ko'rinishdagi yozuvi



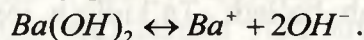
moddaning dissotsilanishiga erituvchi tabiatining ta'sirini yaqqolroq ifodalaydi. Biroq, dissotsilanish tenglamalarini soddalashtirish maqsadida, odatda tenglamada erituvchi molekulasini formulasi ko'rsatilmaydi,  $H_3O^+$  o'rniga esa  $H^+$  yoziladi. Misol uchun, perxlorat kislotaning dissotsilanishi:



↓ **Asoslar** eritmalarida metall ionini bilan gidroksid ionlariga dissotsilanadi.

Masalan, natriy gidroksidning dissotsilanishi:  $NaOH \leftrightarrow Na^+ + OH^-$ ;

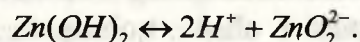
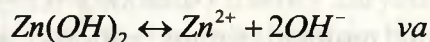
bariy gidroksidning dissotsilanishi:



Asoslarning eritmalarida  $OH^-$  ionlarining mavjudligi ishqoriy muhit hosil qiladi.

↓ Ba'zi metallarning gidroksidlari ham kislota, ham asos xossalarini namoyon qiladi. Bunday gidroksidlar **amfoter gidroksidlar** deyiladi.

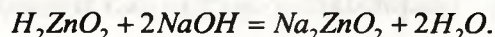
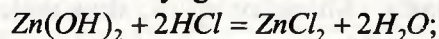
Masalan, rux gidroksidning dissotsilanishi ikki ko'rinishda yoziladi:



Umumiy holatda:

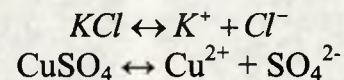


Demak, rux gidroksidining molekulyar formulasini ikki xil ko'rinishda yozish mumkin:  $Zn(OH)_2$  yoki  $H_2ZnO_2$ . Shuning uchun rux gidroksid kislota bilan ham, asoslar bilan ham reaksiyaga kirishadi:



↓ **Tuzlar** eritmalarida metall ionlari bilan kislota qoldig'i ionlariga dissotsilanadi.

Masalan:



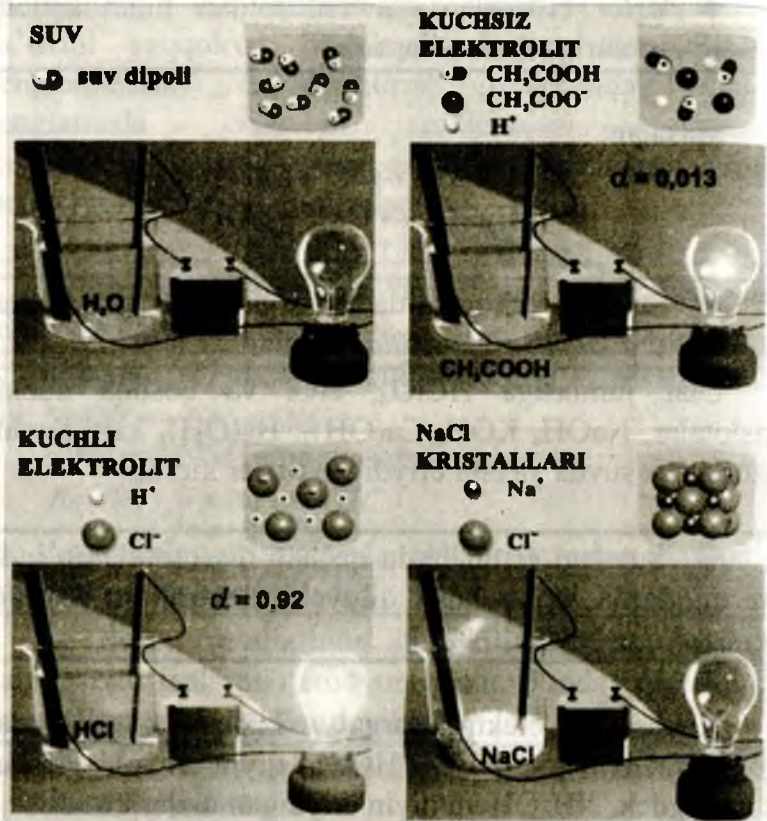
↓ Suvdagi eritmalarida ionlarga to'liq ajraladigan elektrolitlar **kuchli elektrolitlar** deyiladi.

Ular jumlasiga  $HClO_4$ ,  $HCl$  va boshqa kuchli kislotalar,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  kabi kuchli asoslar va suvda yaxshi eriydigan tuzlar kiradi.

↓ Suvdagi eritmalarida qisman dissosiyalanib juda oz miqdorda ionlar hosil qiluvchi elektrolitlar **kuchsiz elektrolitlar** deyiladi.

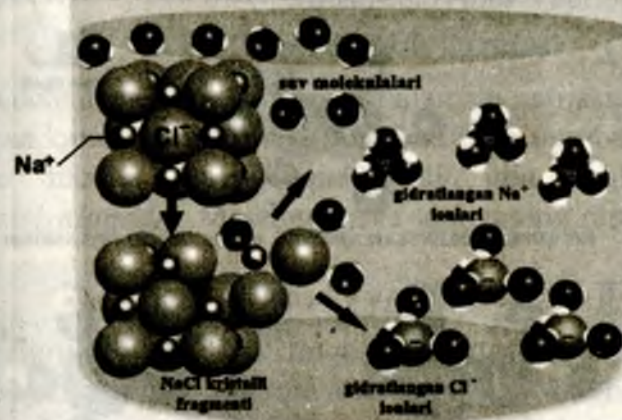
Kuchsiz elektrolitlarga kuchsiz kislotalar ( $CH_3COOH$ ,  $H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ,  $HClO$ ) qiyin eruvchi asoslar, shuningdek,  $NH_4OH$  va qiyin eriydigan tuzlar kiradi.



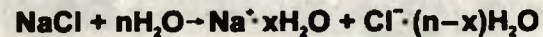
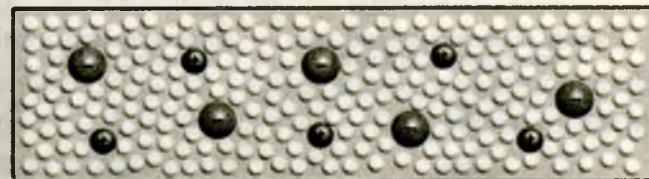


6.2.-rasm. Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligi.

Moddalarning tuzilishiga qarab, ularning dissotsilaniishi ham turlicha bo'ladi. Suvli muhitda gidratlangan ionlarning hosil bo'lishi quyidagi ikki mexanizm bo'yicha boradi:



NATRIY XLORID ERITMASI



6.3.-rasm. NaCl kristall panjarasining suv dipollari ta'sirida buzilishi.

1. Ion tuzilishdagi kristallarning eritmadagi dissotsiatsiyasi.

Natriy xlorid NaCl kristallari suvga tushirilganda kristallar yuzasidagi Cl<sup>-</sup> ionlariga suvning dipollari o'zining musbat zaryadlangan tomoni bilan, Na<sup>+</sup> ionlariga esa manfiy tomoni bilan elektrostatik tortiladi (ion-dipol ta'sir). Ionlarning suv dipollari bilan bunday o'zaro ta'siri natijasida kristallning ionlari o'rtasidagi

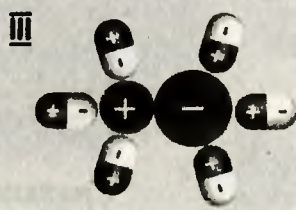
bog'lanish bo'shashadi va ular eritmaga gidratlangan ionlar holida o'tadi (6.3.-rasm).



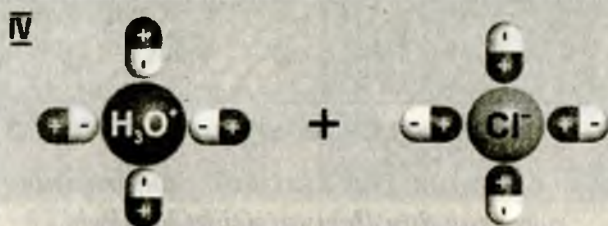
HCl QUTBLI MOLEKULASI ATROFIDA DIPOLLARNING JOYLASHISHI



DIPOLLARNING HCl MOLEKULASINI IKKI TOMONGA TORTISHI



QUTBLI TUZILISHDAN ION HOLATGA O'TISHI



GIDRATLANGAN KATION

GIDRATLANGAN ANION

6.4.-rasm. HCl molekulasi suv dipollari ta'sirida elektrolitik dissotsilanishi.

2. Qutbli kovalent bog'lanishli moddalarning erishidagi dissotsiatsiyasi.

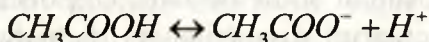
Qutbli molekullarning (masalan, HCl) suv bilan o'zaro ta'siri natijasida (dipol-dipol ta'sir) dipollararo bog'lanish vujudga kelib, eruvchi modda molekulasi qutblanadi. Natijada eruvchi modda ionli holatga o'tadi



va ionlarga parchalanadi. Qutbli molekuladan hosil bo'lgan ionlar ham gidratlanadi (6.4.-rasm).

### 6.13. Dissotsilanish darajasi

Kuchsiz elektrolitning dissotsilanishi natijasida hosil bo'lgan kation va anionlar bir-biri bilan to'qnashib qayta erigan modda molekulasini hosil qila oladi (*as-sotsiatsiyalanadi*). Masalan, sirka kislotaning dissotsilanishi:



Eritmadagi elektrolit miqdorining qancha qismi ionlarga ajralganligini ko'rsatuvchi kattalik elektrolitik *dissotsilanish darajasi* deyiladi va  $\alpha$  harfi bilan belgilanadi:

$$\alpha_x = \frac{N_D}{N_U}$$

Bu formulada  $N_D$  – eritmadagi moddaning ionlarga ajralgan molekulalar soni;  $N_U$  – shu modda molekulalarining eritmadagi umumiy soni.

Modda ionlari yoki molekulalari soni  $N$  ularning miqdorlari  $n$  ga hamda eritmadagi konsentratsiyalari  $C$  ga to'g'ri proporsional bo'lgani uchun elektrolitning dissotsilanish darajasini quyida keltirilgan formulalar vositasida ham hisoblash mumkin:

$$\alpha_x = \frac{n_D}{n_U}; \quad \alpha_x = \frac{C_D}{C_U}.$$

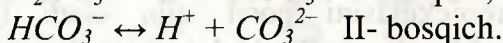
Elektrolitning dissotsilanish darajasini foizda ifodalash uchun  $\alpha_x$  ni 100% ga ko'paytiriladi.

Agar elektrolitning dissotsilanish darajasi 30% dan kichik bo'lsa, *kuchsiz elektrolit*, 70% dan ortiq bo'lganda esa *kuchli elektrolit* deb hisoblash mumkin.



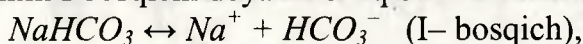
Dissotsilanish darajasi 30% dan 70% gacha bo'lgan elektrolitlarning kuchi o'rtachadir.

Ikki yoki undan ortiq kation (yoki anion) tutgan kuchsiz elektrolitlar bosqichli dissotsilanadi. Masalan, karbonat kislotaning dissotsilanishi:



Elektrolitning ko'p bosqichli dissotsilanishini asosan dastlabki bosqichi sodir bo'ladi. Dissotsilanishining keyingi bosqichlarini dissotsilanish darajalari I bosqichga nisbatan bir necha tartibda past bo'ladi.

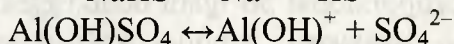
Nordon tuz, masalan, natriy gidrokarbonatning dissotsilanishini I bosqichi deyarli to'liq o'tsa:



keyingi bosqichining

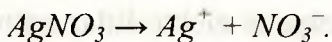


dissotsilanish darajasi juda kichik bo'lganligi uchun nordon yoki asosli tuzlarning dissotsilanishining dastlabki bosqichi yoziladi, dissotsilanishining keyingi bosqichlarini e'tiborga olmaslik mumkin. Masalan:

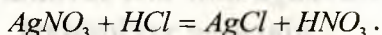


Dissotsilanish darajasi elektrolit va erituvchining tabiatiga, haroratga hamda eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq. Elektrolitning dissotsilanish darajasi bir erituvchidan boshqa erituvchiga o'tish bilan o'zgaradi. Eritmaning harorati ortganda yoki eritma suyultirilganda dissotsilanish darajasi ortadi.

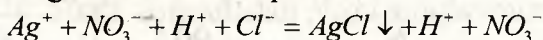
Elektrolit eritmalarida boradigan jarayonlarda erigan modda ionlari orasida turli reaksiyalar sodir bo'ladi. Masalan, kumush nitrat suvda yaxshi eriydi va ionlarga dissotsilanadi:



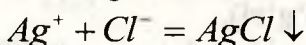
Shunday eritmaga xlorid kislota eritmasi qo'shilganda quyidagi jarayon sodir bo'ladi:



Bu jarayonda tenglamaning ikkala tomonida 4 ta modda ishtirok etadi. Ular orasida  $AgNO_3$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$  lar kuchli elektrolit bo'lib, deyarli to'liq ionlarga ajraladi.  $AgCl$  esa qiyin eriydigan tuz. Uning dissotsilanishi qiyin, ya'ni kuchsiz elektrolit. Agar yuqoridagi tenglamani dissotsilanish nazariyasiga asosan ifodalansa, to'liq ionli tenglama kelib chiqadi:



Tenglamaning o'ng va chap tomondagi bir xil ionlar qisqartirilsa, *qisqa ionli tenglama* kelib chiqadi:



Bu reaksiyalarning mohiyati shundaki, eritmada,  $Ag^+$  va  $Cl^-$  ionlari o'zaro ta'sirlashib,  $AgCl$  cho'kmasini hosil qiladi. Hosil bo'lgan eritmada  $H^+$  va  $NO_3^-$  ionlari erkin holatda bo'lib, bir-biri bilan biror-bir kimyoviy o'zgarishga olib keluvchi ta'sirlashuv (cho'kma tushish, gaz ajralish, kuchsiz elektrolit hosil bo'lish, katta energiya ajratish) keltirib chiqarmaydi. Shuning uchun bu ionlarni reaksiya tenglamasini tuzishda yozish shart emas. Elektrolit eritmalarida sodir bo'ladigan reaksiyalarning mohiyatini ko'rsatib beruvchi bunday qisqartirilgan tenglamalar *ionli tenglamalar* deyiladi.

Qiyin eruvchan moddalar, kam dissotsilanuvchi elektrolitlar, suvda oz eriydigan oson uchuvchan moddalarning dissotsilanishi qiyin, shuning uchun ionli tenglamada bu moddalar molekular holida yoziladi.



Kimyoviy reaksiyalar elektrolitlar eritmalarida erkin ionlarning bog'lanishi tomonga yo'naladi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Elektrolitning har 150 ta molekulasidan 90 tasi ionlarga ajralgan bo'lsa, uning dissotsilanish darajasi necha foizga teng?

A) 90; B) 60; C) 80; D) 70.

**Yechish:**

Dissotsilanish darajasini formulaga muvofiq aniqlaymiz:

$$\alpha_{\%} = \frac{N_D}{N_U} \cdot 100\% = \frac{90}{150} \cdot 100\% = 60\%$$

**(B javob to'g'ri).**

**2-misol.** Sianid kislotaning 0,1 molyarli eritmasida vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $6 \cdot 10^{-3}$  mol/l bo'lsa, kislotaning dissotsilanish darajasini aniqlang.

A) 0,04; B) 0,06; C) 0,08; D) 0,10.

**Yechish:**

Bir asosli kislotalar eritmalarida dissotsiatsiya natijasida hosil bo'lgan vodorod ionlarining konsentratsiyasi dissotsilangan kislota molekulari konsentratsiyasiga teng:

$$\alpha = \frac{C_{H^+}}{C_{HA}} = \frac{1 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,06. \text{ (B javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Dissotsilanish darajasi 95 % ga teng bo'lgan elektrolitning 120 ta molekulasining nechitasi dissotsilanishi mumkin?

A) 114; B) 94; C) 104; D) 84.

**Yechish:**

$\alpha_{\%} = \frac{N_D}{N_U} \cdot 100\%$  formuladan  $N_D$  ni aniqlaymiz:

$$N_D = \frac{N_U \cdot \alpha_{\%}}{100\%} = \frac{120 \cdot 95}{100} = 114 \text{ ta. (A javob to'g'ri).}$$

**4-misol.** 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.

**Yechish:**

$\alpha_{\%} = \frac{N_D}{N_U} \cdot 100\%$  formuladan  $N_U$  ni aniqlaymiz:

$$N_U = \frac{N_D}{\alpha_{\%}} \cdot 100\% = \frac{15}{12,5} \cdot 100\% = 120 \text{ ta.}$$

**(D javob to'g'ri).**

**5-misol.** 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)  $0,87 \cdot 10^{23}$

**Yechish:**

a) Eritmadagi  $KNO_3$  miqdorini hisoblaymiz:

$$n_{KNO_3} = \frac{C_{KNO_3} \cdot V_e}{1000} = \frac{0,5 \cdot 200}{1000} = 0,1 \text{ mol;}$$

b) dissotsilangan tuz miqdori

$$n_D = \frac{n_U \cdot \alpha_{\%}}{100\%} = \frac{0,1 \cdot 72}{100} = 0,072 \text{ mol ga teng;}$$

d) bir molekula  $KNO_3$  dissotsilansa, ikkita ion hosil bo'ladi. Demak, ionlar soni:

$$N = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,072 \cdot 2 = 0,87 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$$

**(D javob to'g'ri).**



**6-misol.** 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)  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$

**Yechish:**

Ionlar orasidagi reaksiyalar asosan suvli eritmada sodir bo‘ladi. Berilgan reaksiyani amalga oshirish uchun  $Ca^{2+}$  hamda  $CO_3^{2-}$  ionlarining suvda eruvchan tuzlarini olish kerak. Keltirilgan alternativ javoblardan faqat C javob bu talabni qoniqtiradi, chunki  $CaCl_2$  va  $K_2CO_3$  tuzlari suvda yaxshi eriydi. (C javob to‘g‘ri).

**7- misol.** Kaliy sulfat eritmasiga eritma massasidan 2 marta ko‘p suv qo‘shildi. Bunda umumiy atomlar soni 4,294 marta ortdi. Olingan eritmadagi kaliy ionlarining massa ulushini (%) toping.

- A) 7,14; B) 7,87; C) 7,38; D) 7,74.

**Yechish:**

Misolni yechish uchun kaliy sulfat eritmasining massasini shartli ravishda 100 g deb qabul qilamiz. U holda eritmaga qo‘shilgan suv massasi:  $m_{suv} = 2 \cdot 100 = 200$  g.

200 g suvdagi atomlar mol sonini hisoblaymiz:

$$n = \frac{200}{18} \cdot 3 = 33,33 \text{ mol.}$$

Eritmaga suv qo‘shilgandan so‘ng umumiy atomlar soni 4,294 marta ortgan bo‘lsa, eritmadagi atomlar sonidan suvdagi atomlar sonidan 3,294 marta oz ekanligi kelib chiqadi. Demak, eritmadagi atomlar mol soni:

$$n = \frac{33,33}{3,294} = 10,12 \text{ molga teng.}$$

100 g kaliy sulfat eritmasidagi atomlar mol soni 10,12 molga teng bo'lsa, eritmadagi kaliy sulfat massasini ikki usulda hisoblash mumkin:

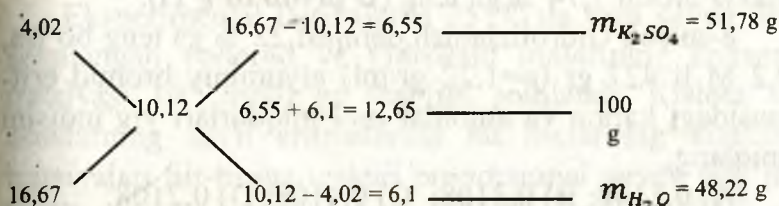
*1-usul.*

Kaliy sulfat va suvning 100 grammdan miqdordagi atomlarning mol sonini aniqlab diagonal usulda yechish:

100 g kaliy sulfatda  $n_{atom(K_2SO_4)} = \frac{100}{174} \cdot 7 = 4,02 \text{ mol}$  atom;

100 g suvda  $n_{atom(H_2O)} = \frac{100}{18} \cdot 3 = 16,67 \text{ mol}$  atom mavjud

bo'ladi.



*2-usul.*

Kaliy sulfat massasini  $x$ , suv massasini  $y$  bilan belgilab olamiz. U holda

$$x + y = 100 \quad (1)$$

tenglamani tuzish mumkin.

$x$  g kaliy sulfatdagi atomlarning mol soni:

$$\frac{x}{174} \cdot 7 = 0,0402x \text{ mol};$$

$y$  g suvdagi atomlarning mol soni:

$$\frac{y}{18} \cdot 3 = 0,1667y \text{ mol bo'lsa,}$$

$$0,0402x + 0,1667y = 10,12 \quad (2)$$

tenglamani hosil qilish mumkin. (1) va (2) tenglamalarni sistemaga qo'yib noma'lumlarni topish mumkin:

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ 0,0402x + 0,1667y = 10,12 \end{cases} \left| \begin{array}{l} 0,1667 \\ - \end{array} \right. \begin{array}{l} 0,1667 \\ 0,0402x + 0,1667y = 16,67 \\ 0,0402x + 0,1667y = 10,12 \\ \hline 0,1265x = 6,55 \\ x = \frac{6,55}{0,1265} = 51,78 \text{ g K}_2\text{SO}_4. \end{array}$$

Kaliy atomlari massasi:  $\frac{51,78}{174} \cdot 78 = 23,2 \text{ g}$ . Uning hosil bo'lgan eritmadagi massa ulushi:

$$\omega_{\%(\text{K}^+)} = \frac{23,2}{300} \cdot 100\% = 7,74 \%$$

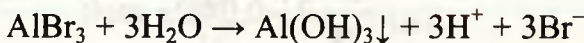
**Javob:** Hosil bo'lgan eritmadagi kaliy ionlarining massa ulushi 7,74 % ga teng (**D javob to'g'ri**).

**8-misol.** Hidrolizlanish darajasi 22 % ga teng bo'lsa, 0,2 M li 427 gr ( $p=1,22 \text{ gr/ml}$ ) alyuminiy bromid eritmasidagi kation va anionlar mol miqdorlari yig'indisini aniqlang.

A) 0,1148; B) 0,3108; C) 0,4108; D) 0,2108.

**Yechish:**

Eritmaning hajmi  $V = \frac{m}{\rho} = \frac{427}{1,22} = 350 \text{ ml}$  bo'lsa, undagi erigan tuzning miqdori  $n = \frac{V \cdot C_M}{1000} = \frac{350 \cdot 0,2}{1000} = 0,07$  molga teng. Uning 22 % qismi, ya'ni  $0,07 \cdot 0,22 = 0,0154$  mol miqdori gidrolizga uchragan bo'lsa, bu reaksiyada hosil bo'lgan ionlar miqdorini aniqlaymiz:



Gidroliz natijasida  $0,0154 \cdot 3 = 0,0462$  moldan  $\text{H}^+$  va  $\text{Br}^-$  ionlari hosil bo'lgan.

Tuzning qolgan 78 % qismi, ya'ni  $0,07 \cdot 0,78 = 0,0546$  mol miqdori elektrolitik dissotsilanishi natijasida hosil bo'lgan ionlar miqdorini aniqlaymiz:



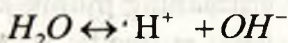


Dissotsilanish natijasida  $0,0546 \cdot 1 = 0,0546$  mol  $Al^{3+}$ ,  $0,0546 \cdot 3 = 0,1638$  mol  $Br^-$  ionlari hosil bo'ladi. Jami ionlarning miqdori  $0,0462 + 0,0462 + 0,0546 + 0,1638 = 0,3108$  molga teng.

**Javob:** eritmadagi kation va anionlar mol miqdorlari yig'indisi  $0,3108$  molga teng (**B javob to'g'ri**).

#### 6.14. Suvning elektrolitlik dissotsilanishi

Suv kuchsiz elektrolitdir. Toza suvning juda oz molekulari ionlarga dissotsilanadi:



Eksperimental tajribalarda  $25^\circ C$  da toza suvda dissotsilangan vodorod va gidroksid ionlarining konsentratsiyasi  $10^{-7}$  mol/l ga tengligi aniqlandi. Kislota va asoslarning suvli eritmalarida bu ionlarning konsentratsiyalari bir-biriga teskari proporsional tarzda bog'liq bo'lib, ularning ko'paytmasi esa o'zgarmas  $1 \cdot 10^{-14}$  ga teng. Bu konstanta suvning ion ko'paytmasi deyiladi va  $K_{H_2O}$  holida yoziladi:

$$K_{H_2O} = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}.$$

Bu yerda  $[H^+]$  va  $[OH^-]$  lar  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarining molyar konsentratsiyalari.

Shunday qilib,  $1$  l toza suvda  $[H^+]$  ham,  $[OH^-]$  ham  $10^{-7}$  mol/l ga teng bo'ladi.

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 10^{-7} \text{ mol/l}.$$

Demak, suvda  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarning konsentratsiyalari o'zaro teng bo'lganligi uchun suv neytral moddadir. Suvda biror bir boshqa modda eritilganda eritmada  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasi o'zgarishi mumkin,

lekin ularning molyar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmaydi.

Agar suvda biror modda eritilganda  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarning konsentratsiyasi o'zaro teng bo'lsa eritma neytral bo'ladi. Suvga kislota qo'shilsa, unda  $H^+$  ionlarining konsentratsiyasi ortadi. Ammo,  $H^+$  va  $OH^-$  konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas bo'lgani uchun  $H^+$  konsentratsiyasi ko'payganda  $OH^-$  konsentratsiyasi kamayadi. Bunda  $H^+$  ning konsentratsiyasi  $10^{-7}$  dan katta bo'ladi. Bunday eritmaning muhiti kislotali bo'ladi. Demak, har qanday suvli eritmada:

$$[H^+] = [OH^-] - \text{neytral muhit}$$

$$[H^+] > [OH^-] - \text{kislotali muhit}$$

$$[H^+] < [OH^-] - \text{ishqoriy muhit bo'ladi.}$$

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

$$[H^+] = 10^{-7} - \text{neytral muhit}$$

$$[H^+] > 10^{-7} - \text{ishqoriy muhit}$$

$$[H^+] < 10^{-7} - \text{kislotali muhit}$$

Agar eritma  $[H^+] = 10^{-5} \text{ mol/l}$  bo'lsa,  $[OH^-]$  ni hisoblash mumkin:

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol/l},$$

bunda muhit kislotali bo'ladi.

Agar eritmada  $[H^+] = 10^{-9} \text{ mol/l}$  bo'lsa  $[OH^-] = 10^{-5} \text{ mol/l}$ , muhit esa ishqoriydir.

## 6.15. Vodorod ko'rsatkich (pH)

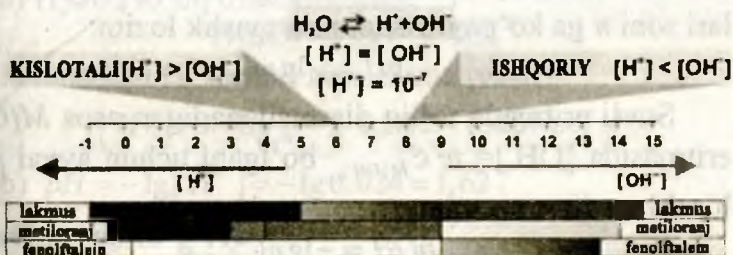
Eritma muhitini ifodalashda kichik hamda darajali sonlardan foydalanish noqulay bo'lganligi uchun,  $H^+$  ionlari molyar konsentratsiyasini o'nlik logarifmining manfiy qiymati ishlatiladi va  $pH$  bilan belgilanadi,  $pH$  – vodorod ko'rsatkich deb ataladi:

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

Masalan, neytral muhitda  $[H^+] = 10^{-7} \text{ mol/l}$ , u holda

$$pH = -\lg 10^{-7} = -(-7) = 7.$$

$[H^+] = 10^{-3} \text{ M}$  bo'lsa,  $pH = -\lg 10^{-3} = -(-3) = 3$  ga teng bo'ladi, bu eritmaning muhiti kislotalidir.  $[H^+] = 10^{-9} \text{ M}$  bo'lsa  $pH = -\lg[10^{-9}] = -(-9) = 9$  bo'ladi, bunday eritmaning muhiti ishqoriy bo'ladi (6.5.-rasm).



6.5.-rasm. pH qiymati shkalasi va ba'zi indikatorlarning rang o'zgarishi.

Agar suvning ion ko'paytmasidan teskari logarifm olib, -1 ga ko'paytirilsa, quyidagi tenglamaga erishiladi:

$$\begin{aligned} -\lg([H^+] \cdot [OH^-]) &= -\lg[H^+] - \lg[OH^-] = \\ &= -\lg K_{H_2O} = -\lg 10^{-14} = 14, \\ &\text{ya'ni } pH + pOH = 14. \end{aligned}$$



Bir asosli kuchli kislota suvli eritmada toliq dissotsilangan bo'lsa, eritmadagi  $H^+$  ionlari konsentratsiyasi shu elektrolit konsentratsiyasiga teng bo'ladi. Masalan, 0,01 mol/l konsentratsiyali HCl eritmasida 0,01 mol/l  $H^+$  ionlari bo'ladi. Chunki, HCl kuchli elektrolit bo'lib, to'liq dissotsilanadi:



Eritmaning pH qiymati  $-\lg 0,01=2$  ga teng bo'ladi.

Demak, bir asosli kuchli kislota eritmasida

$$pH = -\lg C_{HA}$$

bu formulada  $C_{HA}$  – kuchli bir asosli kislota eritmasining molyar konsentratsiyasi, mol/l.

Agar kislota to'liq dissotsilanadigan ko'p asosli ( $H_nA$ ) bo'lsa,  $H^+$  ionlari konsentratsiyasini hisoblashda kislota konsentratsiyasini uning molekulasidagi  $H^+$  ionlari soni  $n$  ga ko'paytirishni unutmaslik lozim:

$$pH = -\lg n C_{H_nA}$$

Suvli eritmada to'liq dissotsilanadigan asos  $M(OH)_n$  eritmasida  $[OH^-] = n \cdot C_{M(OH)_n}$  bo'lgani uchun avval  $pOH$  hisoblanadi:

$$pOH = -\lg n C_{M(OH)_n}$$

so'ngra  $pH$  qiymati topiladi:

$$pH = 14 - pOH$$

Kuchsiz elektrolit bo'lgan kislota va asoslarning eritmalarining pH qiymatini aniqlashda ularning dissotsilaniş darajalarini hisobga olish shart. Kuchsiz kislota  $H_nA$  eritmasida  $H^+$  ionlari konsentratsiyasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$[H^+] = C_{HA} \cdot \alpha_{HA}$$

Kuchsiz asos  $M(OH)_n$  eritmasida

$$[OH^-] = C_{MOH} \cdot \alpha_{MOH}$$

Eritmalarni, umuman kimyoviy reaksiyalarni o'rganishda eritma muhiti, ya'ni pH katta ahamiyatga ega. Eritmalarning vodorod ko'rsatkichi *pH* odatda indikatorlar va maxsus asboblari – pH-metrlar yordami bilan aniqlanadi.

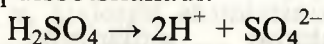
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 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.

**Yechish:**

a)  $H_2SO_4$  to'liq dissotsilanadi:



Eritmadagi  $H^+$  ionlari konsentratsiyasi:

$$[H^+] = n \cdot C_{H_2A} = 2 \cdot 0,012 = 0,024 \text{ mol/l};$$

b)  $pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,024 = 1,62$ .

**(C javob to'g'ri).**

**2-misol.** 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)  $2 \cdot 10^{-3}$ .

**Yechish:**

Formulaga muvofiq vodorod ionlarining konsentratsiyasi:

$$[H^+] = \frac{C_{HA} \cdot \alpha_{\%}}{100\%} = \frac{1 \cdot 0,01 \cdot 2\%}{100\%} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l ga teng.}$$

**(B javob to'g'ri).**

**3-misol.** Hidroksid ionlarining konsentratsiyasi  $1 \cdot 10^{-9}$  mol/l bo'lgan eritmadagi  $[H^+]$  konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.

A)  $1 \cdot 10^{-3}$ ; B)  $1 \cdot 10^{-4}$ ; C)  $1 \cdot 10^{-5}$ ; D)  $1 \cdot 10^{-6}$ .

**Yechish:**

$$K_{H_2O} = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

bundan  $[H^+] = \frac{K_{H_2O}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol/l}$ .

**(C javob to'g'ri).**

**4-misol.**  $pH=1$  bo'lgan sulfat kislota eritmasining molyar konsentratsiyasini hisoblang.

A) 0,005; B) 0,05; C) 0,1; D) 5,0.

**Yechish:**

a) Vodород ionlarining konsentratsiyasi  $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} = 0,1 \text{ mol/l}$  ga teng;

b) 1 mol sulfat kislota dissotsilansa, 2 mol  $H^+$  ionlari hosil bo'ladi.

$x$  mol/l sulfat kislota dissotsilansa,  $0,1$  mol/l  $H^+$  ionlari hosil bo'ladi.

$x = 0,05$  mol/l. **(B javob to'g'ri).**

**5-misol.**  $pH=5$  bo'lgan eritmadagi  $OH^-$  ionlar konsentratsiyasini (mol/l) hisoblang.

A)  $10^{-5}$ ; B)  $10^{-6}$ ; C)  $10^{-8}$ ; D)  $10^{-9}$ .

**Yechish:**

a)  $pH + pOH = 14$  ga asoslanib  $pOH$  ni hisoblaymiz:

$$pOH = 14 - pH = 14 - 5 = 9;$$

B)  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasi

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-9}. \text{ (D javob to'g'ri).}$$



**6-misol.** Qaysi kislota indikator rangini o'zgartira olmaydi?

- A) vodorod ftorid;      B) silikat kislota;  
C) karbonat kislota;    D) sirka kislota.

**Yechish:**

Silikat kislota suvda deyarli erimaydi. Shuning uchun u indikator rangini o'zgartira olmaydi. **(B javob to'g'ri).**

**7-misol.** 548,06 g suvda oltingugurt va kislorod atomlari soni nisbati 1:3,4545 bo'lgan 1,94 g oleum eritilganda hosil bo'lgan eritmaning pOH qiymatini toping ( $\rho=1,25$  g/ml).

- A) 12,96;      B) 12,35;      C) 11,95;      D) 11,45;

**Yechish:**

$H_2SO_4 \cdot nSO_3$  tarkibli oleumda oltingugurt atomlari-ning mol soni  $1 + n$ , kislorod atomlarining soni  $4 + 3n$  ga teng bo'lsa, quyidagi tenglama orqali  $n$  ni aniqlash mumkin:

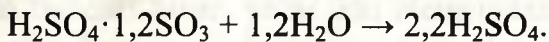
$$\frac{4 + 3n}{1 + n} = 3,4545$$

$$4 + 3n = 3,4545 + 3,4545n$$

$$0,5455 = 0,4545n$$

$$n = \frac{0,5455}{0,4545} = 1,2$$

Oleum eritilganda reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:



Hosil bo'lgan  $H_2SO_4$  ning mol miqdori

$$\frac{1,94}{98 + 1,2 \cdot 80} \cdot 2,2 = 0,022 \text{ mol.}$$

Uning dissotsilanishi natijasida ajralib chiqqan  $H^+$  ionlarining miqdori  $0,022 \cdot 2 = 0,044$  molga teng. Eritma

hajmi  $\frac{548,06+1,94}{1,25} = 480$  ml, eritmadagi  $H^+$  ionlarining molyar konsentratsiyasi  $\frac{0,044}{0,48} = 9,167 \cdot 10^{-2}$  mol/l ga teng.

Eritmaning pH qiymati  $-\lg 9,167 \cdot 10^{-2} = 1,04$ , pOH qiymati esa  $14 - 1,04 = 12,96$  ga teng.

**Javob:** Hosil bo'lgan eritmaning pOH qiymatini toping 12,96 (A javob to'g'ri).

## 7-BOB. NOORGANIK BIRIKMALARNING ENG MUHIM SINFLARI

Moddalarni sinflash turlicha bo'lib kelgan. Masalan, Abu Muhammad ar-Roziy moddalarni yer (mineral), o'simlik va hayvon moddalariga ajratgan bo'lsa, Ya.Berselius barcha moddalarni ularni tashkil qilgan qarama-qarshi ionlarga qarab sinfladi. Keyinchalik J.Dyuma tomonidan taklif etilgan «Tiplar nazariyasi» bo'yicha murakkab moddalarni uch sinfga: suv tipidagi, metan tipidagi va ammiak tipidagi moddalarga bo'lingan. Hozirda moddalarni quyidagicha sinflash mumkin:

### **I. Oddiy moddalar:**

1. *Metallar.*
2. *Metallmaslar.*

### **II. Murakkab moddalar:**

1. *Noorganik moddalar.*
2. *Organik moddalar.*

Noorganik moddalar o'z navbatida quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Oksidlar.
2. Asoslar
3. Kislotalar.
4. Tuzlar.

Bundan tashqari binar, ya'ni ikki elementdan iborat birikmalar sinfi ham mavjud. Bularga karbidlar, silitsidlar, gidridlar, nitridlar va peroksidlar kiradi.



## 7.1. Oksidlar

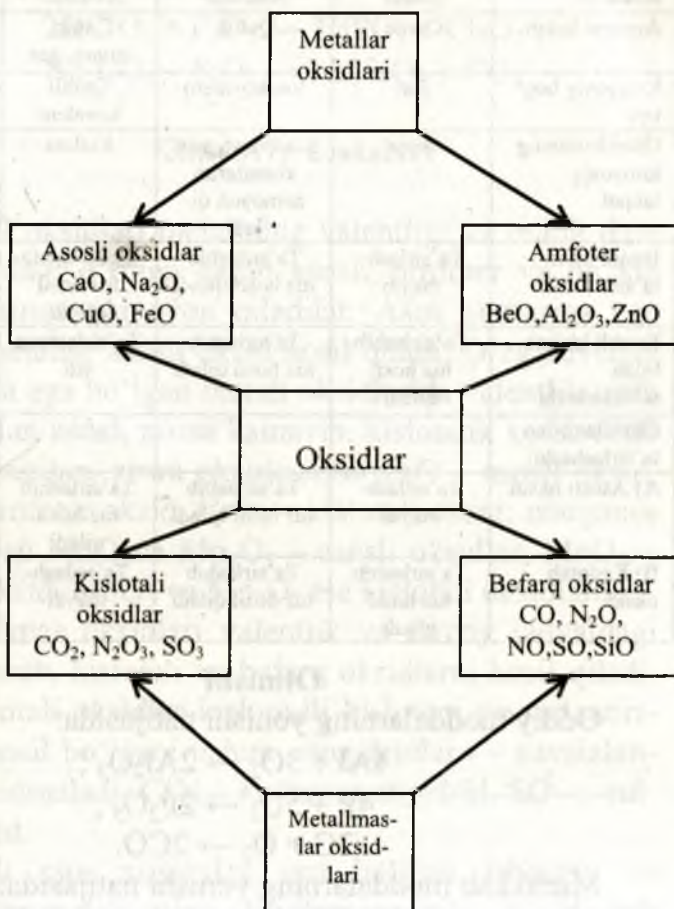
↓ Oksidlar deb biri kislorod bo'lgan, ikki elementdan tashkil topgan murakkab moddalarga aytiladi.

Metallar va metallmaslarning kislorod bilan hosil qilgan birikmalari oksidlar deyiladi. Oksidlar agregat holati gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ), suyuq ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ) va qattiq ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) bo'lishi mumkin. Oksidlar turlicha nomlanadi: o'zgarmas valentlikka ega element oksidining nomi [«element nomi» + oksid] shaklida hosil qilinadi: kaliy oksid, litiy oksid; o'zgaruvchan valentlikka ega element oksidlari element nomidan so'ng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan ko'rsatiladi va oksid so'zi qo'shiladi [element nomi (valentlik rim raqamida) + oksid]:  $\text{CO}_2$  – uglerod(IV) oksid,  $\text{CO}$  – uglerod(II) oksid,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – fosfor(V) oksid,  $\text{P}_2\text{O}_3$  – fosfor(III) oksid. Bundan tashqari element nomiga kislorod sonining yunoncha sonlarda ifodalanishini qo'shib ham oksidlarni nomlash mumkin:  $\text{SiO}_2$  – kremniy dioksid,  $\text{SO}_2$  – oltingugurt dioksid,  $\text{SO}_3$  – oltingugurt trioksid. Oksidlarni nomlashda tabiatda uchrashi yoki turmushda qo'llanishi, tarixiy nomlaridan ham foydalaniladi: so'ndirilmagan ohak –  $\text{CaO}$ ;  $\text{SiO}_2$  – qum, kvars;  $\text{MgO}$  – magnezিয়া;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – temirtosh.

## 7.2. Oksidlarning sinflanishi

### Kislotali oksidlar

Oksidlar xossalariga ko'ra 4 sinfga bo'linadi:

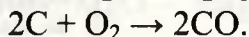
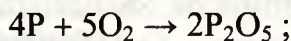
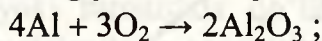


7.1.-jadval. Oksidlarning yaqqol namoyon bo'luvchi ba'zi xossalari

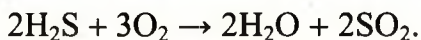
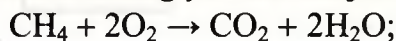
Oksidlarning xossalari	Oksidlar			
	Asosli	Amfoter	Kislotali	Befarq
Agregat holati	Qattiq	Qattiq	Qattiq, suyuq, gaz	Gaz
Kimyoviy bog' tipi	Ion	Ion-kovalent	Qutbli kovalent	Qutbli kovalent
Gidroksidining kimyoviy tabiati	Asos	Kislota va asos xossalarini namoyon qiladi	Kislota	Yo'q
Ishqor bilan ta'sirlashishi	Ta'sirlashmaydi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashmaydi
Kuchli kislota bilan ta'sirlashishi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashmaydi	Ta'sirlashmaydi
Oksidlar bilan ta'sirlashishi:				
A) Asosli oksid	Ta'sirlashmaydi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashmaydi
B) Kislotali oksid	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashib tuz hosil qiladi	Ta'sirlashmaydi	Ta'sirlashmaydi

### Olinishi

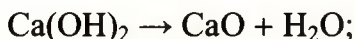
Oddiy moddalarning yonishi natijasida:



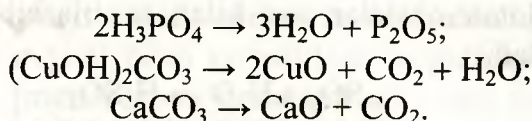
Murakkab moddalarning yonishi natijasida:



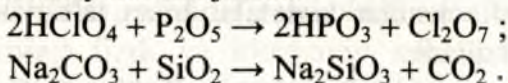
Murakkab moddalar qizdirilganda parchalanishi natijasida:







Boshqa reaksiyalar natijasida:

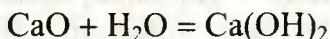
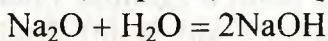


### Kimyoviy xossalari

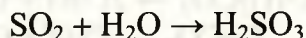
Metall oksidlari metallning valentligi va uning davriy jadvaldagi oʻrniga qarab asosli, amfoter va baʼzan kislotali xossa namoyon qiladilar. Asos xossasiga ega boʻlgan metallar asosli oksid hosil qiladi. Oʻzgaruvchan valentlikka ega boʻlgan metall oksidlarida valentlik ortib borishi bilan asosli xossa kamayib, kislotalik xossa ortib boradi. Masalan, xrom oksidlaridan  $\text{CrO}$  – asosli oksid,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – amfoter oksid,  $\text{CrO}_3$  – kislotali oksid; marganes oksidlaridan  $\text{MnO}$  va  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  – asosli oksidlar,  $\text{MnO}_2$  – amfoter oksid,  $\text{MnO}_3$  va  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  esa kislotali oksidlardir.

Metallmas oksidlari valentlik va davriy jadvaldagi oʻrniga qarab, kislotali va befarq oksidlarni hosil qiladi. Baʼzi kislotali oksidlar kislородli kislotani suvsizlantirishidan hosil boʻlgani uchun «angidridlar» – suvsizlantirilganlar deyiladi.  $\text{CO}_2$  – karbonat angidrid,  $\text{SO}_3$  – sulfat angidrid.

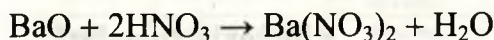
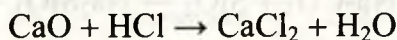
Kuchli asos xossasiga ega boʻlgan ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning oksidlari suv bilan taʼsirlashib suvda eriydigan asoslar (ishqorlar) hosil qiladi:



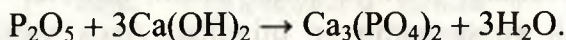
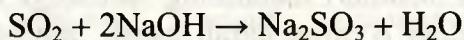
Kislotali oksidlar suv bilan ta'sirlashib kislotalar hosil qiladi:



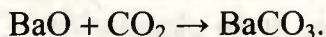
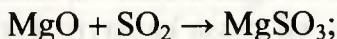
Asosli oksidlar kislotalar bilan ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi:



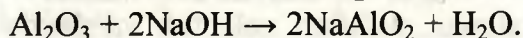
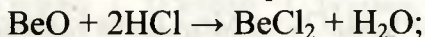
Kislotali oksidlar asoslar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladi:



Asosli oksidlar kislotali oksidlar bilan ta'sirlashib tuz hosil qiladi:



Amfoter oksidlar ham asoslar bilan, ham kislotalar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladi:



### 7.3. Asoslar

Asoslar deb metall kationi va gidroksid anionidan tashkil topgan murakkab moddalarga aytiladi.

Asoslarda kislorod atomi vodorod va metall atomi orasida joylashadi.

Asoslarning nomi o'zgarimas valentli metallar uchun [metall atomi nomi + gidroksid] shaklida yasaladi: kaliy gidroksid – KOH, bariy gidroksid – Ba(OH)<sub>2</sub>, alyuminiy gidroksid – Al(OH)<sub>3</sub>. O'zgaruvchan valentli metall ok-

sidlarining nomi metall atomi nomi, valentligi qavs ichida rim raqami bilan ko'rsatiladi va gidroksid so'zi qo'shiladi: [metall atomi nomi (metall atomi valentligi rim raqamida) + gidroksid], masalan, xrom (III) gidroksid –  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , temir (II) gidroksid –  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ .

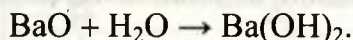
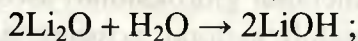
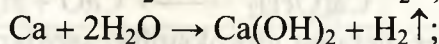
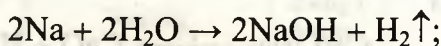
Asoslarning fizik va kimyoviy xossalari ularni hosil qilgan metallarning davriy jadvaldagi o'rniga va valentligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham asoslarni ikki guruhga ajratish mumkin:

1. Suvda eriydigan asoslar (ishqorlar).

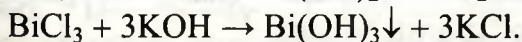
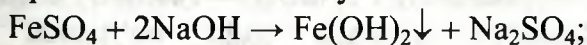
2. Suvda erimaydigan asoslar.

Suvda eriydigan asoslar eritmalarida deyarli to'liq dissotsilanib, kuchli ishqoriy muhit hosil qiladi. Ular  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  lardir. Bu asoslar kuchli elektrolitlar bo'lgani uchun ularni kuchli asoslar deb atash mumkin. Qolgan barcha metall gidroksidlari kuchsiz, ya'ni suvda erimaydigan asoslar hisoblanadi.

**Olinishi.** Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari va ularning oksidlarining suv bilan ta'sirlashishi natijasida ishqorlar olinadi:



Suvda erimaydigan asoslar tuzlarning suvdagi eritmasiga ishqor bilan ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

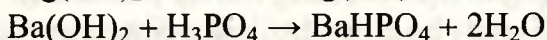
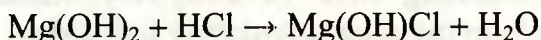
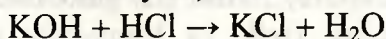


**Kimyoviy xossalari.** Suvda eriydigan asoslar indikatorlar rangini o'zgartiradi. Masalan, fenolftaleinning

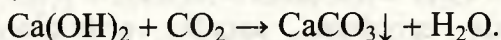


eritmasi suvda eruvchi asos ta'sirida pushti rangga kiradi. Lakmus esa ko'k, metil zarg'aldog'i sariq rangga bo'yaladi.

Asoslar kislotalar bilan ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi (neytrallanish reaksiyasi):

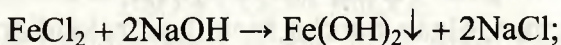


Kislotali oksidlar bilan ham ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi (bu reaksiya ham neytrallanish reaksiyasiga misol bo'ladi):

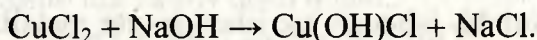


Asoslar tuzlar bilan ta'sirlashadi va yangi asos hamda tuz (miqdorlar nisbatiga qarab o'rta yoki asosli) hosil qiladi:

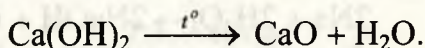
a) O'rta tuz



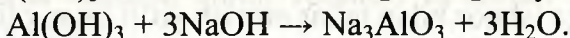
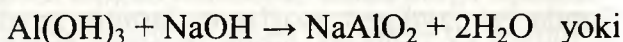
b) Asosli tuz



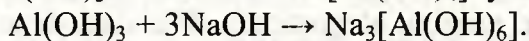
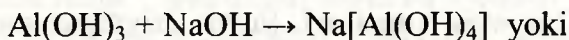
Asoslar qizdirilganda metall oksidi va suvga parchalanadi:



Amfoter metallar gidroksidlari asoslar bilan reaksiyaga kirishib, kislotali xossa namoyon qiladi:



Reaksiya eritmada sodir bo'lganda quyidagi mahsulotlar hosil bo'ladi:



## 7.4. Kislotalar

↓ Kislotalar deb tarkibida metall ionlariga almashina oladigan vodorod ionlari hamda kislota qoldig'idan iborat bo'lgan murakkab moddalarga aytiladi.

↓ Kislotalar tarkibidagi metall ionlariga almashina oladigan vodorod ionlari soni kislota qoldig'ining valentligiga son jihatdan teng bo'ladi.

Kislotalarning umumiy formulasi  $H_nA$  tarzida ifodalanadi: bu yerda  $A$  – kislota qoldig'i anioni;  $n$  – kislota qoldig'ining valentligi.

Kislotalarning nomi kislota qoldig'i nomidan keltirib chiqariladi. Kislota nomi [kislota qoldig'i nomi + kislota] so'zlari qo'shib yasaladi (7.2.-jadval).

*7.2.-jadval. Eng muhim kislotalar va ularning qoldiqlari.*

Kislota nomi	Molekulyar formulasi	Tuzilishi	Kislota qoldig'i formulasi	Kislota qoldig'i tuzilishi
Ftorid	HF	H—F	F <sup>-</sup>	—F
Xlorid	HCl	H—Cl	Cl <sup>-</sup>	—Cl
Bromid	HBr	H—Br	Br <sup>-</sup>	—Br
Yodid	HJ	H—J	J <sup>-</sup>	—J
Sianid	HCN	H—C≡N	CN <sup>-</sup>	—C≡N
Gipoxlorid	HClO	H—O—Cl	ClO <sup>-</sup>	—O—Cl
Gipobromid	HBrO	H—O—Br	BrO <sup>-</sup>	—O—Br
Nitrit	HNO <sub>2</sub>	H—O—N=O	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	—O—N=O
Xlorit	HClO <sub>2</sub>	H—O—Cl=O	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	—O—Cl=O

Bromit	$\text{HBrO}_2$	$\text{H}-\text{O}-\text{Br}=\text{O}$	$\text{BrO}_2^-$	$-\text{O}-\text{Br}=\text{O}$
Nitrat	$\text{HNO}_3$	$\text{H}-\text{O}-\overset{+}{\text{N}}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{matrix}$	$\text{NO}_3^-$	$-\text{O}-\overset{+}{\text{N}}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{matrix}$
Metafosfat	$\text{HPO}_3$	$\text{H}-\text{O}-\text{P}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$	$\text{PO}_3^-$	$-\text{O}-\text{P}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$
Xlorat	$\text{HClO}_3$	$\text{H}-\text{O}-\text{Cl}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$	$\text{ClO}_3^-$	$-\text{O}-\text{Cl}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$
Bromat	$\text{HBrO}_3$	$\text{H}-\text{O}-\text{Br}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$	$\text{BrO}_3^-$	$-\text{O}-\text{Br}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{matrix}$
Perxlorat	$\text{HClO}_4$	$\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{Cl}}=\text{O}$	$\text{ClO}_4^-$	$-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{Cl}}=\text{O}$
Permanganat	$\text{HMnO}_4$	$\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{Mn}}=\text{O}$	$\text{MnO}_4^-$	$-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{Mn}}=\text{O}$
Atsetat	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\begin{matrix} \text{O} & \text{H} \\ \parallel &   \\ \text{H}-\text{O}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ &   \\ & \text{H} \end{matrix}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\begin{matrix} \text{O} & \text{H} \\ \parallel &   \\ -\text{O}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ &   \\ & \text{H} \end{matrix}$
Sulfid	$\text{H}_2\text{S}$	$\begin{matrix} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{H} \end{matrix}$	$\text{S}^{2-}$	$\begin{matrix} \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \end{matrix}$
Karbonat	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\begin{matrix} \text{H}-\text{O} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}-\text{O} \end{matrix}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\begin{matrix} -\text{O} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ -\text{O} \end{matrix}$
Silikat	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	$\begin{matrix} \text{H}-\text{O} \\ \diagdown \\ \text{Si}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}-\text{O} \end{matrix}$	$\text{SiO}_3^{2-}$	$\begin{matrix} -\text{O} \\ \diagdown \\ \text{Si}=\text{O} \\ \diagup \\ -\text{O} \end{matrix}$



Sulfit	$H_2SO_3$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ S=O \\   \\ H-O \end{array}$	$SO_3^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ S=O \\   \\ -O \end{array}$
Sulfat	$H_2SO_4$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ S=O \\   \\ H-O \end{array}$	$SO_4^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ S=O \\   \\ -O \end{array}$
Manganat	$H_2MnO_4$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ Mn=O \\   \\ H-O \end{array}$	$MnO_4^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ Mn=O \\   \\ -O \end{array}$
Xromat	$H_2CrO_4$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ Cr=O \\   \\ H-O \end{array}$	$CrO_4^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ Cr=O \\   \\ -O \end{array}$
Dixromat	$H_2Cr_2O_7$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ Cr=O \\   \\ O \\   \\ Cr=O \\   \\ H-O \end{array}$	$Cr_2O_7^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ Cr=O \\   \\ O \\   \\ Cr=O \\   \\ -O \end{array}$
Fosfit	$H_3PO_3$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ H-O-P=O \\   \\ H \end{array}$	$HPO_3^{2-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ -O-P=O \\   \\ H \end{array}$
Arsenit	$H_3AsO_3$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ H-O-As-O-H \\   \\ H-O \end{array}$	$AsO_3^{3-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ -O-As-O- \\   \\ -O \end{array}$
Ortofosfat	$H_3PO_4$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ H-O-P=O \\   \\ H-O \end{array}$	$PO_4^{3-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ -O-P=O \\   \\ -O \end{array}$
Arsenat	$H_3AsO_4$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ H-O-As=O \\   \\ H-O \end{array}$	$AsO_4^{3-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ -O-As=O \\   \\ -O \end{array}$
Pirofosfat	$H_4P_2O_7$	$\begin{array}{c} H-O \\   \\ P=O \\   \\ H-O \\   \\ H-O \\   \\ P=O \\   \\ H-O \end{array}$	$P_2O_7^{4-}$	$\begin{array}{c} -O \\   \\ P=O \\   \\ -O \\   \\ -O \\   \\ P=O \\   \\ -O \end{array}$

## Kislotalarning toifalanishi

Kislotalar turlicha sinflanadi:

### I. Tarkibida kislorod borligiga ko'ra:

1. *Kislorodsiz kislotalar* – molekulasi tarkibida kislorod atomi bo'lmagan kislotalar. Masalan, HF, HCl, HBr, HJ, HCN, H<sub>2</sub>S.

2. *Kislorodli kislotalar* – molekulasi tarkibida kislorod bo'lgan kislotalar. Masalan, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

### II. Metallar bilan almashina oladigan vodorod soniga ko'ra:

1. *Bir asosli kislotalar*. Masalan, HF, HCl, HBr, HJ, HCN, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>.

2. *Ikki asosli kislotalar*. Masalan, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 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>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> (7.2.-jadvalga qarang).

3. *Uch asosli kislotalar*. Masalan, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

4. *Ko'p asosli kislotalar*. Masalan, H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

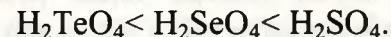
### III. Elektrolitik dissotsilanishiga ko'ra:

1. *Kuchli kislotalar* – eritmalarida deyarli to'liq dissotsilanadigan kislotalar. Kuchli kislotalar quyidagilar (qatorida ularning kuchi kamayib borishi ko'rsatilgan):

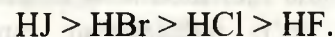
HClO<sub>4</sub> > HJ > HBr > HCl > H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> > HMnO<sub>4</sub> > HJO<sub>4</sub> > HNO<sub>3</sub> > H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> > HClO<sub>3</sub> > H<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> > H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> > HBrO<sub>3</sub> > HJO<sub>3</sub> > H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

2. *Kuchsiz kislotalar* – eritmalarida kam dissotsilanadigan kislotalar. Yuqoridagi kislotalardan boshqa barcha kislotalar.

Kislotalarning kuchi kislota hosil qilgan elementning davriy jadvaldagi o'rni va valentligiga bog'liq. Kislorodli kislotalar kuchi davriy jadvalda yuqoriga va o'ngga ortib boradi. Masalan, VI asosiy guruh elementlarining kislorodli kislotalari kuchining ortib borishi quyidagi qatorga mos keladi:



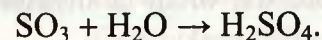
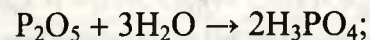
Kislorodsiz kislotalar kuchi esa pastga qarab ortib boradi. Bu vodorod va kislota hosil qilgan atom orasidagi bog'lanishning uzunlashishi va shu sababli bog'ning beqarorlashishi bilan tushuntiriladi. Masalan, suvli eritmada VII asosiy guruh elementlarining vodorodli birikmalarini kislota kuchining ortib borishi quyidagi qatorga mos keladi:



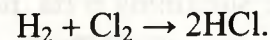
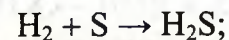
Bir kimyoviy element atomi bir nechta kislorodli kislota hosil qilsa, bu kislotalarning kuchi shu elementning kislotadagi valentligi ortib borishi bilan ortadi. Masalan, HClO < HClO<sub>2</sub> < HClO<sub>3</sub> < HClO<sub>4</sub>

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

Kislorodli kislotalarni kislotali oksidlar (angidridlar) bilan suvning o'zaro ta'siri natijasida olish mumkin:

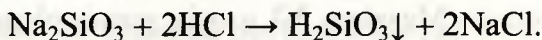
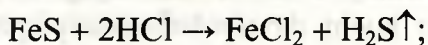


Kislorodsiz kislotalarni metallmaslarning vodorod bilan ta'sirlashuvi mahsulotlarini suvda eritib olish mumkin:





Kuchsiz kislotalarni ularning tuzlariga kuchli kislotalar ta'sir ettirib olish mumkin:



**Fizik xossalari.** Kislotalar qattiq (borat, silikat kislotalari), suyuq (sulfat, nitrat kislotalar) bo'lishi mumkin. Ularning ko'pchiligi suvda yaxshi eriydi va ayrim gazlarning (vodorod xlorid HCl, vodorod bromid HBr, vodorod sulfid H<sub>2</sub>S) suvda eritmalari ham kislotalardir. Kislota eritmalari konsentratsiyasiga ko'ra konsentrlangan, suyultirilgan, o'ta suyultirilgan bo'lishi mumkin.

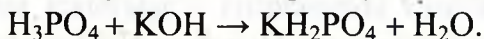
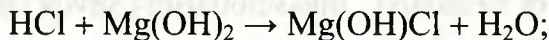
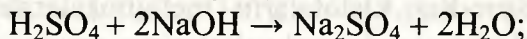
**Kimyoviy xossalari.** Kislotalarning kimyoviy xossalari ularni ancha faol moddalar ekanligini ko'rsatadi:

Kislotalar ko'p indikatorlar rangini o'zgartiradi. Quyidagi jadvalda indikatorlarning kislotalar va ishqorlar ta'sirida rang o'zgartirishlari keltirilgan.

7.3.-jadval. Kislota va ishqorlarning indikator rangiga ta'siri.

Indikator nomi	Kislotali eritmadagi rangi	Neytral eritmadagi rangi	Ishqoriy eritmadagi rangi
Lakmus	Qizil	Binafsha	Ko'k
Fenolftalein	Rangsiz	Rangsiz	Qizil
Metil zarg'aldog'i	Qizil	Sariq	Sariq

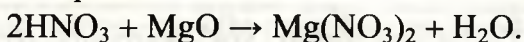
Kislotalar asoslar bilan ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi (neytrallanish reaksiyasi):



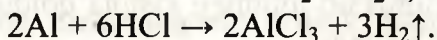
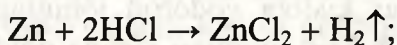
Reaksiya mahsulotining o'rta, nordon yoki asosli tuz bo'lishi kislota va asoslarning miqdoriy nisbatiga bog'liq.



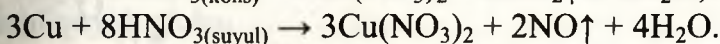
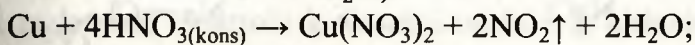
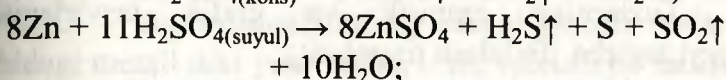
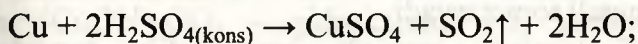
Kislotalar asosli oksidlar bilan ta'sirlashadi hamda tuz va suv hosil qiladi:



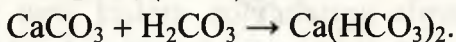
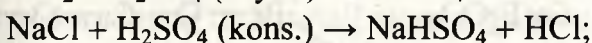
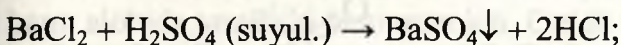
Kislotalar (sulfat va nutrat kislotadan tashqari) aktiv metallar bilan ta'sirlashganda tuz va vodorod hosil bo'ladi:



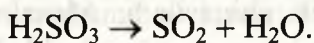
Sulfat va nitrat kislotalarning konsentrlangan eritmaları bilan metallar ta'sirlashganda metallning qaytaruvchilik xossasi va kislota konsentratsiyasiga qarab boshqa mahsulotlar hosil bo'ladi:



Kislotalar tuzlar bilan ta'sirlashadi va yangi kislota hamda tuz (sharoitga qarab o'rta yoki nordon) hosil qiladi:



Kislotalar qizdirilganda kislotali oksid va suvga parchalanadi:



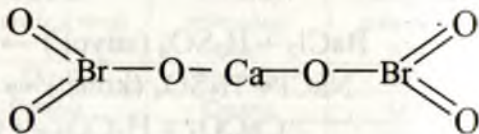
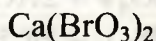
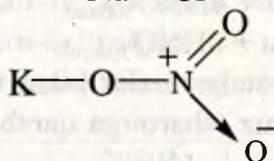
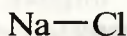
## 7.5. Tuzlar

↓ Tuzlar deb metall (yoki ammoniy  $NH_4^+$ ) kationlari va kislota qoldig'i anionlaridan iborat bo'lgan murakkab moddalarga aytiladi.

↓ Tuzlar kislota vodorod ionining metall ioniga yoki asos gidroksid ionining kislota qoldig'iga almashishidan hosil bo'ladi.

Tuzlarning umumiy formulasi  $M_nA_m$  tarzida ifodalangani: bu yerda  $M$ –metall kationi (yoki ammoniy  $NH_4^+$ );  $A$ –kislota qoldig'i anioni;  $n$ –kislota qoldig'ining zaryadi;  $m$ –metall ioni zaryadi.

Tuzlarning empirik va grafik tasvirlanishini quyidagicha ifodalash mumkin:



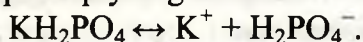
Tuzlarning nomi metall atomi va kislota qoldig'i nomidan keltirib chiqariladi. Masalan,  $NaCl$  – natriy xlorid,  $Mg(ClO_2)_2$  – magniy xlorid,  $FeSO_4$  – temir (II) sulfat.

Tuzlar tarkibiga ko'ra o'rta, asosli, nordon, qo'sh (aralash) va kompleks tuzlarga bo'linadi:

1. O'rta tuzlar – tarkibi faqat metall kationi va kislota qoldig'idan iborat bo'lgan tuzlar. Masalan,  $KCl$  –

kaliy xlorid,  $\text{CaSO}_4$  – kalsiy sulfat,  $\text{MnCl}_2$  – marganes (II) xlorid.

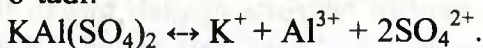
2. Nordon tuzlar – tarkibi metall va vodorod kationi hamda kislota anionidan iborat bo‘lgan tuzlar. Masalan,  $\text{NaHSO}_4$  – natriy gidrosulfat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – kaliy digidrofosfat,  $\text{FeHPO}_4$  – temir (II) gidrofosfat (nordon tuzlar ikki yoki undan ortiq valentli kislota qoldiqlaridan hosil bo‘ladi). Nordon tuzlarning elektrolitik dissotsilanishining birinchi bosqichi quyidagicha:



3. Asosli tuzlar – tarkibi metall kationi hamda gidroksid va vodorod anionidan iborat bo‘lgan tuzlar. Masalan,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  – gidroksomis (II) karbonat,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$  – digidroksoalyuminiy xlorid (asosli tuzlar tarkibidagi metall ikki yoki undan ortiq valentli bo‘ladi). Asosli tuzlarning elektrolitik dissotsilanishining birinchi bosqichi quyidagicha:



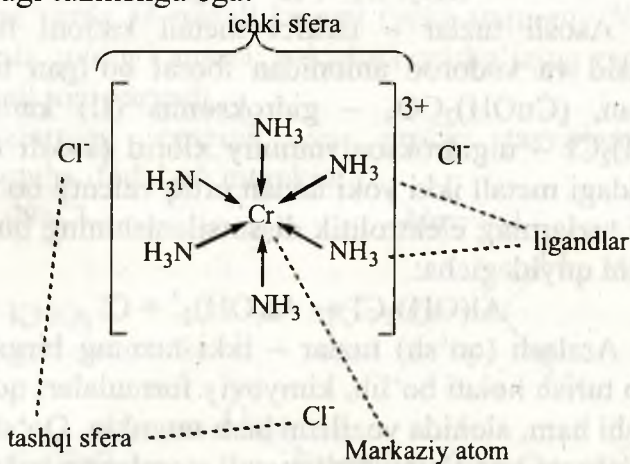
4. Aralash (qo‘sh) tuzlar – ikki tuzning birgalikda uchrab turish holati bo‘lib, kimyoviy formulalari qo‘shib yozilishi ham, alohida yozilishi ham mumkin. Qo‘sh tuzlar kislota vodorodining turli metall atomlariga yoki asos gidroksidining turli kislota qoldiqlariga almashishidan hosil bo‘ladi. Masalan,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  yoki  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  – kaliy-alyuminiy sulfat (achchiqtosh),  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$  – xlorli ohak. Qo‘sh tuzlarning elektrolitik dissotsilanishi deyarli to‘liq o‘tadi:



5. Kompleks tuzlar – noorganik birikmalarning alohida sinfi bo‘lib, ular murakkab tuzilishga ega. Ularning tarkibi metall ionlari va kislota qoldiqlari bilan birgalikda neytral molekular, masalan suv, ammiak kabilardan



iborat bo'ladi. Ular tabiatda katta ahamiyatga ega. Ko'pgina biologik jarayonlar ular ishtirokida amalga oshadi. Inson qonidagi gemoglobin, vitamin B<sub>12</sub>, o'simliklarda fotosintezni ta'minlovchi xlorofill ana shunday kompleks birikmalar toifasiga kiradi. Kompleks tuzlar tuzilishi jihatdan *ichki va tashqi sferani* hosil qiladi. Ichki sferaning markazida metall atomlari bo'lib, uning atrofini o'rab turgan molekula yoki ionlar *ligandlar deyiladi*. Masalan,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  molekulasini quyidagi tuzilishga ega:



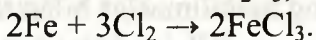
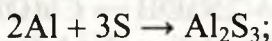
Bu yerda ammiak va xrom atomlari o'rtasidagi donor-akseptor bog'lanish strelkalarda ko'rsatilgan. Ma'lumki, xrom birikmalari 2, 3 yoki 6 valentli bo'ladi. Ammo, bu kompleks tuzda xrom bevosita 6 ta bog'lanish hosil qilgan. Kompleks birikmada markaziy atomning atrofini bevosita egallab turgan ligandlar soni uning *koordinatsion soni* deb ataladi. Yuqoridagi misolda xrom atomining kompleks tuzdagi koordinatsion soni 6 ga teng. Ko'pincha kompleks birikmalar *koordinatsion birikmalar* ham deyiladi.

Koordinatsion birikmalar markaziy atom soniga qarab *monoyadroli*, *biyadroli*, *triyadroli* bo'lishi mumkin. Markaziy atom metallari bir xil bo'lsa, *gomoyadroli*, har xil bo'lsa, *geteroyadroli koordinatsion birikma* deyiladi. Ligandlarning markaziy atom bilan hosil qilgan bog'lanishlari soniga ko'ra *monodentatli*, *bidentatli* yoki *polidentatli* ligandlarga bo'linadi.

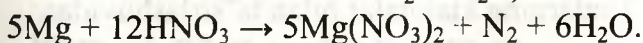
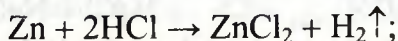
Kompleks birikmalarni quyidagicha nomlash mumkin: [ligand soni (yunoncha) + ligand nomi + markaziy atom nomi + markaziy atom oksidlanish darajasi (rim raqamlarda)] tashqi sferadagi ion kation bo'lsa, kompleks ion nomidan oldin, anion bo'lsa, kompleks ion nomidan keyin o'qiladi. Masalan,  $K_4[Fe(CN)_6]$  – kaliy geksasianotemir(II) (sariq qon tuzi),  $[Pt(NH_3)_6]Cl_2$  – geksammin platina (II) xlorid. Ligand anion bo'lsa nomiga «o» qo'shimchasi qo'shiladi:  $Cl^-$  – xloro,  $CN^-$  – siano,  $CH_3COO^-$  – atsetato. Kompleks ion tarkibida har xil ligandlar bo'lsa avval neytral ligandlar, so'ngra anion ligandlar alfavit tartibida yoziladi. Bunda ligandning sonini ko'rsatuvchi yunoncha sonlar di-, tri-, tetra- old qoshimchalari ahamiyatli emas. Misol,

$K[Cr(NH_3)_2(NO_2)BrCl_2]$  – kaliy diamminbromonitrodixloroxrom (III).

**Olinishi.** Metallning metallmas bilan ta'sirlashuvidan:



Metallning kislota bilan ta'sirlashuvidan:

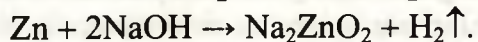
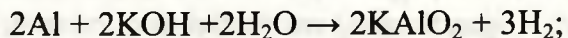


Qaytaruvchilik xossasi kuchli bo'lgan metallning passiv metall tuzi bilan ta'sirlashuvidan:

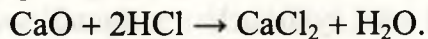
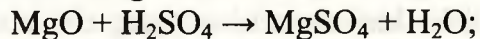




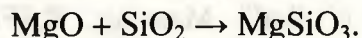
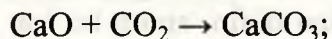
Amfoter oksid hosil qiluvchi metallarning ishqorlar bilan ta'sirlashuvidan:



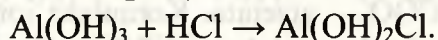
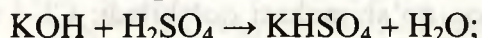
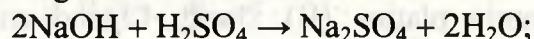
Asosli oksidlarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



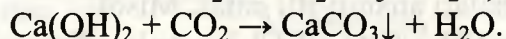
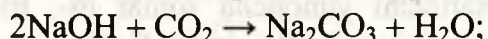
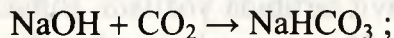
Asosli oksidlarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



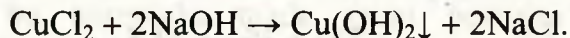
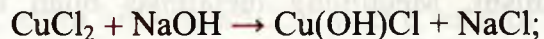
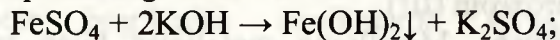
Asoslarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



Asoslarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



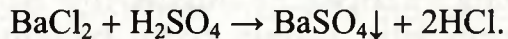
Ishqorlarning tuzlar bilan ta'sirlashuvidan:



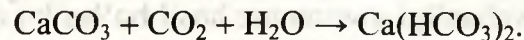
Ishqorlarning metallmaslar bilan ta'sirlashuvidan:



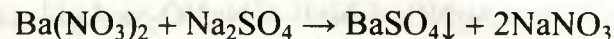
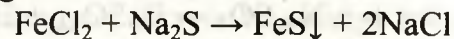
Tuzlarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



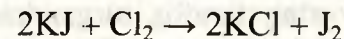
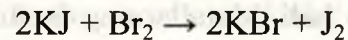
Tuzlarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



Tuzlarning tuzlar bilan ta'sirlashuvidan:



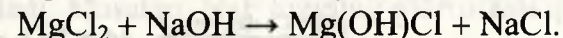
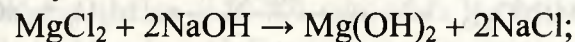
Tuzlarning metallmaslar bilan ta'sirlashuvidan:



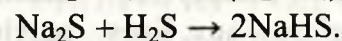
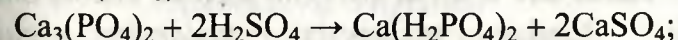
**Fizik xossalari.** Tuzlar – kristall tuzilishdagi qattiq, turli rangdagi moddalar bo'lib, suvda eruvchanligi ham tuzning xususiyatiga ko'ra har xil. Tuzlar suvli eritmadan kristallanganda tarkibida kristallizatsion suv tutgan kristallar hosil bo'lishi mumkin. Bunday tuzlar *kristallogidratlar* deyiladi. Masalan,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – mis (II) sulfat pentagidrat.

**Kimyoviy xossalari.** Tuzlar eritmalarda kimyoviy jihatdan faol moddalar bo'lib, ko'plab o'zgarishlarga uchraydi.

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



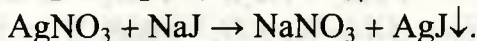
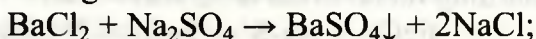
Tuzlar kislotalar bilan ta'sirlashadi:



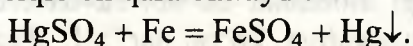
Hosil bo'layotgan mahsulotlar tarkibi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning mol nisbatiga bog'liq bo'ladi.



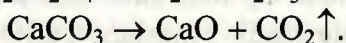
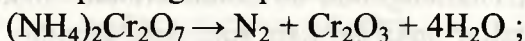
Tuzlar o'zaro ta'sirlashib, yangi tuzlar hosil qiladi, agar eruvchanligi yomon tuz hosil bo'lsa bu almashinuv reaksiyalari oxirigacha boradi:



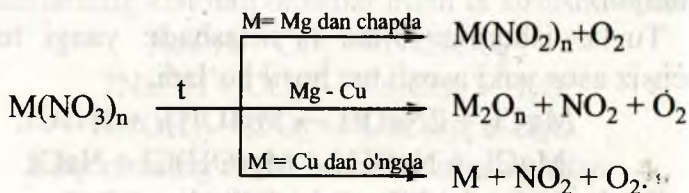
Tuzlar metallar bilan ta'sirlashganda yangi tuz va metall hosil bo'ladi. Metallarning faollik qatorida turgan metall o'zidan o'ng tarafda turgan metallning tuzidan siqib chiqaradi, lekin o'zidan chap tarafda turgan metallarni tuzlaridan siqib chiqara olmaydi:



Ba'zi tuzlar qizdirilganda parchalanadi:



Nitrat kislota tuzlarining parchalanishi metall (M)ning metallarning faollik qatorida turgan o'rniga ko'ra uch yo'nalishda amalga oshadi:



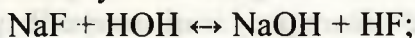
Tuzlar suv bilan ta'sirlashib asos va kislota hosil qiladi. Bunday reaksiyalar *tuzlarning gidrolizi* (yunonchadan gidro – suv, lizos – parchalash) deyiladi.

## 7.6. Tuzlar gidrolizi

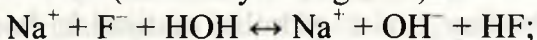
Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga ko'ra suvli eritmalarda kimyoviy jarayonlar oxirigacha sodir bo'lishi uchun kuchsiz elektrolit hosil bo'lishi zarur. Kuchsiz elektrolitlarga kuchsiz kislotalar, kuchsiz asoslar, suvda yomon eriydigan tuzlar va gaz moddalar kiradi. Tuz bilan suv ta'sirlashishi, ya'ni gidroliz jarayoni sodir bo'lishi uchun mahsulot sifatida yuqorida keltirilgan kuchsiz elektrolitlardan hech bo'lmaganda biri hosil bo'lishi lozim. Shu nuqtayi nazardan tuzlarni 4 guruhga bo'lish mumkin:

1. *Kuchli asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar.* Bu tuzlarga NaCl, KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kabilarni misol keltirish mumkin. Kuchli asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi. Chunki, bu tuzlarning gidrolizi jarayonda (agar sodir bo'ladi deb faraz qilsak) kuchsiz elektrolit hosil bo'lmaydi. Suvli eritmaning muhiti neytral bo'ladi. pH=7.

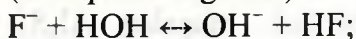
2. *Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar.* Bunday tuzlar gidrolizi natijasida kuchsiz kislota hosil bo'ladi. Masalan, NaF tuzining gidrolizini quyidagi tenglamalar asosida yoritish mumkin:



(molekulyar tenglama)



(to'liq ion tenglama)



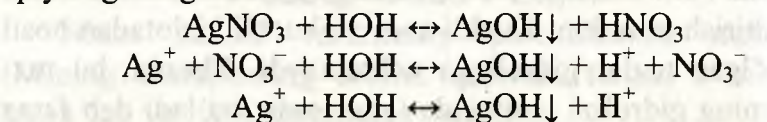
(qisqartirilgan ion tenglama)

Ko'rinib turibdiki, reaksiyaning har ikkala tomonida ham kuchsiz elektrolit mavjud. Chap tomonida H<sub>2</sub>O, o'ng tomonida esa HF. Reaksiya ikkala tomonga

yo'nalgan. Demak, kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi qaytar jarayon bo'lib, tuz qisman gidrolizlanadi. Gidroliz tuz anioni hisobiga bo'radi. Eritma muhiti  $\text{OH}^-$  ionlarning hosil bo'lishi hisobiga kuchsiz ishqoriy bo'ladi ( $\text{pH} > 7$ ).

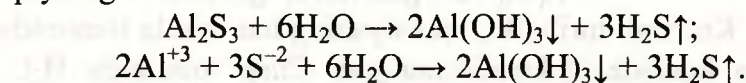
Bu guruh tuzlarining gidroliz reaksiyasini kuchaytirish uchun eritmaga kislota, suv, gidrolizlanganda kuchli kislota hosil qiluvchi tuzlar qo'shish lozim. Ishqor, ishqor hosil qiluvchi tuz yoki  $\text{NaF}$ ning qo'shilishi gidroliz reaksiyasini susaytiradi.

3. *Kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar.* Bunday tuzlar gidrolizi natijasida kuchsiz asos hosil bo'ladi. Masalan,  $\text{AgNO}_3$  tuzining gidrolizini quyidagi tenglamalar asosida ko'rish mumkin:



O'ng tomonga boradigan reaksiya kation hisobiga qisman sodir bo'ladi. Eritma muhiti  $\text{H}^+$  ionlari hisobiga kuchsiz kislotali ( $\text{pH} < 7$ ). Gidroliz reaksiyasini kuchaytirish uchun eritma haroratini ko'tarish, unga ishqor, ishqor hosil qiluvchi tuz, suv qo'shish zarur. Kislota, kislota hosil qiluvchi tuz yoki  $\text{AgNO}_3$  ning qo'shilishi gidroliz reaksiyasini susaytirib qo'yadi.

4. *Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar.* Bunday tuzlar gidrolizi natijasida hosil bo'ladigan asos ham, kislota ham kuchsizligi uchun gidroliz to'liq sodir bo'ladi. Masalan,  $\text{Al}_2\text{S}_3$  tuzining gidrolizi quyidagicha:





Eritmadan gaz modda  $H_2S$  ajralgani uchun ushbu gidroliz reaksiyasi qaytmasdir. O'ng tomonga boradigan reaksiya ham kation, ham anion hisobiga boradi. Eritma muhiti neytral ( $pH=7$ ).

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 1,47 g fosfat kislotani neytrallash uchun 1,2 g natriy ishqori sarflandi. Bunda qanday tuz hosil bo'lgan va uning massasi necha gramm?

A)  $Na_3PO_4$ , 2,3;      B)  $Na_2HPO_4$ , 2,67;

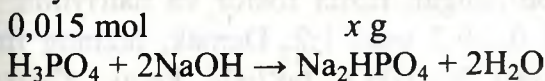
C)  $NaH_2PO_4$ , 2,49;      D)  $Na_2HPO_4$ , 2,13.

#### Yechish:

Ko'p kislotali asoslar va ko'p asosli kislotalar ishtirokidagi reaksiya mahsulotining tarkibi va massasi boshlang'ich moddalarning miqdoriy nisbatiga bog'liq bo'lgani uchun ikkala moddaning mol miqdorlarini hisoblaymiz:

$$n_{H_3PO_4} = \frac{1,47}{98} = 0,015 \text{ mol}; \quad n_{NaOH} = \frac{1,2}{40} = 0,03 \text{ mol}.$$

Kislota va asoslarning mol nisbati: 0,015:0,03 ya'ni 1:2 nisbatda. Demak, 1 mol kislota 2 mol asos bilan reaksiyaga kirishadi va hosil bo'lgan tuz tarkibida ikkita metall kationiga bitta kislota qoldig'i to'g'ri keladi. Endi reaksiya tenglamasi bo'yicha hosil bo'lgan tuz massasini hisoblaymiz:



1 mol                                      142 g

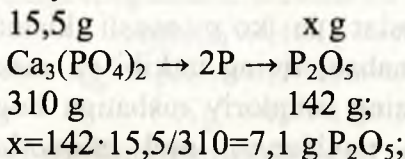
$x = 2,13 \text{ g}$ . **(D javob to'g'ri).**

**2-misol** 15,5 g kalsiy ortofosfatdan olingan fosfor kislorodda to'liq oksidlandi, oksidlanish mahsuloti konsentratsiyasi 0,8 mol/l bo'lgan natriy gidroksidning 250 ml eritmasida ( $\rho=1$  g/ml) eritildi. Qanday tuz hosil bo'lganligini va uning eritmadagi konsentratsiyasini (%) aniqlang.

- A) 5,52 natriy gidrofosfat;
- B) 5,37 natriy digidrofosfat;
- C) 0,56 natriy ortofosfat;
- D) 4,07 natriy digidrofosfat.

**Yechish.**

a) 15,5 g kalsiy ortofosfatdan olingan fosfor kislorodda to'liq oksidlanganda qancha  $P_2O_5$  hosil bo'lishini hisoblaymiz:



uning miqdori

$$n_{P_2O_5} = m_{P_2O_5} / M_{P_2O_5} = 7,1 / 142 = 0,05 \text{ mol};$$

Fosforgia nisbatan hisoblanganda bu miqdor

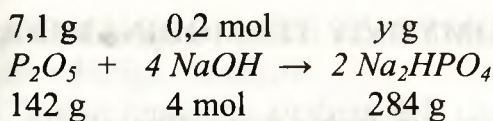
$$n_P = 2 n_{P_2O_5} = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ mol}.$$

b) reaksiyaga kirishuvchi natriy gidroksidning miqdorini hisoblaymiz:

$$n_{NaOH} = V_e \cdot C_{NaOH} = 0,250 \text{ l} \cdot 0,8 \text{ mol/l} = 0,2 \text{ mol};$$

$$n_{Na} = n_{NaOH} = 0,2 \text{ mol};$$

d) hosil bo'ladigan tuzda fosfor va natriyning miqdoriy nisbati 0,1:0,2 yoki 1:2. Demak, tuzning molekulyar formulasi  $Na_2HPO_4$  bo'lishi kerak. Reaksiya tenglamasini tuzib, tuzning massasini hisoblaymiz:



$$y = 284 \cdot 0,2 / 4 = 284 \cdot 7,1 / 142 = 14,2 \text{ g } Na_2HPO_4;$$

e) hosil bo'lgan eritmaning massasi  $NaOH$  eritmasining massasi ( $250 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g/ml} = 250 \text{ g}$ ) bilan unga qo'shilgan  $P_2O_5$  ning massasi yig'indisiga teng:

$$m_e = 250 + 7,1 = 257,1 \text{ g};$$

f)  $Na_2HPO_4$  eritmadagi massa ulushini hisoblaymiz:

$$\omega_{Na_2HPO_4} = \frac{m_{Na_2HPO_4}}{m_e} \cdot 100\% = \frac{14,2}{257,1} \cdot 100\% = 5,52\%.$$

**(A javob to'g'ri).**



## 8-BOB. KIMYOVIY TERMODINAMIKA

### 8.1. Kimyoviy jarayonlar termodinamikasi. Termodinamikaning birinchi qonuni

Kimyoviy reaksiyalar ko'pincha issiqlik yoki boshqa energiya turlarini yutish yoki chiqarish bilan sodir bo'ladi.

↓ Reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik *reaksiyaning issiqlik effekti* deyiladi.

Kimyoning reaksiya sodir bo'lishdagi energetik o'zgarishlarni o'rganuvchi qismi *kimyoviy termodinamika* deb ataladi.

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

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lganda reaksiyaga kirishuvchi moddalarning energiya zaxirasi o'zgaradi. Ekzotermik reaksiyalarda hosil bo'lgan moddalarning energiya zaxirasi boshlang'ich moddalarnikidan kam, endotermik reaksiyada esa, aksincha, ko'p bo'ladi. Kimyoviy birikma hosil bo'lishida qancha ko'p energiya ajralib chiqsa, bu mahsulotlar shuncha barqaror bo'lishi mumkin. Aksincha, endotermik reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar beqarorlik xususiyatga ega bo'lib, ular parchalanishi mumkin.

Reaksiyaning issiqlik effekti, ya'ni ajralib chiqayotgan yoki yutilayotgan issiqlik miqdori ko'rsatilgan kimyoviy tenglamalar *termokimyoviy tenglama* deyiladi. Bu tenglamalar massalar saqlash qonuni va energiyaning

saqlanish qonuni asosida tuziladi. Issiqlik miqdorining o'lchov birligi – Joul ( $J$ ).

Tashqi muhitdan ajralgan deb faraz qilingan modda yoki moddalar guruhi termodinamikada *sistema* nomi bilan yuritiladi.

**Termodinamikaning birinchi qonuni.** Bu qonunga muvofiq, alohida olingan sistemada *energiyaning umumiy miqdori o'zgarmaydi, energiya yo'qolib ketmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi*. Bu qonunni birinchi marta 1748-yilda M.V.Lomonosov bayon etgan edi. So'ngra 1842-yilda R.Meyer ta'rifladi. XIX asrning o'rtalarida mexanikaviy ishning issiqlikka va issiqlikning mexanikaviy ishga aylanishi ustida olib borilgan aniq tajribalar va ularning natijalari hamda undan keyingi tadqiqotlar mexanikaviy energiya issiqlikka aylanishi mumkinligini ko'rsatdi.

Gelmgolts 1847-yilda «energiyaning saqlanish prinsipi»ni umumiy tarzda ta'riflanadi. *Alohida olingan (izolyatsiyalangan) sistemaning umumiy energiyasi doim o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi. U yo'qdan bor bo'lmaydi va yo'qolib ham ketmaydi.*

Reaksiyaning o'zgarmas bosim (izobarik jarayon)dagi issiqlik effekti  $Q_p$  va o'zgarmas hajm (izoxorik jarayon)dagi issiqlik effekti  $Q_V$  tushunchalarini tasavvur qilish uchun termodinamikaning birinchi qonunidan foydalanamiz.

Termodinamikaning birinchi qonunining yana bir ta'rifi quyidagicha:

*Sistemaga berilgan issiqlik miqdori ( $Q$ ) uning ichki energiyasining o'zgarishi ( $\Delta U$ ) va sistemaning tashqi kuchlar ustidan bajargan ishi ( $A$ ) ga sarf bo'ladi:*

$$Q = \Delta U + A.$$

Sistemaning ichki energiyasi ( $U$ ) deganda moddaning umumiy energiya tutumini tushunish kerak. Sistemaning kinetik va potensial energiyasigina hisobga olinmaydi, demak sistemaning ichki energiyasi undagi molekullarning o'zaro tortilish va itarilish energiyasi, ilgari harakat energiyasi, aylanma harakat energiyasi, atomlarda elektronlarning aylanish energiyasi atom yadrosida bo'lgan energiya va hokazo energiyalar yig'indisiga teng. Ichki energiya sistema holatini tavsiflaydi. Sistemaning ichki energiyasi moddalarning xiliga, ularning miqdoriga, bosim, harorat va hajmiga bog'liq. Sistema ichki energiyasining mutlaq qiymatini o'lchab bo'lmaydi; masalan, kislorod yoki vodorod molekulasi ichki energiyasining umumiy miqdorini bilib bo'lmaydi, chunki modda har qancha o'zgarmasin u energiyasiz bo'la olmaydi. Shuning uchun amalda jismning holati o'zgargan vaqtda ichki energiyaning kamayishi yoki ko'payishigina aniqlanadi. Masalan, 2 hajm vodorod bilan 1 hajm kislorod aralashmasining ichki energiyasini  $U_1$  bilan ifodalaymiz. Aralashmani elektr uchquni yordamida reaksiyaga kiritib, suv bug'i hosil qilinsa, uning ichki energiyasini  $U_2$  bilan belgilaymiz. Sistemada ichki energiya  $U_1$  dan  $U_2$  ga o'zgarishi

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

bo'ladi.  $\Delta U$  – ichki energiyaning o'zgarishi, uning qiymati faqat  $U_1$  va  $U_2$  ga, ya'ni sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq, ammo sistema bir holatdan ikkinchi holatga qay usulda o'tganiga bog'liq emas.  $\Delta$  belgisi o'zgarish, farqni anglatadi.

Reaksiya jarayonida o'zgarmas tashqi bosim  $p$  ostida turgan  $V$  hajmli sistemaning hajmi  $\Delta V$  ga o'zgarsa sistemaning bajargan ishi



$$A = p \cdot \Delta V$$

bo'ladi.

Demak, bosim o'zgarish bo'lganda kimyoviy reaksiya natijasida boshlang'ich moddalardan (*sistemaning 1 holati*) reaksiya mahsulotlari (*sistemaning 2 holati*) hosil bo'lsa, reaksiyaning o'zgarish bosimdagi issiqlik effekti  $Q_p$  sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tgandagi *entalpiya o'zgarishi* deb ataladi va  $\Delta H$  bilan belgilanadi:

$$Q_p = \Delta U + p \cdot \Delta V \text{ yoki } \Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V.$$

Agar sistemadan issiqlik ajralib chiqsa (ekzotermik reaksiya,  $+Q_p$ ), sistemaning entalpiyasi kamayadi, uning o'zgarishi  $\Delta H$  esa manfiy qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun

$$Q_p = -\Delta H.$$

Hajm o'zgarish bo'lganda jarayon paytida sistema ish bajarmaydi, shu sababli sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini oshiradi.

$$Q_v = -\Delta U.$$

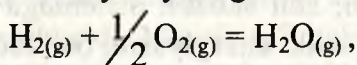
Issiqlik effektining qiymati termodinamika qoidalariga ko'ra ekzotermik reaksiyalarda ajralgan issiqlik miqdori musbat ( $+Q$ ), entalpiyaning o'zgarishi esa manfiy ( $-\Delta H$ ) qiymatga ega bo'lib, endotermik reaksiyalarda esa, uning teskarisi, ya'ni yutilgan issiqlik miqdori manfiy ( $-Q$ ), entalpiyaning o'zgarishi esa musbat ( $+\Delta H$ ) qiymat qabul qiladi.

Kimyoviy reaksiya tenglamalarida uning issiqlik effekti ko'rsatilsa, bunday reaksiyalar termokimyoviy tenglamalar deyiladi. Termokimyoviy tenglamalarni tuzishda moddalarning agregat holati ham ko'rsatilishi

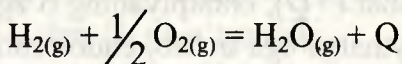
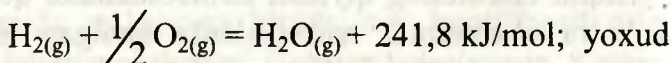
shart. Chunonchi, gaz holat (g), suyuq holat (s), kristall holat (k) yoki qattiq holat (q) bilan ko'rsatiladi.

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

Moddalarning hosil bo'lish issiqligi va entalpiyasi standart sharoitda (25°C yoki 298 K harorat va 101,325 kPa bosim) 1 mol modda uchun o'lchanadi. Masalan, bir mol gaz holatdagi suvning vodorod va kisloroddan hosil bo'lish entalpiyasi  $\Delta H_{f, H_2O(g)}^0 = -241,8 \text{ kJ/mol}$ . O'ng tomon yuqori burchakdagi «0» belgi termodinamik katta likning standart sharoitda o'lchanganligini bildiradi, pastki burchakdagi «f» harfi inglizcha formation – shakllanish, hosil bo'lish so'zidan olingan. Gaz holatdagi suvning vodorod va kisloroddan hosil bo'lish reaksiyasining termokimyoviy tenglamasi



$$\Delta H_{f, H_2O(g)}^0 = -241,8 \text{ kJ/mol}; \text{ yoki}$$



ko'rinishda yozilishi mumkin.

Oddiy moddalar ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  va hokazo) ning hosil bo'lish entalpiyasi nolga teng deb qabul qilingan. Moddalardan yoqilg'i sifatida foydalanishda uning yonish issiqligi katta ahamiyatga ega.

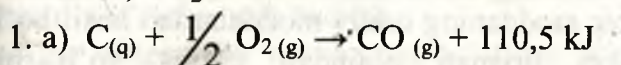
↓ 1 mol modda to'liq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori uning *yonish issiqligi* deyiladi.

## 8.2. Gess qonuni

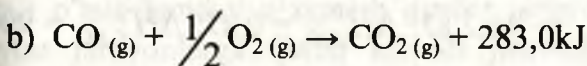
1840-yilda G.I.Gess tajriba asosida termokimyoning asosiy qonunini kashf etib, unga quyidagicha ta'rif berdi:

⬇️ Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonning qanday usulda olib borilishiga bog'liq bo'lmay, faqat reaksiyada ishtirok etayotgan dastlabki va oxirgi moddalarning holatiga bog'liq.

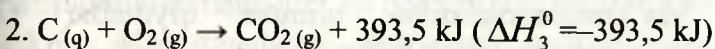
Masalan,  $\text{CO}_2$  ni ikki usulda olish mumkin:



$(\Delta H_1^0 = -110,5 \text{ kJ});$



$(\Delta H_2^0 = -283,0 \text{ kJ})$



Ko'rinib turibdiki, birinchi usulda 1 mol uglerodning ikki bosqichda yonish reaksiyalarining issiqlik effektlari yig'indisi ikkinchi usuldagi bir bosqichli reaksiya issiqlik effektiga teng ( $\Delta H_3^0 = \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0$ ). Demak, ayrim bosqichlarning issiqlik effektlari yig'indisi umumiy jarayonning issiqlik effektiga teng ekan.

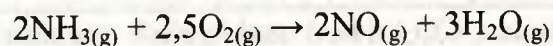
Gess qonunidan foydalanib kimyoviy reaksiyaning issiqlik effektini nazariy hisoblash mumkin. Buning uchun reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayirish kerak:

$$\Delta H_{r-ya} = \sum \Delta H_{f,mahs.} - \sum \Delta H_{f,dast.}$$



Bu yerda  $\Delta H_{r-ya}$  – reaksiyaning entalpiya o'zgarishi,  $\sum \Delta H_{mahs}$  – reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish entalpiya o'zgarishi yig'indisi,  $\sum \Delta H_{dast}$  – dastlabki moddalarning hosil bo'lish entalpiya o'zgarishi yig'indisi.

Misol uchun ammiakning yonish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Har bir moddaning oddiy moddalardan hosil bo'lish entalpiyalari qiymati oldindan tajriba yo'li bilan aniqlangan va ma'lumotnomalarga kiritilgan:

$$\Delta H_{f,NH_3}^0 = -46,2 \text{ kJ}; \Delta H_{f,O_2}^0 = 0 \text{ kJ}; \Delta H_{f,NO}^0 = 90,35 \text{ kJ}; \Delta H_{f,H_2O(\text{g})}^0 = -241,8 \text{ kJ}$$

Ma'lumotnomalardan olingan qiymatlar Gess qonuni tenglamasiga qo'yilsa,

$$\Delta H_{r-ya} = (2 \cdot \Delta H_{f,NO}^0 + 3 \cdot \Delta H_{f,H_2O(\text{g})}^0) - (2 \cdot \Delta H_{f,NH_3}^0 + 2,5 \cdot \Delta H_{f,O_2}^0);$$

$$\Delta H_{r-ya} = (2 \cdot 90,35 + 3 \cdot (-241,8)) - (2 \cdot (-46,2) + 2,5 \cdot 0) = -452,4 \text{ kJ}$$

$$Q_{r-ya} = +452,4 \text{ kJ}.$$

### 8.3. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya

Termodinamikaning birinchi qonuni termodinamik jarayonining energetik balansini tuzishga imkon beradi, ya'ni izolyatsiyalangan sistemada energiyaning umumiy zaxirasi o'zgarmas ekanligini ko'rsatadi. Lekin bu qonun energiyaning uzatilish yo'nalishi, termodinamik jarayonning sodir bo'lish ehtimolligi va qaysi tomonga yo'nalganligi haqida hech qanday ma'lumot bermaydi.

Tabiatda sodir bo'ladigan va ishlab chiqarishda amalga oshiriladigan jarayonlar, reaksiyalar faqat ma'lum yo'nalishdagina o'z-o'zicha ketishi mumkin. Birinchi qonun bu jarayonlarning teskari yo'nalishda ham bo'rishini taqiqlamasa-da, ular teskari yo'nalishda o'z-o'zicha bormaydi. Masalan, eritma o'z-o'zicha hosil bo'ladi, lekin tashkil etuvchi komponentlarga o'z-o'zicha ajralmaydi. Issiqlik energiyasi faqat issiq jismdan sovuq jisimga o'z-o'zicha o'tadi, suv yuqoridan pastga o'z-o'zicha oqib tushadi.

Agar sistema bir muvozanat holatidan ikkinchi holatga, va aksincha, uzluksiz oraliq muvozanat holatlari orqali o'tsa, bunday o'zgarish *qaytar jarayon* deyiladi. Qaytar jarayonlarga qattiq kristall jismning suyuqlanishini, suyuqliklarning bug'lanishini, kimyoviy birikmalarning dissotsilanishini va boshqalarni misol keltirish mumkin. Muvozanatdagi jarayonni qaytar jarayon deyish mumkin, shuningdek, har qanday qaytar jarayon muvozanatga keladi. Qaytar jarayonlar o'z-o'zicha sodir bo'lmaydi, ularni amalga oshirish uchun energiya sarflash kerak.

Qaytmas jarayonlar odatda, o'z-o'zicha va faqat bir yo'nalishda muvozanat holatiga yaqinlashadigan yo'nalishda boradi va bu muvozanat qaror topgach, jarayon to'xtaydi.

Qaytar va qaytmas jarayonlarni tavsiflash uchun termodinamikada *entropiya* tushunchasi qo'llaniladi. Entropiya – muvozanat holatida turgan har qanday sistemaning muhim holat funksiyasi bo'lib, sistema tarkibiy qismlarning harakatlanganlik (yoki tartibsizlik) darajasini ifodalovchi kattalikdir. Entropiyaning o'zgarishi quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{Q}{T}.$$

Bu erda  $Q$  harorat  $T$  da yutiladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik.

Agar jarayon o'zgaruvchan haroratda sodir bo'lsa entropiya o'zgarishini hisoblab topish uchun barcha haroratdagi  $\frac{Q}{T}$  larning yig'indisini olish kerak.

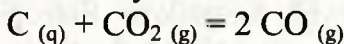
Entropiyaning fizik ma'nosi quyidagicha: *Entropiya moddada yuz berishi mumkin bo'lgan va uzluksiz o'zgarib turadigan holatlarni ifodalovchi muhim funksiyadir.* Moddaning ayni sharoitdagi holati juda ko'p turli-tuman mikroholatlar tufayli yuzaga chiqadi, chunki modda zarrachalari doimo to'xtovsiz murakkab harakatda bo'lib, bir mikroholatdan boshqa mikroholatga o'tib turadi.

Sistema mikroholatlari soni va entropiya orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

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

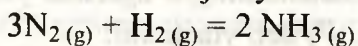
Bu formulada  $R$  universal gaz doimiysi,  $N$  – Avogadro soni,  $W$  – mikroholatlar soni. Sistemaning mikroholatlari soni qancha katta bo'lsa, uning tartibsizlik darajasi, ya'ni entropiyasi ham shunchalik katta bo'ladi. Entropiya qiymati  $J/mol \cdot K$  bilan o'lchanadi (bu erda  $K$  – haroratning Kelvin darajasi).

Modda qattiq holatdan suyuq yoki gaz holatga o'tganda uning entropiyasi ortadi, teskari jarayonlarda esa kamayadi. Shuningdek, kimyoviy jarayonlarda ham entropiya ortishi yoki kamayishi mumkin:





reaksiya sodir bo'lganda entropiya ortadi, chunki bunda bir mol qattiq grafit  $C_{(q)}$  (harakatlanganligi nisbatan past) va bir mol gazsimon  $CO_2(g)$  (harakatlanganligi yuqori) moddadan ikki mol gazsimon modda  $CO(g)$  (harakatlanganligi katta) hosil bo'lmoqda. Gazsimon azot va vodoroddan ammiak hosil bo'lish jarayonida



esa entropiya kamayadi, chunki harakatchan gaz molekulyari soni kamayadi. Bu sistemaning harakatlanganlik yoki tartibsizlik darajasining kamayishiga sabab bo'ladi.

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

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

2. Sistemaning tartibsizligi o'zining eng yuqori holatiga o'tishga intiladi. Bu jarayon haroratga va entropiya o'zgarishi  $\Delta S$  ga bog'liq.

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

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

Kimyoviy jarayon paytida bir vaqtning o'zida ham entalpiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda o'zgarmas bosim va o'zgarmas haroratda sodir bo'ladigan jarayonlarni harakatlantiruvchi kuch – izobar



izotermik potensialning o'zgarishi yoki Gibbs erkin energiyasi ( $\Delta G$ ) deyiladi:

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

O'zgarish hajm va o'zgarish haroratda sodir bo'ladigan jarayonlarni harakatlantiruvchi kuch – izoxor izotermik potensialning o'zgarishi yoki Gelmgolts erkin energiyasi ( $\Delta F$ ) deb yuritiladi:

$$\Delta F = \Delta U - T \cdot \Delta S.$$

Gess qonunidan foydalanib kimyoviy reaksiyaning entalpiya o'zgarishini hisoblash singari, barcha jarayonlarning Gibbs va Gelmgolts erkin energiyalarini, entropiya o'zgarishlarini hisoblash mumkin:

$$\Delta G^0 = \sum \Delta G^0_{\text{mahs.}} - \sum \Delta G^0_{\text{dast.modda}}$$

$$\Delta F^0 = \sum \Delta F^0_{\text{mahs.}} - \sum \Delta F^0_{\text{dast.modda}}$$

$$\Delta S^0 = \sum \Delta S^0_{\text{mahs.}} - \sum \Delta S^0_{\text{dast.modda}}$$

Bu yerda  $\Delta G^0$  va  $\Delta S^0$  – standart sharoitda o'lchangan izobar-izotermik potensial va entropiyaning o'zgarishi.

Berilgan kimyoviy jarayon uchun aniqlangan Gibbs yoki Gelmgolts erkin energiyasining qiymati tegishli sharoitda ayni reaksiyaning o'z-o'zicha sodir bo'lish imkoniyati va qaysi tomonga yo'nalganligini baholash imkonini beradi. Masalan:

$\Delta G < 0$  bo'lsa, jarayon o'z-o'zicha sodir bo'ladi.

$\Delta G > 0$  bo'lsa, jarayon ayni sharoitda o'z-o'zicha sodir bo'lmaydi.

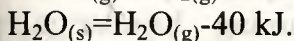
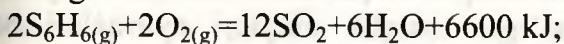
$\Delta G = 0$  bo'lsa, reaksiyon sistemaning muvozanat holatda turganligini bildiradi.

Kimyoviy muvozanatda turgan reaksiyon sistemaning muvozanat konstantasi ( $K$ ) va Gibbs erkin energiyasi orasidagi bog'liqlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Delta G^0 = -R \cdot T \cdot \ln K \quad \text{yoki} \quad \Delta G^0 = -2,303 \cdot R \cdot T \cdot \lg K.$$

## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Reaksiyaning issiqlik effekti tenglamasi asosida 35,1 g benzolning to'la yonishidan hosil bo'lgan issiqlik hisobiga necha gramm qaynash haroratida turgan suvni bug'latish mumkin?



A) 1485; B) 37,12; C) 18; D) 668,25.

**Yechish:**

a) Reaksiya tenglamasiga muvofiq, benzol to'liq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

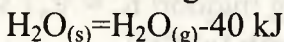


156 g benzol yonganda 6600 kJ issiqlik ajralib chiqsa,

35,1 g benzol yonganda  $x$  kJ issiqlik ajralib chiqadi.

$x = 1485$  kJ;

b) suvning bug'lanish issiqligidan foydalanib, qancha suv bug'lanishi mumkinligini hisoblaymiz:

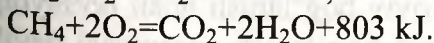


18 g suv bug'ga aylanishi uchun 40 kJ issiqlik zarur,

$x$  g suv bug'ga aylanishi uchun 1485 kJ issiqlik zarur.

$x = 668,25$  g (**D javob to'g'ri**).

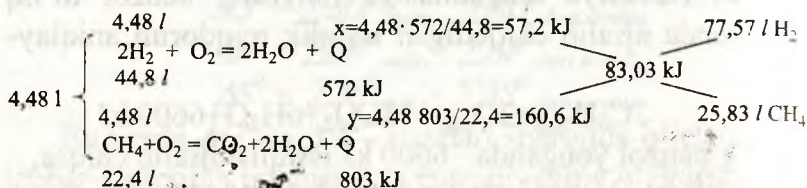
**2-misol.** Vodород va metandan iborat 4,48 l (n.sh.da) aralashma yondirilganda 83,03 kJ issiqlik ajralgan. Termokimyoviy tenglamalar asosida aralashmadagi metanning miqdorini (mol) hisoblang.



A) 0,15; B) 0,01; C) 0,11; D) 0,05.

### Yechish:

a) Ushbu testning javobini tezkor ravishda topish uchun ikki komponentli aralashmalar tarkibini aniqlashning diagonal usulidan foydalanish qulay. Buning uchun berilgan gazlar aralashmasini shartli ravishda faqat 4,48 l vodoroddan yoki faqat 4,48 l metandan iborat deb faraz qilgan holda, qanchadan issiqlik ajralishini hisoblaymiz. Kelib chiqqan issiqlik miqdorlari va aralashma yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdori ayirmalari boshlang'ich aralashmadagi gazlarning hajmlariga proporsional bo'ladi. Shu tarzda metanning aralashmadagi hajmini topamiz. Bu usulning sxemasi quyidagicha:



$77,57 + 25,83 = 103,4$  l aralashmaning  $25,83$  l CH<sub>4</sub>,  
4,48 l aralashmaning  $x$  l hajmi CH<sub>4</sub> ga to'g'ri keladi.  
 $x = 1,12$  l.

b) metanning miqdori  $n_x = V_x / V_m = 1,12 / 22,4 = 0,05$  mol. (D javob to'g'ri).

**3-misol.** Quyidagi termokimyoviy tenglama asosida 10 ta metan molekulasini hosil bo'lishidagi bog'lanish energiyasining qiymatini (J) toping:



A)  $6,02 \cdot 10^{-23}$ ; B)  $2,75 \cdot 10^{-20}$ ;

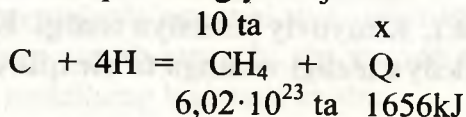
C)  $1,82 \cdot 10^{-21}$ ; D)  $2,75 \cdot 10^{-17}$ .

### Yechish:

a) Bu yerda kimyoviy bog'lanish hosil bo'layotgani uchun ajralgan energiya bog'lanish energiyasi deyiladi.



Termokimyoviy tenglamadan ma'lum bo'lishicha, bir mol, ya'ni  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona metan molekulasining hosil bo'lishida 1656 kJ issiqlik energiyasi ajraladi:



$$x = 10 \cdot 1656 / 6,02 \cdot 10^{23} = 2,75 \cdot 10^{-20} \text{ kJ} = 2,75 \cdot 10^{-17} \text{ J.}$$

**(D javob to'g'ri).**

## 9-BOB. KIMYOVIY KINETIKA

### 9.1. Kimyoviy reaksiya tezligi. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir qiluvchi omillar

Kimyoviy reaksiyalar turli xil tezlikda sodir bo'ladi. Ulardan ba'zilari sekundning mingdan bir ulushida sodir bo'lsa, ayrimlari kun, oylar va yillar davomida amalga oshadi.

Shunday reaksiyalar ham ma'lumki, ular tezligi sharoitga qarab keskin o'zgaradi, masalan, yuqori haroratda tez, sovuqda sekin boradi.

✚ Tashqi muhitdan ajratilgan reaksiyaga kirishuvchi moddalar va mahsulotlar birgalikda *reaksion sistemani* tashkil qiladi.

Gomogen va geterogen sistemalar farqlanadi.

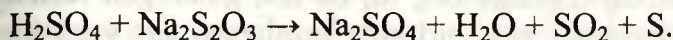
✚ Bir xil fazadan tashkil topgan sistema *gomogen*, har xil fazadan tashkil topgan sistema *geterogen sistema* deb ataladi.

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlari bilan ajralib turuvchi qismiga faza deyiladi. Gomogen sistemaga gazlar aralashmasi, chin eritmalar, metallarning qotishmasini, geterogen sistemalariga esa, dag'al dispers sistemalar, ko'p jinsli aralashmalar misol bo'ladi.

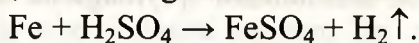
Gomogen va geterogen sistemada boradigan reaksiyalar bir-birlaridan farq qiladi.

Gomogen reaksiyada jarayon sistemaning butun hajmi bo'yicha amalga oshadi. Masalan, sulfat kislotaga natriy tiosulfat eritmasi aralashdirilsa, butun hajmi

bo'yicha oltingugurt hosil bo'lib, eritmaning loyqalanishi kuzatiladi:



Geterogen sistemalarda esa, reaksiya sistemani tashkil etuvchi fazalarni ajratib turuvchi sirt yuzada amalga oshadi. Masalan, metallning kislotada erishi:



Bu reaksiya faqat metall sirtida sodir bo'ladi, chunki reaksiyaga kirishuvchi ikkala modda molekulari shu sirt yuzada bir-biri bilan to'qnashadi.

Gomogen reaksiya tezligi geterogen reaksiya tezligidan farq qiladi va ular har xil aniqlanadi. Gomogen reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan yoki hosil bo'layotgan moddalardan birortasining konsentratsiyasini vaqt birligida o'zgarishi bilan aniqlanadi.

$$v_{\text{gomogen}} = \mp \frac{\Delta C}{\Delta \tau} = \mp \frac{C_2 - C_1}{\tau_2 - \tau_1}.$$

Bu yerda  $\Delta C$  – reaksiyaga kirishayotgan yoki hosil bo'layotgan modda konsentratsiyasining o'zgarishi. Agar o'lchanayotgan konsentratsiya reaksiyaga kirishayotgan moddaniki bo'lsa, modda reaksiya davomida sarflangani uchun konsentratsiyasining o'zgarishi manfiy bo'ladi. Tezlikning qiymati manfiy bo'lmasligi uchun formulada «-» ishorasi qo'llaniladi.  $C_1$  va  $C_2$  – mos ra-vishda  $\tau_1$  va  $\tau_2$  vaqtlarda o'lchangan molyar konsentratsiyalar.

Molyar konsentratsiya  $C=n/V_e$  ekanligi hisobga olinsa, reaksiyaning o'rtacha tezlik formulasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$v_{\text{gomogen}} = \frac{\Delta n}{V_e \cdot \Delta \tau}.$$



Demak, gomogen reaksiyaning tezligi reaksiya sistemaning hajmiga bog'liq bo'lsa, geterogen reaksiyaning tezligi esa, vaqt birligida fazalararo sirt yuzaga bir-ligida amalga oshuvchi molekulalarning faol o'zaro to'qnashuvlar soniga bog'liq. U holda geterogen reaksiyaning tezlik formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v_{\text{geterogen}} = \frac{\Delta n}{S \cdot \Delta \tau},$$

Bu yerda  $\Delta n$  – modda miqdorining o'zgarishi (mol);  
 $S$  – fazalararo sirt yuzasi ( $\text{sm}^2$ ).

⬇ Reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga, konsentratsiyasiga, haroratga, bosimga, fazalararo sirt yuzasiga, katalizatorga bog'liqdir.

**Reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining reaksiya tezligiga ta'siri.** Reaksiya tezligi moddaning ichki tuzilishiga bog'liqdir. Odatda, qutbsiz molekulali moddalar orasida reaksiya sekin boradi, oson qutblanuvchi va qutbli molekulalar reaksiyaga tezroq kirishadi. Ayniqsa, ion bog'lanishli moddalar suvdagi eritmalarda o'zaro tez ta'sirlashadi.

## 9.2. Reaksiya tezligiga konsentratsiya ta'siri. Massalar ta'siri qonuni

Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq. Moddalar konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, hajm birligida shuncha ko'p molekula bo'ladi va ular o'rtasidagi faol o'zaro to'qnashuvlar ehtimolligi ortadi. Natijada reaksiya shun-

cha tezlashadi. Vaqt o'tishi bilan kimyoviy reaksiya tezligi kamayadi. Chunki reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi kamayib, ularning to'qnashishlar soni kamayadi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi bilan reaksiya tezligi orasidagi bog'lanish massalar ta'siri qonunida o'z ifodasini topgan. Bu qonun 1867-yilda norvegiyalik olimlar K.Guldberg va P.Vaage tomonidan ochilgan.

Massalar ta'siri qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

⬇ *Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.*

Masalan:



reaksiya uchun massalar ta'siri qonuni

$$v = k [A] \cdot [B]$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda,  $v$  – reaksiya tezligi;  $[A]$  va  $[B]$  – moddalarning muayyan vaqtda o'lchangan konsentratsiyasi;  $k$  – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib reaksiyaning tezlik konstantasi deb ataladi.

Agar  $[A] = [B] = 1 \text{ mol/l}$  bo'lsa,  $v = k$  bo'ladi.

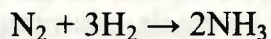
Demak, kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi  $k$  – reaksiyaga kirishuvchi har qaysi moddaning konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lgan holdagi reaksiya tezligiga son jihatdan tengdir.

Agar reagentlarning stexiometrik koeffitsiyentlari birdan farq qilsa, masalan:  $aA + bB \rightarrow cC$  umumiy reaksiya uchun massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi quyidagicha:



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

Misol:

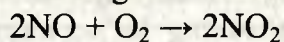


reaksiyasi uchun

$$v = k [N_2] \cdot [H_2]^3$$

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

**Misol:** Quyidagi reaksiyada NO ning konsentratsiyasi 3 barobar oshirilganda reaksiya tezligi necha barobar o'zgaradi?



**Yechish:**

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq ikkala holat uchun reaksiya tezligi ifodasini keltirib chiqaramiz:

$$v_1 = k [NO]^2 \cdot [O_2] \text{ va } v_2 = k (3[NO])^2 \cdot [O_2]$$

ikkala holatda tezlik o'zgarishi esa

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k3^2[NO]^2 \cdot [O_2]}{k[NO]^2 \cdot [O_2]} = 3^2 = 9$$

Demak, reaksiya tezligi 9 marta ortadi.

$aA + bB \rightarrow cC$  reaksiya uchun konsentratsiyaning o'zgarishi hisobiga tezlikning o'zgarishini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{C_{2,A}}{C_{1,A}} \right)^a \left( \frac{C_{2,B}}{C_{1,B}} \right)^b$$

bu yerda  $C_{1,A}$ ,  $C_{2,A}$ ,  $C_{1,B}$  va  $C_{2,B}$  — A va B moddalarning  $\tau_1$  va  $\tau_2$  vaqtlarda o'lgan molyar konsentratsiyalari.

## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Reaksiya boshlanmasdan oldin moddaning konsentratsiyasi 1,6 mol/l bo'lib, 5 daqiqadan so'ng uning konsentratsiyasi 0,2 mol/l ga teng bo'ldi. Reaksiyaning tezligini (mol/l·s) aniqlang.

A)  $2,8 \cdot 10^{-2}$ ; B)  $1,4 \cdot 10^{-2}$ ; C)  $7 \cdot 10^{-3}$ ; D)  $4,7 \cdot 10^{-3}$ .

**Yechish:**

Bu savolda tezlikni hisoblash uchun berilgan konsentratsiyalar reaksiyada sarflanayotgan moddaga tegishli. Shu sababli kimyoviy reaksiyaning o'rtacha tezligini hisoblash formulasi vinus ishorasini qo'llaymiz:

$$v = -\frac{C_2 - C_1}{\Delta \tau} = -\frac{0,2 - 1,6}{5 \text{ min} \cdot 60} = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

**(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** Hajmi 2 l bo'lgan idishda 4,5 mol modda miqdori 20 sekund o'tgandan so'ng 2,5 molgacha kamaygan bo'lsa, reaksiya tezligi (mol·l<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>) qanchaga teng bo'ladi?

A) 0,10; B) 0,20; C) 0,05; D) 0,50.

**Yechish:**

Mol miqdor o'zgarishi  $\Delta n = 4,5 - 2,5 = 2 \text{ mol}$  ga teng bo'lsa, uni idish hajmiga bo'linsa, konsentratsiya o'zgarishi kelib chiqadi va undan reaksiya tezligini hisoblash mumkin:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot \tau} = \frac{2}{2 \cdot 20} = 0,05 \text{ mol/l} \cdot \text{s} \text{ (D javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Agar reaksiyaning o'rtacha tezligi 0,2 mol/l·sek bo'lganda, boshlang'ich moddalardan birining

konsentratsiyasi 1 mol/l ga kamaysa, reaksiya qancha vaqt (s) davom etgan bo'ladi?

A) 2; B) 8; C) 5; D) 10.

**Yechish:**

$v = \frac{\Delta C}{\tau}$  formuladan reaksiya uchun sarflangan

vaqtni hisoblaymiz:

$$\tau = \frac{\Delta C}{v} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ sek (C javob to'g'ri).}$$

**4-misol.** Tenglamasi  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  bo'lgan reaksiya boshlangandan 110 s vaqt o'tganda, is gazining konsentratsiyasi 0,27 mol/l bo'lgan, shundan keyin yana 3 min 15 s o'tgandan keyin esa 0,34 mol/l bo'lgan. Shu reaksiyaning o'rtacha tezligini hisoblang.

A)  $0,147 \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ ;      B)  $0,067 \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ ;

C)  $0,0017 \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ ;      D)  $0,2 \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ .

**Yechish:**

Demak, avval 110 sekund, so'ngra 3 min 15 sekund vaqt o'tgan. Jami bo'lib

$$\tau = \frac{110}{60} + 3 \text{ min } 15 \text{ sek} = 5 \text{ min } 5 \text{ sek (305 sek) vaqt}$$

o'tgan. Konsentratsiya esa 0,34 (0 → 0,27 → 0,34) mol/l-s ga o'zgargan. O'rtacha reaksiya tezligi:

$$v = \frac{\Delta C}{\tau} = \frac{0,34}{305 \text{ sek}} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek} \cdot 60 = 0,067 \text{ mol/l} \cdot \text{min}$$

**(B javob to'g'ri).**

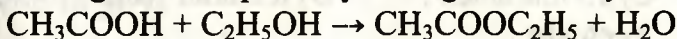


**5-misol.** Sirka kislota bilan etil spirt orasidagi eterifikatsiya reaksiyasi tezligi konstantasi  $1,3 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  bo'lsa, boshlang'ich moddalar konsentratsiyasi  $0,4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  dan bo'lganda reaksiya tezligini hisoblang.

A) 0,2; B) 0,25; C) 0,29; D) 0,36.

**Yechish:**

Formulaga muvofiq reaksiya tezligini hisoblaymiz:



$$v = k \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 1,3 \cdot 0,4 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ mol/l} \cdot \text{min}.$$

(A javob to'g'ri).

**6-misol.** Vodorod konsentratsiyasi 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.

**Yechish:**

Formulaga muvofiq hisoblaymiz:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{C_{2,\text{H}_2}}{C_{1,\text{H}_2}} \right)^a \cdot \left( \frac{C_{2,\text{O}_2}}{C_{1,\text{O}_2}} \right)^b = \left( \frac{3}{1} \right)^2 \cdot \left( \frac{1}{1} \right) = 3^2 \cdot 1 = 9$$

marta ortadi (D javob to'g'ri).

**7-misol.** Tenglamasi  $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$  bo'lgan reaksiya tezligi  $C_{\text{A}} = 0,5$  va  $C_{\text{B}} = 0,6 \text{ mol/l}$  bo'lganda  $0,018 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ga teng ekanligi aniqlangan bo'lsa, reaksiyaning tezlik konstantasini toping.

A) 0,20; B) 0,15; C) 0,1; D) 0,25; E) 0,05

**Yechish:**

$v = k \cdot [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b$  formuladan tezlik konstantasini aniqlaymiz:

$$k = \frac{v}{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b} = \frac{0,018}{0,5 \cdot 0,6^2} = 0,1.$$

(C javob to'g'ri).

**8-misol.** Ikkita bir xil hajmli idishda borayotgan har xil reaksiya natijasida vodorod ajralib chiqdi, ularning birida bir minutda 2,24 l (n.sh.da), ikkinchisida esa 2 g vodorod ajralgan. Ikkinchi reaksiya tezligi birinчисiga nisbatan qanday farq qilishini aniqlang.

- A) 10 marta tez;                      B) 5 marta sekin;  
 C) 15 marta tez;                      D) tezliklar teng.

**Yechish:**

a) Ajralgan vodorodlarning miqdorlarini hisoblaymiz:

$$n_1 = V_1/V_M = 2,24 \text{ l} / 22,4 \text{ l/mol} = 0,1 \text{ mol};$$

$$n_2 = m_2/M_{H_2} = 2 \text{ g} / 2 \text{ g/mol} = 1 \text{ mol};$$

b) birinchi va ikkinchi reaksiyalarning tezliklari mos ravishda:

$$v_1 = \frac{n_1}{V \cdot \tau}; \quad v_2 = \frac{n_2}{V \cdot \tau}.$$

Hajm va vaqt ikkala reaksiyada bir xil bo'lganligi uchun bu tezliklarning nisbati:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ marta. Demak, ikkinchi reaksiya}$$

tezligi birinchi reaksiya tezligidan 10 marta tez.

**(A javob to'g'ri).**

**9-misol.** Qaysi javobda  $C + O_2 \leftrightarrow CO_2$  to'g'ri reaksiyaning tezlik tenglamasi to'g'ri ifodalangan?

- A)  $V = k[O_2]$ ;                      B)  $V = k[C]^2[O_2]$ ;  
 C)  $V = [C]^2[O_2]^2$ ;                      D)  $V = k[O]^2$ .

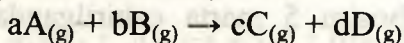
**Yechish:**

Savolning javobini topish uchun berilgan reaksiyaning gomogen yoki geterogen reaksiya ekanligiga e'tibor qaratish zarur. Uglerod qattiq modda, kislorod

esa gazsimon. Demak, berilgan reaksiya geterogen. Geterogen reaksiyalarda reaksiya tezligi molekulari tezroq harakatlanuvchi modda konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli  $C_{(q)} + O_{2(g)} \leftrightarrow CO_{2(g)}$  reaksiyaning tezlik tenglamasi faqat kislorodning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib  $V = k \cdot [O_2]$  tenglama bilan ifodalanadi. (A javob to'g'ri).

### 9.3. Reaksiya tezligiga sistema bosimining ta'siri

Kimyoviy reaksiyalarda gaz moddalar ishtirok etadigan hollarda jarayonning tezligiga bosimning o'zgarishi katta ta'sir ko'rsatadi. Bosimning oshirilishi reaksiyaga kirishuvchi barcha gazlarning konsentratsiyasini ortishiga olib keladi. Shu sababli reaksiya tezligi ham o'zgaradi. Masalan,



reaksiya tezligiga sistema bosimining ta'sirini quyidagicha hisoblash mumkin.

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{a+b}$$

Bu yerda  $P_1$  va  $P_2$  – gazsimon reaksiya sistemaning avvalgi va keyingi bosimlari;  $v_1$  va  $v_2$  – shu holatlardagi reaksiya tezliklari.

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun zarrachalar (molekulalar, atomlar, ionlar) o'zaro to'qnashishi kerak. Ammo, har qanday o'zaro to'qnashuv reaksiya mahsulotini hosil bo'lishiga olib kelmaydi. Reaksiya amalga oshishi uchun o'zaro to'qnashuvchi zarrachalarning energiyalari yetarlicha yuqori bo'lishi shart.



Bunday energiyali o'zaro to'qnashuvchi zarrachalar faollangan zarrachalar (faollangan kompleks) deyiladi.

➔ Reaksiya amalga oshirishi uchun energiyasi yetarlicha bo'lmagan zarrachalarni faol holatga o'tkazish uchun sarflangan energiya *faollanish energiyasi* deyiladi.

Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyada ishtirok etayotgan qattiq moddalarning sirt yuzasiga, ya'ni maydalanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Agar reaksiyaga kirishuvchi qattiq moddaning sirt yuzasi qanchalik katta, maydalanish darajasi yuqori bo'lsa, reaksiya tez; aksincha bo'lsa, sekin boradi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Gomogen gazlar orasidagi  $A_2+B_2 \rightarrow 2AB$  reaksiyada bosim 5 marta oshirilganda, ushbu yopiq idishdagi reaksiya tezligi necha marta o'zgaradi?

A) 25; B) 50; C) 100; D) 125

**Yechish:**

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{a+b} \text{ formulaga muvofiq reaksiya tezligi:}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{5}{1}\right)^{1+1} = 5^{1+1} = 25 \text{ marta ortadi}$$

**(A javob to'g'ri).**

**2-misol.** Azot (IV) oksidning hosil bo'lishi 1000 marta tezlashishi uchun azot (II) oksid bilan kislorod orasida boradigan reaksiyaning bosimini necha marta oshirish kerak?

A) 6; B) 15; C) 8; D) 10.

**Yechish:**

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$  reaksiya uchun  $P_1=1$  deb qabul qilsak, reaksiya tezligining o'zgarishi formulasidan bosimning o'zgarishini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{a+b} = \left(\frac{P_2}{1}\right)^{2+1} = P_2^3 = 1000;$$

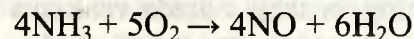
$$P_2 = \sqrt[3]{1000} = 10. \text{ Bosimni 10 marta oshirish zarur}$$

**(D javob to'g'ri).**

**3-misol.** Quyidagi reaksiyada  $NH_3+O_2 \rightarrow NO+H_2O$  hajm ikki marta kamaytirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

A) 20 marta oshadi; B) 32 marta kamayadi;  
C) 243 marta oshadi; D) 512 marta oshadi.

**Yechish:**



Hajm kamaytirilsa, sistemaning bosimi ortadi. Demak, reaksiya tezligi

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{a+b} = \left(\frac{2}{1}\right)^{4+5} = 2^{4+5} = 512 \text{ marta tezlashadi}$$

**(D javob to'g'ri).**

**4-misol.**  $NH_{3(g)}+HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(k)}$  reaksiya tezligi reaksiyon hajm 2 marta kamayganda qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi;  
B) 2 marta tezlashadi;  
C) 2 marta sekinlashadi;  
D) 4 marta ortadi.

**Yechish:**

Reksion sistemaning hajmi kamaytirilganda komponentlarning molyar konsentratsiyalari ortadi, chunki konsentratsiya hajmga teskari proporsional:  $C=n/V$ . Shuning uchun bu yerda hajm 2 marta kamaytirilganda reaksiyaga kirishuvchi gazlar  $NH_3$  va  $HCl$  konsentratsiyalari 2 martadan ortadi. Reaksiya tezligi o'zgarishini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{C_{2,NH_3}}{C_{1,NH_3}} \right) \cdot \left( \frac{C_{2,HCl}}{C_{1,HCl}} \right) = \left( \frac{2}{1} \right) \cdot \left( \frac{2}{1} \right) = 2 \cdot 2 = 4.$$

(D javob to'g'ri).

#### 9.4. Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri. Vant-Goff qoidasi.

Haroratning ortishi, odatda reaksiya tezligining ortishiga sabab bo'ladi. Reaksiya tezligining haroratga miqdoriy bog'liqligi Vant-Goff qoidasi bilan aniqlanadi:

↓ *Harorat har  $10^{\circ}C$  ga ko'tarilganda reaksiya tezligi  $\gamma$  marta ortadi.*

Ko'pchilik reaksiyalarda  $\gamma$  ning qiymati 2 va 4 oralig'ida ekanligini birinchi bo'lib Vant-Goff aniqlagan. Ammo, ba'zi reaksiyalarda  $\gamma$  ning qiymati ko'rsatilgan chegaradan tashqarida ham bo'lishi mumkin. Shunday qilib,  $\gamma$  – reaksiya tezligining harorat koefitsiyenti bo'lib, harorat  $10^{\circ}C$  ko'tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi sonidir.

Vant-Goff qoidasining matematik ifodasi quyidagicha:



$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Bunda  $v_2$  – harorat  $t_2$  gacha ko‘tarilgan holatdagi reaksiya tezligi;  $v_1$  – reaksiyaning  $t_1$  haroratdagi tezligi.

**Misol:** Agar reaksiyaning harorat koeffitsiyenti 4 ga teng bo‘lsa, harorat  $10^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$  ga ko‘tarilganda reaksiya tezligi qanday ortadi?

Bu misolni qulay usulda yechish uchun Vant-Goff formulasidagi  $v_1$  ni chap tomonga o‘tkazamiz va qiymatlarni o‘rniga qo‘yamiz:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 4^{\frac{50 - 10}{10}} = 4^4 = 256$$

Demak, harorat  $10^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$  ga ko‘tarilganda reaksiya tezligi 256 marta ortadi.

## 9.5. Reaksiya tezligiga katalizatorning ta’siri.

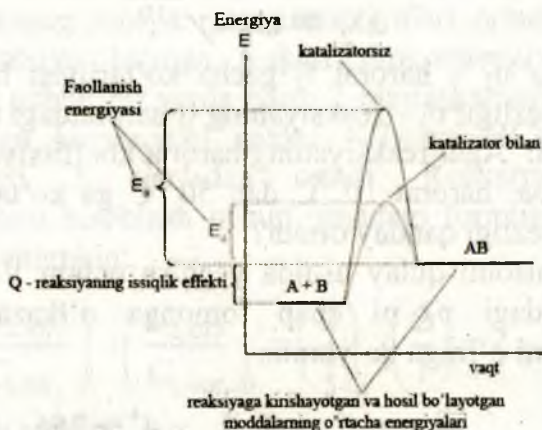
### Katalitik jarayonlar.

Kimyoviy reaksiya tezligi jarayonda katalizatorning ishtirok etish-etmasligiga ham bog‘liq.

✦ Kimyoviy reaksiyalar tezligini o‘zgartirib reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar *katalizator* deyiladi.

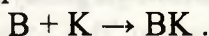
Katalizator ishtirokida kimyoviy reaksiyaning faollanish energiyasi odatda pasayadi. Masalan,  $A + B \rightarrow AB$  reaksiyasi katalizatorsiz olib borilganda A va B modda molekularini faollashtirish uchun nisbatan katta energiya talab etiladigan bo‘lsa, ya’ni, ularning faollashtirish energiyasi  $E_a$  qiymati katta (9.1.-rasm).



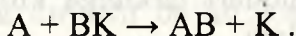


9.1.-rasm. Faollanish energiyasi qiymatiga katalizatorning ta'siri.

Agar sistemaga katalizator qo'shilsa B modda molekulari katalizator K molekulari bilan to'qnashib, oraliq kompleks hosil qiladi:



Hosil bo'lgan oraliq mahsulot BK molekulari A modda molekulari bilan to'qnashganda reaksiya mahsuloti AB hosil bo'lib, katalizator K esa ajralib qoladi:



Jarayondan ajralib chiqqan katalizator K molekulari reaksiyaga kirishuvchi A va B modda molekularini o'zaro birlashtirishda davom etaveradi, lekin katalizatorning reaksiyon sistemadagi miqdori o'zgarishsiz qoladi. Demak, katalizator kimyoviy jarayonda ishtirok etadi, ammo sarflanmaydi.

Agar katalizator ishtirokidagi jarayonlar faollanish energiyasi  $E_{a,Kat}$  katalizatsiz jarayon faollanish ener-

giyasi  $E_a$  dan kichik bo'lsa (9.1.-rasm) Arrenius tenglamasiga muvofiq reaksiya tezligi konstantasi  $k$  kattalashadi va reaksiya tezlashadi:

$$k = Z \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Bu formulada  $Z$  reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga bog'liq bo'lgan konstanta;  $e$  – natural logarifmning asosi ( $e=2,7183$ );  $R$  – universal gaz doimiysi ( $R=8,3144 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ );  $T$  – harorat (K).

Shunday qilib, katalizator moddalarning faollanish energiyalarini kamaytirish hisobiga reaksiya tezligini oshiradi.

Ko'pchilik katalizatorlar reaksiyasining tezligini minglab marta oshiradi. Lekin, shunday katalizatorlar ham borki, ular kimyoviy reaksiya tezligini pasaytiradi. Kimyoviy reaksiya tezligini oshiradigan moddalar musbat katalizatorlar, reaksiya tezligini pasaytiradigan moddalar esa manfiy katalizatorlar yoki *ingibitorlar* deyiladi.

Qaytar jarayonlarda katalizatorlar to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini bir xil darajada o'zgartiradi. Demak, kimyoviy muvozanat konstantasi qiymatini o'zgartirmagani holda muvozanatning qaror topishini tezlashtiradi.

Reaksiya tezligining katalizatorlar ta'sirida o'zgarishi *kataliz* deyiladi.

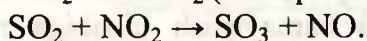
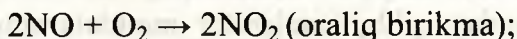
## 9.6. Gomogen va geterogen kataliz. Adsorbsiya

Barcha katalitik jarayonlar gomogen va geterogen katalizga bo'linadi. Gomogen katalizda reaksiyaga kiri-

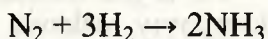
shadigan moddalar ham, katalizator ham bir xil agregat holatida bo'ladi.

Gomogen katalizda katalizatorning reaksiya tezligiga ta'sirining mohiyati shundan iboratki, reaksiyaga kirishuvchi modda bilan katalizator orasida oraliq birikma hosil bo'ladi.

Masalan, nitroza usuli bo'yicha  $H_2SO_4$  ishlab chiqarishda  $SO_2$  ni  $SO_3$  ga aylantirish uchun NO katalizator sifatida ishlatiladi.



Geterogen reaksiyada, reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator har xil agregat holatida bo'ladi. Masalan, ammiak sintezi



reaksiyasining tezligi temir katalizatori ishtirokida tezlashadi. Bunda reaksiyaga kirishuvchi moddalar gaz holatda, katalizator esa qattiq agregat holatida.

Geterogen katalizda o'zaro ta'sir etuvchi moddalar katalizator sirtida reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekulari kataliz boshlanishidan oldin katalizator sirtining alohida nuqtalariga shimiladi (adsorbilanadi).

Katalizatorning *faol markazlari* deb ataladigan bu nuqtalarda adsorbilangan molekular o'zgarishga uchrab, ularning reaksiyon qobiliyati ortadi, natijada mahsulot hosil bo'lishi tezlashadi.

↓ Suyuq va qattiq moddalar yuzasiga boshqa moddalarning shimilishi *adsorbsiya* deyiladi.



Gaz, suyuqlik va erigan moddalar adsorbilana oladi. Adsorbovchi modda *adsorbent* deb ataladi. Qattiq moddalar eng yaxshi adsorbentlardir.

Katalizatorlar sirtiga shimilib, uning faolligini pasaytiruvchi moddalar *katalitik zaharlar* deyiladi. Qattiq katalizatorlar oson zaharlanadi. Masalan, Pt li katalizatorni As va Se zaharlaydi.

Katalitik jarayonlarda shunday moddalar ham ishtirok etadiki, ular katalizatorni faollashtiradi. Katalizator faolligini oshiradigan bunday moddalar *promotorlar* deyiladi. Masalan: Ammiak sintezida Fe katalizatorga ishqoriy metallar yoki Al oksid qo'shish bilan katalizator faolligi oshiriladi.

Kataliz hodisasi ko'pgina kimyoviy, biokimyoviy jarayonlarda muhim o'rin tutadi. Hayvon va o'simlik organizmlaridagi biologik jarayonlar biokatalizatorlar, ya'ni *fermentlar* ishtirokida sodir bo'ladi.

Katalizatorlar kimyo sanoatida keng maqsadlarda foydalaniladi. Xususan, ammiak, sulfat kislota, sintetik kauchuklar, turli-tuman plastmassalar va boshqa mahsulotlar aynan katalizatorlar ishtirokida sintez qilinadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Reaksiya harorati  $10^{\circ}\text{C}$  ga pasaytirilganda, uning tezligi 3 marta o'zgaragan. Agar harorat  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $50^{\circ}\text{C}$  gacha pasaytirilganda, reaksiya tezligi necha marta kamayadi?

A) 15; B) 30; C) 150; D) 243.

**Yechish:**

Yuqoridagi ma'lumotdan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng. Formulaga muvofiq reaksiya tezligi:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 3^{\frac{100-50}{10}} = 3^5 = 243 \text{ marta sekinla-}$$

shadi. **(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** Sistema harorati 20°C ga ko'tarilganda, reaksiya tezligi 4 marta ortsa, harorat 60°C dan 120°C gacha ortganda, reaksiya tezligi necha marta ortadi?

A) 4; B) 8; C) 16; D) 64.

**Yechish:**

Vant-Goff qonuniga muvofiq harorat har 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi o'rtacha 2-4 marta ortadi. Lekin berilgan misolda harorat har 20°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 4 marta ortmoqda. Demak harorat koeffitsiyenti 4 ga teng. Vant-Goff formulasida  $\gamma$  ning darajasidagi 10 o'rniga 20 yozib o'zgartirish kiritamiz:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{20}} = 4^{\frac{120-60}{20}} = 4^3 = 64$$

Demak, reaksiya tezligi 64 marta ortar ekan

**(D javob to'g'ri).**

**3-misol.** Harorat koeffitsiyenti 3 bo'lgan reaksiya tezligi 40 °C da 2mol/(l·s) bo'lgan. Shu reaksiya tezligi 80 °C da qanchaga teng bo'ladi?

A) 64; B) 81; C) 128; D) 162.

**Yechish:**

Vant-Goff tenglamasiga muvofiq ikkinchi reaksiya tezligi:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2 \cdot 3^{\frac{80 - 40}{10}} = 162 \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

(D javob to'g'ri).

**4-misol.** Agar reaksiyoning harorat koeffitsiyenti 3 ga teng bo'lsa, reaksiya tezligini 27 barobar oshirish uchun haroratni qanchaga ko'tarish kerak?

A) 30 °C; B) 10 °C; C) 20 °C; D) 25 °C.

**Yechish:**

a) Vant-Goff tenglamasidan harorat o'zgarishini aniqlaymiz:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 3^{\frac{\Delta t}{10}} = 27 = 3^3;$$

b) darajali tenglamada asoslar teng bo'lsa, darajalar ham o'zaro teng bo'ladi:

$$\frac{\Delta t}{10} = 3; \Delta t = 3 \cdot 10 = 30^\circ\text{C ga ko'tarish kerak.}$$

(A javob to'g'ri).

**5-misol.** Harorat koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lgan reaksiya 37 °C da 150 sekunda tugaydi, shu reaksiya 47 °C da qancha vaqtda tugashini hisoblang.

A) 90 s; B) 160 s; C) 1,25 min; D) 1,40 min.

**Yechish:**

Ma'lumki, reaksiya tezligi vaqtga teskari proporsional. Bundan Vant-Goff tenglamasini quyidagicha o'zgartirish mumkin bo'ladi:

$$\tau_2 = \frac{\tau_1}{\gamma^{\frac{\Delta t}{10}}} = \frac{150}{2^{\frac{47 - 37}{10}}} = 75 \text{ sek} = 1,25 \text{ min}.$$

(C javob to'g'ri).



**6-misol.** Harorat  $20^{\circ}\text{C}$  dan  $60^{\circ}\text{C}$  gacha o'zgarganda, reaksiya tezligi 81 marta ortgan bo'lsa, reaksiyaning harorat koeffitsiyenti qanchaga teng?

A) 2; B) 3; C) 2,6; D) 2,8

**Yechish:**

Formulaga muvofiq:  $\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} = \gamma^{\frac{60-20}{10}} = \gamma^4 = 81;$

$\gamma = \sqrt[4]{81} = 3.$  (B javob to'g'ri).

**7-misol.** Harorat koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lgan reaksiya tezligini 100 marta oshirish uchun haroratni necha gradusga oshirish kerak?

A) 66,40; B) 6,05; C) 7,06; D) 6,64.

**Yechish:**

$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} = \gamma^x$  formulaga muvofiq  $2^x = 100$

tenglamani yechish uchun tenglikning ikkala tomonini logarifmlaymiz:

$$\lg 2^x = \lg 100;$$

$$x \cdot \lg 2 = 2;$$

$$x = 2 / \lg 2 = 2 / 0,301 = 6,64;$$

$x = \Delta t / 10$  bo'lgani uchun

$$\Delta t = 10 \cdot 6,64 = 66,4. \text{ (A javob to'g'ri).}$$

**8-misol.** Harorat  $30^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{C}$  gacha oshirilganda, reaksiya tezligi 1200 marta ortadi. Reaksiyaning harorat koeffitsiyentini hisoblab toping.

A) 4,13; B) 2,06; C) 3,85; D) 4,50.

**Yechish:**

Vant-Goff tenglamasiga muvofiq

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\frac{80 - 30}{10}} = \gamma^5 = 1200;$$

Bu holatda ham  $\gamma$  ning qiymatini topish uchun tenglamani logarifmlash kerak:

$$\lg \gamma^5 = \lg 1200;$$

$$5 \cdot \lg \gamma = 3,079;$$

$$\lg \gamma = \frac{3,079}{5} = 0,6158;$$

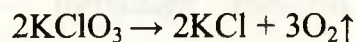
Oxirgi tenglikni antilogarifmlab  $\gamma$  ning qiymatini topamiz;  $\gamma = 4,13$ . (**A javob to'g'ri**).

## 10-BOB. KIMYOVIY MUVOZANAT

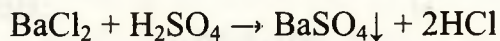
### 10.1. Qaytar va qaytmas reaksiyalar

Kimyoviy reaksiyalar qaytar yoki qaytmas bo'lishi mumkin. Faqat bir yo'nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlang'ich moddalar oxirgi mahsulotlarga to'liq aylanadigan reaksiyalar *qaytmas reaksiyalar* deyiladi. Kimyoviy jarayonda reaksiya mahsulotlaridan biri reaksiyon muhit doirasidan chiqib ketadigan hollarda (masalan, gaz ajralib chiqqanda, amalda erimaydigan cho'kma tushganda yoki dissosiyalanmaydigan moddalar hosil bo'lganda), shuningdek reaksiya natijasida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadigan hollarda reaksiya qaytmas hisoblanadi.

Masalan:

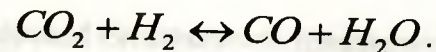


yoki



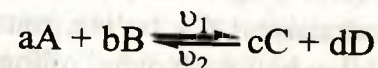
Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalarda reaksiya mahsulotlari bir-biri bilan ta'sirlashib dastlabki moddalarni hosil qilishi mumkin. Masalan uglerod (IV) oksid ( $\text{CO}_2$ ) bilan vodorod ( $\text{H}_2$ ) qizdirilganda o'zaro reaksiyaga kirishadi, natijada uglerod (II) oksid va suv bug'i hosil bo'ladi. Shu sharoitning o'zida CO va suv bug'i o'zaro ta'sirlashib dastlabki moddalar  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2$ ni hosil qiladi.

Bunday reaksiyalar odatda, bir tenglama bilan yoziladi va tenglik o'rniga qarama-qarshi strelkalar qo'yiladi:



Ayni sharoitda bir vaqtning o'zida o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda ketadigan reaksiyalar *qaytar reaksiyalar* deyiladi.

Qaytar reaksiyalarning umumiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



Bunda massalar ta'siri qonuniga asosan, to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari –  $v_1$ ,  $v_2$  quyidagicha:

$$v_1 = k_1 [A]^a \cdot [B]^b \quad \text{va} \quad v_2 = k_2 [C]^c \cdot [D]^d$$

### 10.2. Kimyoviy muvozanat. Muvozanat konstantasi

To'g'ri reaksiyaning tezligi  $v_1$  vaqt o'tishi bilan kamayadi, chunki reaksiyaga kirishuvchi A va B moddalar sarflangani uchun ularning konsentratsiyasi kamayib boradi. Teskari reaksiya tezligi  $v_2$  ortib boradi, zero C va D moddalar hosil bo'lgan sari konsentratsiyalari ham ortib boradi. Ma'lum vaqt  $t_M$  o'tgandan so'ng qarama-qarshi reaksiyalarning tezliklari tenglashadi:  $v_1=v_2$  (10.1.-rasm).

⇓ Qaytar jarayonning to'g'ri va teskari reaksiyalari tezligi teng bo'lgan holati *kimyoviy muvozanat* deyiladi.

Kimyoviy muvozanat qaror topganda  $v_1=v_2$  bo'lgani uchun:

$$k_1 [A]^a \cdot [B]^b = k_2 [C]^c \cdot [D]^d.$$

Bundan

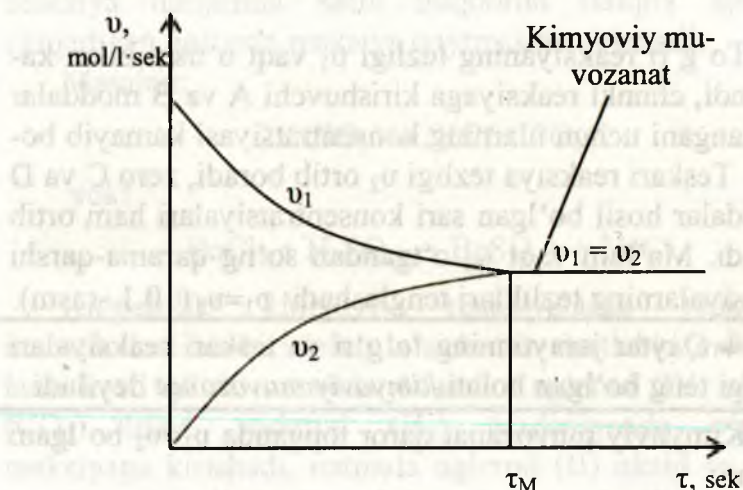
$$\frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \frac{k_1}{k_2} = K_M$$



$K_M$  – muvozanat konstantasi. Muvozanat konstantasining qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati va haroratiga bog‘liq.

Muvozanat holatdagi reaksiyon sistemada moddalarining molyar konsentratsiyasi *muvozanat konsentratsiya* deyiladi. Modda A ning reaksiya boshlanishidan oldingi molyar konsentratsiyasi  $C_A$  bo‘lsa, muvozanat konsentratsiyasi  $[A]$  bilan belgilash qabul qilingan.

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



10.1.-rasm. Kimyoviy muvozanat vujudga kelishining grafik ko‘rinishi.

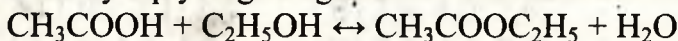
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Sirka kislota va etil spirtining o'zaro reaksiyasida muvozanat qaror topganda, moddalar konsentratsiyalari:  $[CH_3COOH]=0,4$  mol/l;  $[C_2H_5OH]=0,4$  mol/l;  $[CH_3COOC_2H_5]=0,6$  mol/l;  $[H_2O]=0,6$  mol/l bo'lgan reaksiyaning muvozanat konstantasini aniqlang.

A) 3,50; B) 2,50; C) 2,25; D) 3,00.

**Yechish:**

Reaksiya quyidagi tenglama asosida sodir bo'ladi:



Kimyoviy muvozanat konstantasi formulasini tuzib, unga yuqoridagi qiymatlarni qo'ysak, muvozanat konstantasi:

$$K_M = \frac{[CH_3COOC_2H_5] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [C_2H_5OH]} = \frac{0,6 \cdot 0,6}{0,4 \cdot 0,4} = 2,25$$

(C javob to'g'ri).

**2-misol.** Tenglamasi  $A+B \leftrightarrow C+D$  bo'lgan 1 litr hajmdagi sistemada hamma moddalar 2 mol miqdorda aralastirilgan. Sistemada muvozanat qaror topgandan keyin, C modda konsentratsiyasi 3 molga teng bo'lgan, muvozanat konstantasini hisoblang.

A) 1,5; B) 2,25; C) 3; D) 9.

**Yechish:**

Berilgan ma'lumotga ko'ra barcha moddalarning boshlang'ich konsentratsiyalari  $C = \frac{n}{V} = \frac{2}{1} = 2 \text{ mol/l}$  dan:

$$C_A = C_B = C_C = C_D = 2 \text{ mol.}$$

Muvozanat qaror topgandan so'ng C moddaning muvozanat konsentratsiyasi  $[C] = 3$  mol/l ga teng bo'lgan. Demak, reaksiya natijasida  $x_C = 3 - 2 = 1$  mol/l

C modda hosil bo'lgan. C moddaning hosil bo'lishi A va B moddaning reaksiyaga kirishishi tufaylidir va natijada D moddaning ham konsentratsiyasi ortgan. A, B, D moddalar konsentratsiyasining o'zgarishi esa kimyoviy reaksiya tenglamasi asosida sodir bo'ladi. Ularning muvozanat konsentratsiyalarini aniqlash uchun quyidagi sxemani tuzamiz. Bunda moddalarning muvozanat konsentratsiyalarini  $C_i$  bilan, reaksiyada ishtirok etgan konsentratsiya qiymatini  $x_i$  bilan, muvozanat konsentratsiyalarni kvadrat qavs bilan belgilab olamiz:

	A	+	B	$\leftrightarrow$	C	+	D
Boshlang'ich konsentratsiya, $C_i$	2		2		2		2
Reaksiyada ishtirok etgan konsentratsiya, $x_i$	$x_A$		$x_B$		1		$x_D$
Muvozanat konsentratsiyasi, $[i]$	[A]		[B]		3		[D]

Reaksiya tenglamasida barcha moddalar oldidagi koeffitsiyent 1 ga teng. Demak, har bir modda uchun reaksiyada ishtirok etgan konsentratsiya qiymati  $x_C$  qiymatiga teng, ya'ni  $x_A = x_B = x_C = x_D = 1 \text{ mol/l}$ .

Boshlang'ich moddalarning muvozanat konsentratsiyalari dastlabki konsentratsiya qiymatidan reaksiyada ishtirok etgan (reaksiyaga kirishgan) konsentratsiyani ayirib ( $[A] = C_A - x_A$ ), hosil bo'lgan moddalarning konsentratsiyasini esa dastlabki konsentratsiyaga reaksiyada hosil bo'lgan konsentratsiyani qo'shib ( $[D] = C_D + x_D$ ) aniqlanadi:

$$[A] = C_A - x_A = 2 - 1 = 1 \text{ mol/l};$$

$$[B] = C_B - x_B = 2 - 1 = 1 \text{ mol/l};$$

$$[D] = C_D + x_D = 2 + 1 = 3 \text{ mol/l}.$$

Endi ma'lumotlar muvozanat konstantasi formulasiga qo'ysak, uning qiymatini hisoblash mumkin:



$$K_M = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{3 \cdot 3}{1 \cdot 1} = 9. \text{ (D javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Ammiak sintez qilish uchun tayyorlangan gazlar aralashmasida azot va vodorodning dastlabki konsentratsiyalari tegishli tartibda 4 va 10 mol/l ni tashkil etgan. Reaksiyada muvozanat qaror topgandan so'ng azotning 50 % miqdori reaksiyaga kirishgan bo'lsa, azot, vodorod va ammiakning muvozanat konsentratsiyalarini toping.

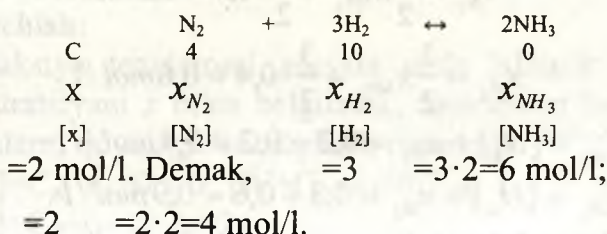
- A) 1,05; 2,1; 1,4;      B) 2,9; 4,0; 2,6;  
 C) 2,0; 4,0; 4,0;      D) 2,3; 4,6; 2,3.

**Yechish:**

Bu misolni ham yuqoridagi usulda yechish mumkin. Buning uchun azotning reaksiyaga kirishgan konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$x_{N_2} = \frac{4 \cdot 50\%}{100\%} = 2 \text{ mol/l}.$$

Endi quyidagi sxema asosida muvozanat konsentratsiyalarni hisoblaymiz:



$$[N_2] = C_{N_2} - x_{N_2} = 4 - 2 = 2 \text{ mol/l};$$

$$[H_2] = C_{H_2} - x_{H_2} = 10 - 6 = 4 \text{ mol/l};$$

$$[NH_3] = C_{NH_3} + x_{NH_3} = 0 + 4 = 4 \text{ mol/l}.$$

**(C javob to'g'ri).**

**4-misol.** Quyidagi muvozanatdagi sistemada  $N_2 + H_2 \leftrightarrow NH_3$  moddalarning muvozanat konsentratsiyalari  $[N_2]=0,2$  mol/l,  $[H_2]=0,3$  mol/l,  $[NH_3]=0,4$  mol/l bo'lsa, azot va vodorodning boshlang'ich konsentratsiyasi (mol/l) qanday bo'lgan?

- A) 0,2 va 0,6; B) 0,4 va 0,9;  
C) 0,6 va 0,9; D) 0,4 va 0,6.

**Yechish:**

Reaksiya boshlanmasdan oldin ammiakning konsentratsiyasi 0 ga teng bo'lgan. Uning muvozanat konsentratsiyasi reaksiya natijasida hosil bo'lgan konsentratsiyani bildiradi, ya'ni  $[NH_3] = x_{NH_3} = 0,4$  mol/l. Azot va vodorodning boshlang'ich konsentratsiyalarini esa quyidagi sxema yordamida hisoblash mumkin:

	$N_2$	+	$3H_2$	$\leftrightarrow$	$2NH_3$
C	$C_{N_2}$		$C_{H_2}$		0
x	$x_{N_2}$		$x_{H_2}$		0,4
[x]	0,2		0,3		0,4

$$x_{N_2} = \frac{1}{2} x_{NH_3} = \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ mol/l};$$

$$x_{H_2} = \frac{3}{2} x_{NH_3} = \frac{3}{2} \cdot 0,4 = 0,6 \text{ mol/l}$$

$$C_{N_2} = [N_2] + x_{N_2} = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ mol/l};$$

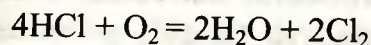
$$C_{H_2} = [H_2] + x_{H_2} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \text{ mol/l}.$$

**(B javob to'g'ri).**

**5-misol.**  $HCl + O_2 = H_2O + Cl_2$  reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. Muvozanat holati uchun  $[HCl]=2$  mol/l,  $[O_2]=1$  mol/l,  $[H_2O]=1$  mol/l bo'lsa, xlorning muvozanat konsentratsiyasini (mol/l) toping.

- A) 2; B) 4; C) 8; D) 12.

**Yechish:**



Xlorning muvozanat konsentratsiyasini  $x$  bilan belgilab, muvozanat konstantasi formulasi yordamida uning qiymatini hisoblash mumkin:

$$K_M = \frac{[H_2O]^2 \cdot [Cl_2]^2}{[HCl]^4 \cdot [O_2]};$$

$$4 = \frac{1^2 \cdot x^2}{2^4 \cdot 1};$$

$$x^2 = 64;$$

$$x = \sqrt{64} = 8 \text{ mol/l}. \text{ (C javob to'g'ri).}$$

**6-misol.** Ushbu  $A+B \leftrightarrow 2C$  reaksiyadagi A va B moddalarning dastlabki konsentratsiyalari 0,5 va 0,7 mol/l ga, reaksiyaning muvozanat konstantasi 50 ga teng bo'lsa, ularning muvozanat holatidagi konsentratsiyalarini aniqlang.

- A) 0,44; 0,86; B) 0,06; 0,26;

- C) 0,12; 0,88; D) 0,16; 0,26.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasi asosida unda ishtirok etgan konsentratsiyani  $x$  bilan belgilasak, muvozanat konsentratsiyalarni quyidagicha belgilash mumkin:

$$[A]=C_A - x_A = 0,5 - x; [B]=C_B - x_B = 0,7 - x;$$

$$[C]=C_C - x_C = 0 + 2x = 2x.$$

Belgilanganlarni muvozanat konstantasi formulasi qo'yib,  $x$  ning qiymatini aniqlaymiz:

$$K_M = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]};$$



$$50 = \frac{(2x)^2}{(0,5-x) \cdot (0,7-x)} = \frac{4x^2}{x^2 - 1,2x + 0,35};$$

$$50x^2 - 60x + 17,5 = 4x^2;$$

$$46x^2 - 60x + 17,5 = 0.$$

Hosil bo'lgan kvadrat tenglamadan diskriminant usulida  $x_1$  va  $x_2$  larni aniqlaymiz:

$$x_{1,2} = \frac{60 \pm \sqrt{(-60)^2 - 4 \cdot 46 \cdot 17,5}}{2 \cdot 46} = \frac{60 \pm 19,5}{92};$$

$$x_1 = \frac{60 - 19,5}{92} = 0,44 \text{ mol/l};$$

$$x_2 = \frac{60 + 19,5}{92} = 0,864 \text{ mol/l}$$

$x_2$  ning qiymati masalani qanoatlantirmaydi. Chunki,  $x$  ning qiymati 0,5 dan ortmasligi kerak. Endi A va B moddalarning boshlang'ich konsentratsiyalarini aniqlaymiz:

$[A]=0,5-0,44=0,06 \text{ mol/l}$ ;  $[B]=0,7-0,44=0,26 \text{ mol/l}$ .  
(B javob to'g'ri).

### 16.3. Muvozanatning siljishi, Le-Shatelye prinsipi

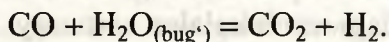
Kimyoviy muvozanat faqat o'zgarmas sharoitda saqlanib turadi. Reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning konsentratsiyasi, reaksiyon sistema harorati, bosimi, hajmi o'zgarsa, mavjud kimyoviy muvozanat buzilib yangi muvozanat holat yuzaga keladi. Ushbu holatda reaksiyon sistemadagi komponentlarning muvozanat konsentratsiyalari yangi qiymatlarga ega bo'ladi



Sharoit o'zgarishi bilan reaksiyon sistema komponentlari muvozanat konsentratsiyasining o'zgarishi *muvozanatning siljishi* deyiladi. Muvozanatning siljishi 1884-yilda ta'riflangan umumiy qoidaga – *Le-Shatelye prinsipiga* bo'ysunadi. Le-Shatelye prinsipi quyidagicha ta'riflanadi:

↓ Muvozanat holatida turgan sistemada biror bir omil (masalan: harorat, bosim yoki konsentratsiya) o'zgartirilsa, sistemaning muvozanati shu omil ta'sirini kamaytiruvchi reaksiya tomonga siljiydi.

**Konsentratsiya o'zgarishining kimyoviy muvozanatga ta'siri.** Reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi ortganda, muvozanat shu modda konsentratsiyasining kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljiydi. Aksincha, reaksiyada qatnashuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi kamayganda, muvozanat shu modda hosil bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Buni ushbu reaksiya misolida ko'rib chiqamiz:

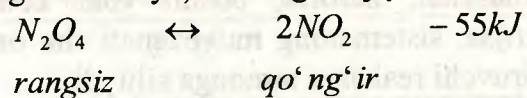


Agar CO yoki H<sub>2</sub>O ning konsentratsiyasi oshirilsa, to'g'ri reaksiya tezligi ortadi. Natijada kimyoviy muvozanat buziladi ( $v_1 \neq v_2$ ). Muvozanat qayta qaror topishi uchun  $v_2$  ortib,  $v_1$  kamaya boshlaydi. Ma'lum vaqtdan so'ng  $v_1 = v_2$  holat yuzaga keladi. CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub> larning muvozanat konsentratsiyalari oldingi holatdagiga qaraganda ortadi. Umumiy ko'rinishda muvozanat o'ngga siljiydi.

CO<sub>2</sub> yoki H<sub>2</sub> konsentratsiyasi oshirilsa, aksincha holat yuzaga keladi va muvozanat chapga siljiydi. CO yoki

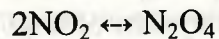
H<sub>2</sub>O ning konsentratsiyasi kamaytirilganda ham muvozanat chapga siljiydi.

**Harorat o'zgarishining ta'siri.** Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, harorat ko'tarilganda muvozanat endotermik reaksiya (ya'ni issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiya) tomonga siljiydi. Harorat pasaytirilsa, muvozanat ekzotermik reaksiya (ya'ni issiqlik chiqarishi bilan boradigan reaksiya) tomonga siljiydi. Masalan:



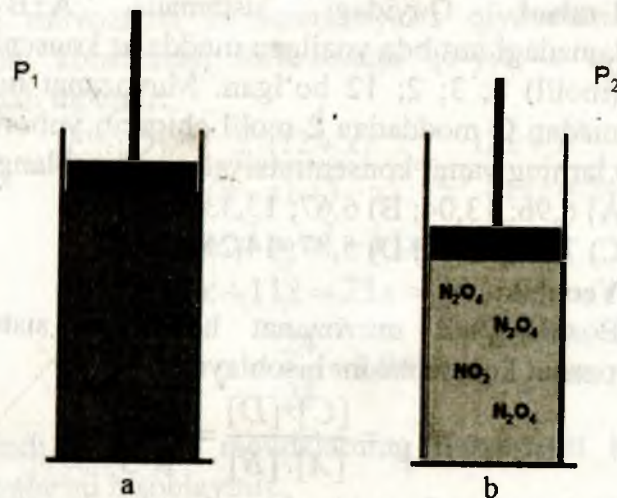
Bu reaksiyada harorat oshirilsa, muvozanat o'ng tomon, ya'ni NO<sub>2</sub> ning hosil bo'lish reaksiyasi tomonga siljiydi. Aksincha, harorat pasaytirilsa, muvozanat chap tomon, ya'ni N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ni hosil bo'lish reaksiyasi tomonga siljiydi.

**Bosim o'zgarishining ta'siri.** Sistemada gaz moddalarini ishtirok etsa, bosimning o'zgarishi muvozanatga katta ta'sir ko'rsatadi, chunki bosimning o'zgarishi konsentratsiyaning o'zgarishi demakdir. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq bosimning ortishi, muvozanatni gaz aralashmasidagi molekular umumiy sonining kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljitadi. Faqat shundagina sistemaning bosimi kamayadi. Aksincha, bosim kamaytirilsa, muvozanat gaz molekularining umumiy sonining ortishiga sabab bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



Bu reaksiyada ikki molekula azot (II) oksiddan faqat bir molekula azot (IV) oksidi dimeri hosil bo'ladi. Bunda molekular soni kamaygani uchun bosimning ko'tarilishi reaksiya muvozanatini o'ngga – dimerlanish

tomonga siljitadi. Natijada NO<sub>2</sub> miqdori kamayadi, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> molekulari soni ortadi, gazlar aralashmasining qo'ng'ir rangi yo'qola boradi (10.2.-rasm). Aksincha, bosim kamayganda, muvozanat chapga – parchalanish tomonga siljiydi va NO<sub>2</sub> ko'paygani uchun reaksiyon sistemaning qo'ng'ir rangi kuchayadi:



10.2.-rasm. Bosim o'zgarishining kimyoviy muvozanatga ta'siri.

**Hajm o'zgarishining muvozanatga ta'siri.** Hajm bosimga teskari proporsional bo'lgani uchun hajm ortganda kimyoviy muvozanat gazlar ko'p hosil bo'ladigan reaksiya tomonga, hajm kamaytirilganda esa muvozanat gazlar miqdori kam tomonga siljiydi.

Gaz moddalarning umumiy miqdori o'zgarmaydigan jarayonlarda bosim va hajmning o'zgarishi muvozanatga ta'sir ko'rsatmaydi.



Kimyoviy muvozanat qonunlarini o'rganish kimyoviy reaksiyalarni boshqarishda va reaksiya mahsulotlarining unumini oshirishda katta ahamiyat kasb etadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Quyidagi sistemada  $A+B \rightleftharpoons C+D$  tenglamadagi tartibda yozilgan moddalar konsentratsiyalari (mol/l) 8; 3; 2; 12 bo'lgan. Muvozanat holatidagi sistemadan C moddadan 2 mol/l chiqarib yuborilgan. A va D larning yangi konsentratsiyalarini hisoblang.

A) 6,96; 13,04; B) 6,67; 13,33;

C) 7,09; 12,91; D) 5,87; 14,25.

**Yechish:**

Boshlang'ich muvozanat holatidagi sistemaning muvozanat konstantasini hisoblaymiz:

$$K_M = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{2 \cdot 12}{8 \cdot 3} = 1$$

Sistemadan C modda chiqarib yuborilsa, uning konsentratsiyasi 0 ga teng bo'lib qoladi. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq C moddaning konsentratsiyasi kamaytirilsa, muvozanat uning konsentratsiyasini oshirish, ya'ni C va D moddalarning hosil bo'lishi tomoniga siljiydi. Natijada A va B moddalarning konsentratsiyasi kamayadi. Ularning yangi muvozanat konsentratsiyalarini quyidagi sxema asosida hisoblash mumkin:



	A	+	B	↔	C	+	D
$n_i$	1		1		1		1
$C_i$	8		3		2-2=0		12
$x_i$	$x_A=x;$		$x_B=x;$		$x_C=x;$		$x_D=x;$
[i]	8-x;		3-x;		0+x;		12+x;

Oxirgi qatorda moddalarning yangi muvozanat holatdagi konsentratsiyalari ko'rsatilgan. Muvozanat konstantasi o'zgarmas qiymat ekanligini yodda tutgan holda yangi muvozanat konsentratsiyalar qiymatlarini muvozanat konstantasi formulasiga qo'yib,  $x$  qiymatini hisoblab topamiz:

$$K_M = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{x \cdot (12+x)}{(8-x) \cdot (3-x)} = \frac{12x+x^2}{x^2-11x+24} = 1;$$

$$12x+x^2 = x^2-11x+24;$$

$$12x+11x = 23x = 24;$$

$$x = \frac{24}{23} = 1,04$$

Endi A va D moddalarning muvozanat konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$[A]=8-1,04=6,94 \text{ mol/l}; [D]=12+1,04=13,04 \text{ mol/l}.$$

**(A javob to'g'ri).**

**2-misol.** Muvozanat holatidagi sistemada  $A+B \rightleftharpoons C+D$  tenglamadagi yozilish tartibda moddalarning konsentratsiyalari (mol/l) 6; 2; 4 va 3 ga teng. Sistemaga B moddadan 4 mol/l qo'shilgandan keyin, B va C larning yangi holatdagi muvozanat konsentratsiyalarini hisoblang.

A) 0,74; 5,26; B) 4,74; 5,26;

C) 0,74; 2,74; D) 4,63; 5,37.

**Yechish:**

Ushbu misol ham yuqorida keltirilgan sxema bo'yicha yechiladi, faqat bu yerda B modda qo'shilishini hisobga olish kerak:

$$K_M = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{4 \cdot 3}{6 \cdot 2} = 1$$

	A	+	B	↔	C	+	D
$n_i$	1		1		1		1
$C_i$	6		2+4		4		3
$x_i$	$x_A=x;$		$x_B=x;$		$x_C=x;$		$x_D=x;$
[i]	6-x;		6-x;		4+x;		3+x;

$$K_M = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{(4+x) \cdot (3+x)}{(6-x) \cdot (6-x)} = \frac{12+7x+x^2}{36-12x+x^2} = 1;$$

$$12+7x+x^2=36-12x+x^2;$$

$$7x+12x=36-12;$$

$$19x=24;$$

$$x=24/19=1,26.$$

B va C larning yangi holatdagi muvozanat konsentratsiyalari:

$$[B]=6-x=6-1,26=4,74; [C]=4+x=4+1,26=5,26.$$

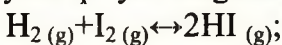
**(B javob to'g'ri).**

**3-misol.** Tenglamasi  $H_2+I_2 \leftrightarrow HI$  bo'lgan reaksiyaning  $450^\circ C$  da muvozanat konstantasi 50 ga teng. Miqdori 5 mol bo'lgan yodning 90 % miqdori vodorod yodidga aylanishi uchun necha mol vodorod olish kerak?

A) 0,36; B) 4,5; C) 4,86; D) 7,74.

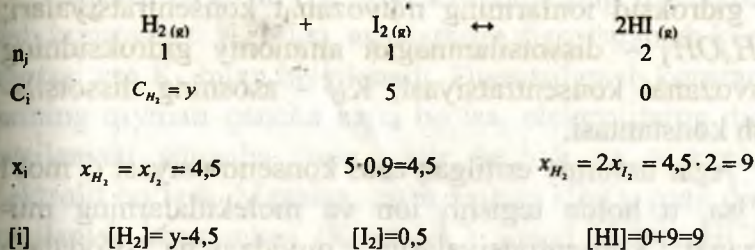
**Yechish:**

a) Birinchi navbatda reaksiya sxemasiga koefitsiyent qo'yib tenglamani tuzamiz:



b) uning muvozanat konstantasi:  $K_M = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I]}$ ;

d) agar reaksiyon sistemaning hajmini 1 l deb qabul qilsak, u holda berilgan va topilishi kerak bo'lgan moddalar miqdorlari konsentratsiyalarga son jihatdan teng bo'lib, masalani yechish osonlashadi. Bundan keyingi shunga o'xshash holatlarda aynan shunday yo'l tutishni tavsiya etamiz. Reaksiya boshlanishidan oldin vodorod yodidning konsentratsiyasi nolga teng bo'ladi. Test savoliga javobni topish uchun 1- va 2-misollarning yechimida foydalanilgan sxemani qo'llaymiz:



e) olingan natijalarni muvozanat konstantasi formulasi qo'yib vodorodning boshlang'ich miqdori y qiymatini hisoblaymiz:

$$K_M = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I]} = \frac{9^2}{(y - 4,5) \cdot 0,5} = \frac{81}{0,5y - 2,25} = 50;$$

$$50(0,5y - 2,25) = 81;$$

$$25y - 112,5 = 81;$$

$$25y = 81 + 112,5 = 193,5;$$

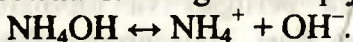
$$y = 193,5 / 25 = 7,74. \text{ (D javob to'g'ri).}$$

#### 10.4. Eritma muvozanati

Kuchsiz elektrolitlar eritmalarida anion, kation va dissotsilanmagan molekular orasida ma'lum muvozanat qaror topadi. Demak, ular uchun massalar ta'siri



qonunidan foydalanish mumkin. Masalan, ammoniy gidroksidning dissotsilanish tenglamasi quyidagicha:

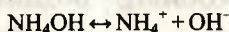
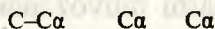


Muvozanat qaror topgan vaqtda massalar ta'siri qonuniga binoan dissotsilanish konstantasi quyidagicha ifodalanadi:

$$K_D = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

Bu yerda  $[\text{NH}_4^+]$  va  $[\text{OH}^-]$  – mos ravishda ammoniy va gidroksid ionlarining muvozanat konsentratsiyalari;  $[\text{NH}_4\text{OH}]$  – dissotsilanmagan ammoniy gidroksidning muvozanat konsentratsiyasi;  $K_D$  – asosning dissotsilanish konstantasi.

Agar umumiy eritilgan asos konsentratsiyasi  $C$  mol/l bo'lsa, u holda tegishli ion va molekulalarning muvozanat konsentratsiyalarini quyidagicha ifodalash mumkin:



Asosning dissotsilanish konstantasining matematik ifodasi esa quyidagi ko'rinishga keladi:

$$K_D = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha} = \frac{C^2\alpha^2}{C(1 - \alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha}$$

Bu tenglama Ostvaldning *Suyultirish qonunining* matematik ifodasi bo'lib, uning yordamida dissotsilanish konstantasi qiymati ma'lum bo'lgan hollarda dissotsilanish darajasini hisoblash mumkin.

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantasiga konsentratsiya o'zgarishi ta'sir ko'rsatmaydi. U faqat haroratga bog'liq bo'ladi.

Agar elektrolit juda kuchsiz bo'lib, dissotsilanish darajasi kichik qiymatni qabul qilsa, Suyultirish qonuning matematik ifodasi quyidagicha ko'rinish oladi:

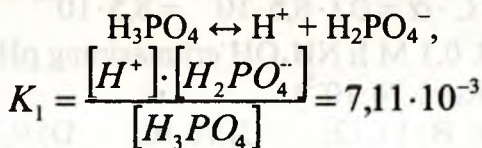
$$K_D = C\alpha^2.$$

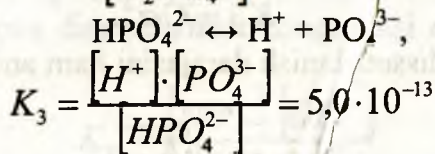
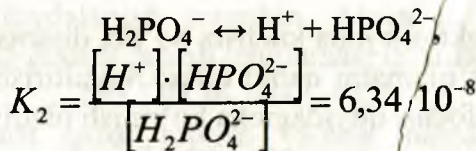
Bundan dissotsilanish darajasini ham aniqlash mumkin:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_D}{C}}.$$

Kuchsiz elektrolit bo'lgan kislotalarning dissotsilanish konstantasi  $K_a$  bilan, asoslarning dissotsilanish konstantasi esa  $K_b$  bilan belgilanadi. Dissotsilanish konstantasining qiymati qancha katta bo'lsa, elektrolitning dissotsilanishi shuncha oson sodir bo'ladi va u kuchli elektrolit bo'ladi. Masalan, nitrit kislota  $\text{HNO}_2$  ning dissotsilanish konstantasi ( $K_a=4 \cdot 10^{-4}$ ) sianid kislota  $\text{HCN}$  ning dissotsilanish konstantasi ( $K_a=7,2 \cdot 10^{-10}$ ) dan katta. Shuning uchun  $\text{HNO}_2$   $\text{HCN}$  ga nisbatan kuchli kislota-dir. Shuningdek, ammoniy gidroksid  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $K_b=1,79 \cdot 10^{-5}$ ) anilin  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  ( $K_b=3,82 \cdot 10^{-10}$ ) ga nisbatan kuchli asos.

Ko'p negizli kuchsiz elektrolitlar bosqichma-bosqich dissotsilanib, har bir bosqich muvozanati alohida ifodalanadi. Masalan,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ning dissotsilanishi quyidagicha:





### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Agar HCN ning dissotsilanish konstantasi  $7,2 \cdot 10^{-10}$  bo'lsa, 0,1 M li HCN eritmasidagi vodorod ionlarining konsentratsiyasini aniqlang:

- A)  $1,7 \cdot 10^{-7}$ ; B)  $8,5 \cdot 10^{-6}$ ; C)  $2 \cdot 10^{-10}$ ; D)  $1 \cdot 10^{-7}$ .

**Yechish:**

Dissotsilanish jarayoni quyidagi tenglama asosida sodir bo'ladi:



Suyultirish qonuniga muvofiq dissotsilanish darajasini aniqlaymiz:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{7,2 \cdot 10^{-10}}{0,1}} = 8,5 \cdot 10^{-5}$$

Vodorod ionining konsentratsiyasi:

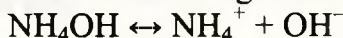
$$[H^+] = C \cdot \alpha = 0,1 \cdot 8,5 \cdot 10^{-5} = 8,5 \cdot 10^{-6}$$

**2-misol.** 0,1 M li  $NH_4OH$  eritmasining pH qiymatini hisoblang ( $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$ ).

- A) 2,88; B) 11,12; C) 10,10; D) 9,76.

**Yechish:**

$NH_4OH$  ning dissotsilanish tenglamasi quyidagicha:





Uning dissotsilanish konstantasidan foydalanib dissotsilanish darajasini hisoblaymiz:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{\frac{1,76 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,33 \cdot 10^{-2}$$

Dissotsilanish darajasi qiymati yordamida  $\text{OH}^-$  ionlarining konsentratsiyasini hisoblash mumkin:

$$[\text{OH}^-] = \alpha \cdot C = 1,33 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$$

$$p\text{OH} \text{ qiymati: } p\text{OH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 1,33 \cdot 10^{-3} = 2,88;$$

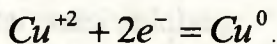
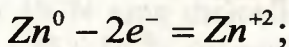
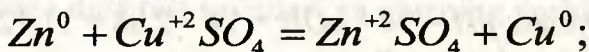
$$p\text{H} \text{ qiymati: } p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 2,88 = 11,12$$

**(B javob to'g'ri).**

## 11-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH JARAYONLARI

### 11.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

*Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyati.*  
Juda ko'p kimyoviy reaksiyalarda moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi. Masalan,



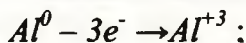
➡ Elektronlarning bir atomdan ikkinchi atomga o'tishi natijasida elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradigan reaksiyalar *oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari* deyiladi.

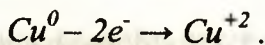
Oddiy moddalarda atomlar elektroneytral bo'lgani uchun ularning oksidlanish darajasi nolga teng deb qabul qilingan.

Neytral atomlar elektron yo'qotishi natijasida musbat zaryadlangan ionga aylanadi va nechta elektron bergan bo'lsa o'shancha musbat oksidlanish darajasi namoyon qiladi.

➡ Zarrachalarning elektron berish jarayoni *oksidlanish* deyiladi.

Masalan:

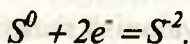
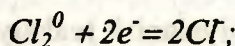




Atomlar elektron biriktirib olsa manfiy zaryadlangan ionga aylanadi. Bunda atom nechta elektron qabul qilgan bo'lsa, uning oksidlanish darajasi shuncha manfiy bo'ladi.

✚ Zarrachaning elektron biriktirib olish jarayoni *qaytarilish* deyiladi.

Masalan:

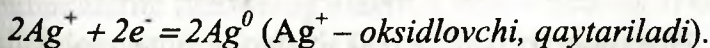
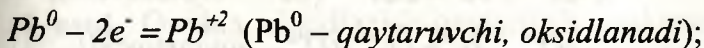
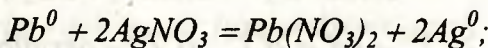


Elektron bergan zarracha *qaytaruvchi*, elektron biriktirib olgan zarracha esa *oksidlovchi* deb ataladi.

Faqat neytral atomlar emas, balki ionlar ham elektron biriktirishi yoki berishi mumkin:



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



Demak, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari bir-biriga uzviy bog'liq bo'lgan jarayonlardir.

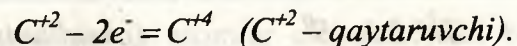
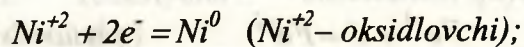
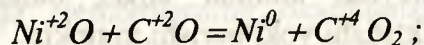


## 11.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari

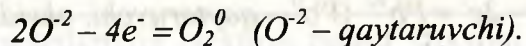
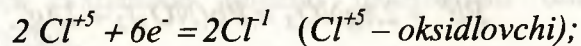
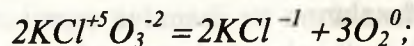
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining quyidagi turlari ma'lum:

1. Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.
2. Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.
3. Disproporsiyalanish reaksiyalari.
4. Sinproporsiyalanish reaksiyalari.

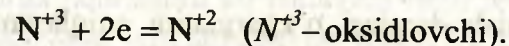
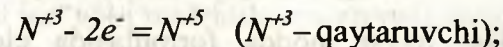
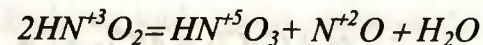
Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari-da oksidlovchi element bir modda tarkibida, qaytaruvchi element esa boshqa molekulada bo'ladi:



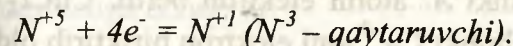
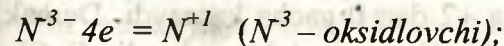
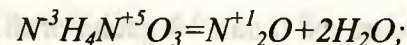
Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari-da bir molekula tarkibidagi turli elementlar oksidlovchi va qaytaruvchi bo'ladi:



Disproporsiyalanish reaksiyalarida bitta molekulada bir elementning o'zi ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajaradi:



Sinproporsiyalanish reaksiyalarida oksidlanish darajalari har xil bo'lgan bir turdagi element oksidlanib va qaytarilib, natijada bir xil oksidlanish darajasiga erishadi.



## 11.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar qaytaruvchidan oksidlovchiga o'tadi. Bunda qaytaruvchi bergan elektronlarning umumiy soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlarning umumiy soniga teng bo'lishi shart.

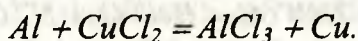
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini ikki usulda tuzish mumkin.

1. Elektron balans usuli.

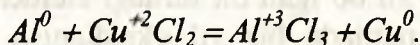
2. Yarim reaksiyalar (ion elektron) usuli.

**1-usul.** Quyida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzishning elektron balans usulini Al bilan  $CuCl_2$  orasidagi reaksiyani tenglashtirish misolida ko'rib chiqamiz.

1. Reaksiya sxemasini (koeffitsiyentlarsiz) tuzamiz.

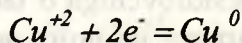
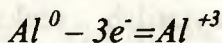


2. Har qaysi modda formulasida elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarganini aniqlaymiz, shu yo'l bilan qaysi modda oksidlovchi va qaysi modda qaytaruvchi ekanligini aniqlab olamiz:

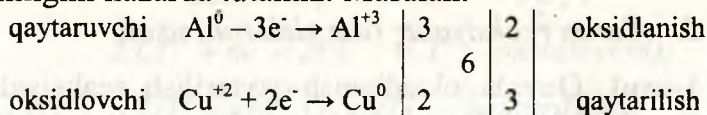


Reaksiya sxemasidan ko'rinib turibdiki, *Al* ning oksidlanish darajasi 0 dan +3 gacha ortdi. *Cu* ning oksidlanish darajasi esa +2 dan 0 gacha kamaydi. Demak, *Al* qaytaruvchi, chunki *Al* atomi elektron berdi. *CuCl<sub>2</sub>* esa oksidlovchidir, chunki *Cu<sup>+2</sup>* ioni elektron biriktirib oldi.

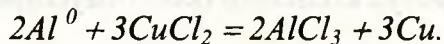
3. Oksidlanish va qaytarish jarayonlarini ifodalaydigan elektron tenglamalar tuzamiz:



Eng kichik ko'paytuvchi qoidasiga ko'ra oksidlovchi hamda qaytaruvchi shu bilan birga reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar uchun koeffitsiyent tanlaymiz, bunda qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng bo'lishi lozimligini nazarda tutamiz. Masalan:



Topilgan koeffitsiyentlarini tegishli moddalar formulalari oldiga qo'yib, sxemadan reaksiya tenglamasiga o'tamiz:



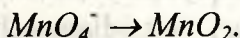
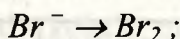


## 2-usul. Elektron-ionli (yarim reaksiyalar) usuli.

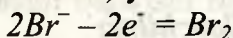
Bu usul ion yoki molekullarning reaksiyada qanday o'zgarishlarga uchrashini ko'rsatuvchi ionli tenglamalar (yarim reaksiyalar tenglamalari)ni tuzish va bu tenglamalarni bitta molekulyar oksidlanish-qaytarilish tenglamasiga birlashtirishdan iborat. Quyidagi reaksiyaga elektron-ionli usul yordamida koeffitsiyentlar tanlashni ko'rib chiqamiz:



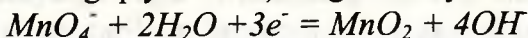
Bu reaksiyada bromid va permanganat ionlari o'zgarishga uchraydi:



Bromid ionining oksidlanish va permanganat ionining qaytarilish yarim reaksiyalari tenglamalari tuziladi. 1 mol  $Br_2$  ning 2 mol  $Br^-$  iondan hosil bo'lishini hisobga olib, birinchi yarim reaksiyaning tenglamasi (bromid ionining oksidlanishi) yoziladi:



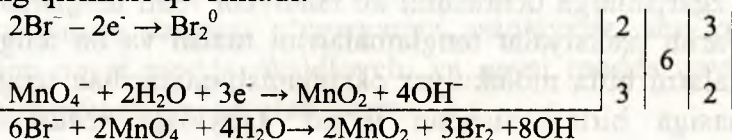
1 mol  $MnO_4^-$  ionning 1 mol  $MnO_2$  ga qaytarilishida 2 mol atomar kislorod 2 mol suv bilan (neytral muhitda) bog'lanib, 4 mol  $OH^-$  ionlarni hosil qiladi. Zaryadlar tengligini hisobga olib, ikkinchi yarim reaksiya (permanganat ionining qaytarilishi) tenglamasi yoziladi:



Berilgan va birlashtirilgan elektronlar soni teng bo'lganligiga qarab eng kichik umumiy bo'linuvchi topiladi. Bu bo'linuvchi 6 ga teng bo'lganligi uchun qaytaruvchining yarim reaksiyasidagi ion, molekula va elektronlar 3 koeffitsiyentga ko'paytiriladi va oksidlovchi-



ning yarim reaksiyalarini ham 2 koeffitsiyentga ko'paytirib, qaytaruvchi yarim reaksiyalarining chap va o'ng qismlari qo'shiladi:



Reaksiyada o'zgaray qoladigan kaliy va natriy kationlarini hisobga olgan holda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining molekulyar tenglamasi yoziladi:



#### 11.4. Oksidlovchilar va qaytaruvchilar

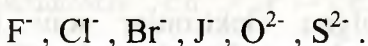
✚ Tarkibida qaytariluvchi element bo'lgan moddalar *oksidlovchilar*, oksidlanuvchi elementi bo'lgan moddalar *qaytaruvchilar* deyiladi.

Oksidlovchilar tarkibidagi element o'z oksidlanish darajasini pasaytiradi, qaytaruvchilar tarkibidagi element o'z oksidlanish darajasini oshiradi.

##### **Muhim oksidlovchilar:**

1. Oddiy moddalar (davriy jadvalning o'ng yuqori qismidagi metallmaslar):  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{S}$ .

Kimyoviy reaksiyada bu moddalar elektronlar birlashtirib olib, manfiy zaryadlangan zarrachalarni hosil qiladi:



2. Kislorodli kislotalar ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  va boshqalar) va ularning tuzlari:  $\text{KMnO}_4$  (kaliy permanganat),  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (kaliy bixromat); xlorning kislorodli kislotalari

(HClO, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>) va ularning tuzlari (gipoxloritlar, xloratlar va perxloratlar ); ba'zi kislotalarning anhidridlari, masalan, CrO<sub>3</sub> (xrom (VI) – oksid), Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (marganes (VII)- oksid), O<sub>3</sub> (ozon), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (vodorod peroksid), metallarning peroksidlari (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, CaO<sub>2</sub>) va boshqalar.

3. Metallarning yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan ionlari, masalan Fe<sup>3+</sup>, Au<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Sn<sup>4+</sup>.

### ***Muhim qaytaruvchilar:***

1. Metallar, ayniqsa ishqoriy metallar (Li, Na, K va boshqalar) va ishqoriy-yer metallari (Ca, Sr, Ba) .

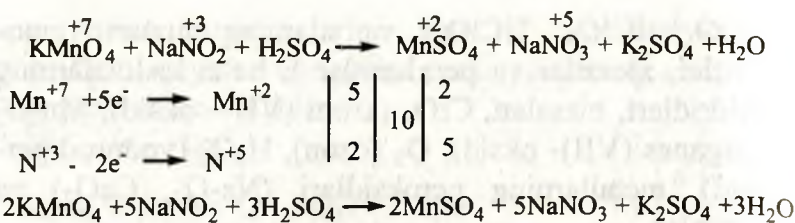
2. Vodorod, uglerod (koks), uglerod (II) oksid (CO).

3. Kislorodsiz kislotalar va ularning tuzlari: tarkibidagi vodorod ionini H<sup>-</sup> bo'lgan gidridlar (NaH, KH, CaH<sub>2</sub> va boshqalar).

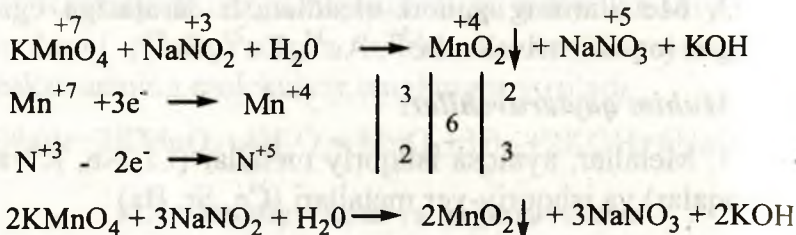
Ba'zi moddalar sharoitga qarab ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajarishi mumkin (masalan, HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ).

## **11.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga muhitning ta'siri**

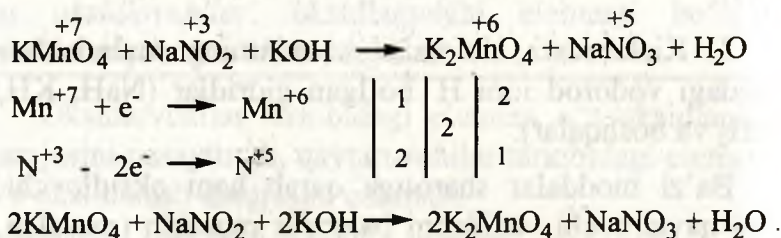
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida eritma muhiti muhim ahamiyatga ega. Muhitning ta'siri masalan, KMnO<sub>4</sub> ning qaytarilish jarayonida yaqqol namoyon bo'ladi. Kislotali muhitda MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> ion Mn<sup>2+</sup> iongacha, neytral muhitda MnO<sub>2</sub> gacha, ishqoriy muhitda MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (yashil rang) iongacha qaytariladi. KMnO<sub>4</sub> ning kislotali muhitda qaytarilishi:



**KMnO<sub>4</sub> ning neytral muhitda qaytarilishi:**



**Kaliy permanganatning ishqoriy muhitda qaytarilishi:**



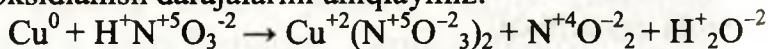
### **Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari**

**1-misol.**  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  tenglamadagi oksidlovchi va qaytaruvchining koeffitsiyentlarini toping.

A) 2,8; B) 1,4; C) 2,4; D) 1,6.

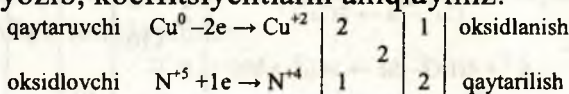
**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini yozib har bir elementning oksidlanish darajalarini aniqlaymiz:

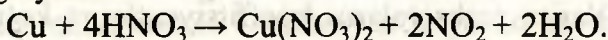




Bu yerda  $\text{Cu}^0$  atomi 2 ta elektron berib,  $\text{Cu}^{+2}$  ioni hosil qilib, oksidlanadi.  $\text{N}^{+5}$  esa 1 ta elektron qabul qilib,  $\text{N}^{+4}$  gacha qaytariladi. Bu ikki jarayonni elektron balans usulida yozib, koeffitsiyentlarni aniqlaymiz:



Olingan koeffitsiyentlarni tenglamaga qo'yib reaksiyani tenglaymiz:

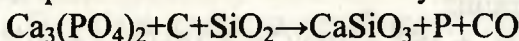


$\text{HNO}_3$  – oksidlovchi, uning oldidagi koeffitsiyent 4;

$\text{Cu}$  – qaytaruvchi, uning oldidagi koeffitsiyent 1.

**(B javob to'g'ri).**

**2-misol.** Apatitdan fosfor olish reaksiyasi

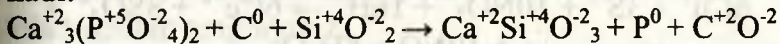


tenglamasining koeffitsiyentlar yig'indisini hisoblang.

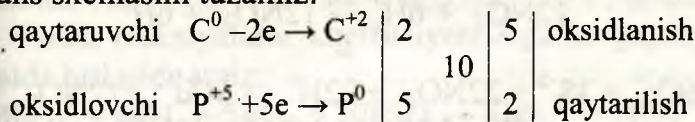
A) 14; B) 16; C) 17; D) 19.

**Yechish:**

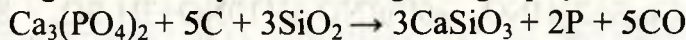
Barcha elementlarning oksidlanish darajalari aniqlanadi:



Oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlab, elektron balans sxemasini tuzamiz:



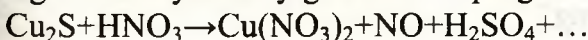
Olingan koeffitsiyentlarni tenglamaga qo'yamiz:



Jami koeffitsiyentlar yig'indisini hisoblaymiz:

$1+5+3+3+2+5=19$ . **(D javob to'g'ri).**

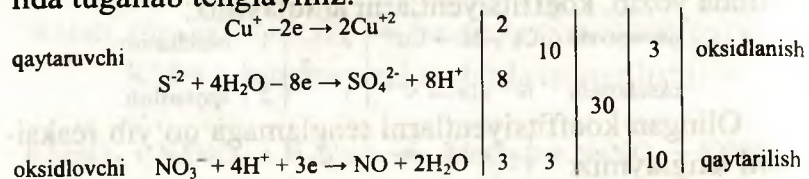
**3-misol.** Quyidagi reaksiyada qatnashgan moddalarning koeffitsiyentlar yig'indisini toping.



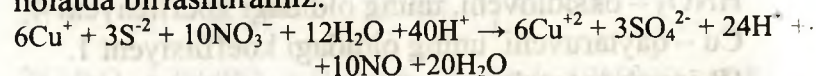
A) 52; B) 48; C) 27; D) 26.

**Yechish:**

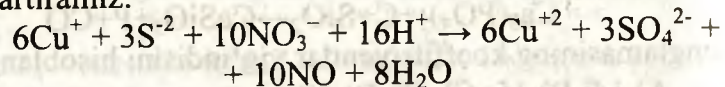
Reaksiya tenglamasini yarim ionli reaksiyalar usulida tugallab tenglaymiz:



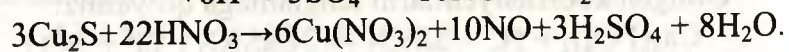
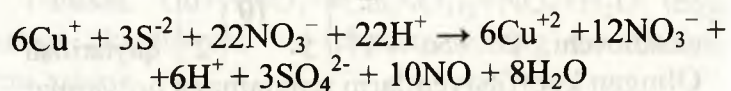
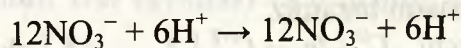
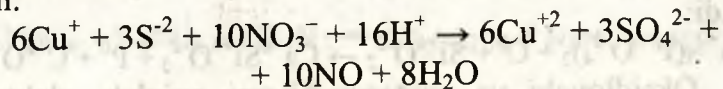
Yarim reaksiyalarni koeffitsiyentlarga ko'paytirgan holatda birlashtiramiz:



Tenglamani ikki tomonidagi bir xil moddalarni qisqartiramiz:

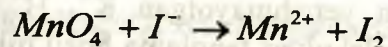


Ionli tenglama uchun yetishmayotgan  $\text{H}^+$  va  $\text{NO}_3^-$  ionlari qo'shib, molekulyar tenglama hosil qilish mumkin:



Koeffitsiyentlar yig'indisi:  $3+22+6+10+3+8=52$  ga teng. (A javob to'g'ri).

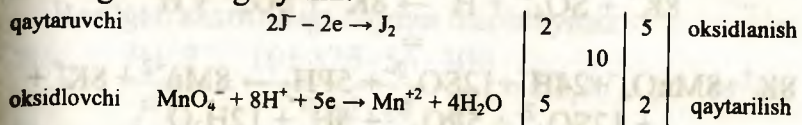
**4-misol.** Qisqa tenglamasi keltirilgan kislotali muhitda boradigan reaksiyada suv oldidagi koeffitsiyent nechaga teng?



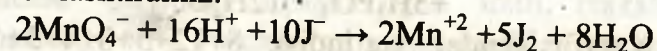
A) 2; B) 3; C) 8; D) 10.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini yarim ionli reaksiyalar usulida tugallab tenglaymiz:

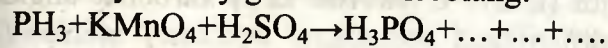


Yarim reaksiyalarni koeffitsiyentlarga ko'paytirgan holatda birlashtiramiz:



Tenglamada suvning oldidagi koeffitsiyent 8 ga teng (C javob to'g'ri).

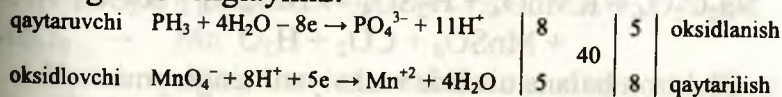
**5-misol.** Quyidagi reaksiya tenglamasini tugallang va koeffitsiyentlar yig'indisini hisoblang:



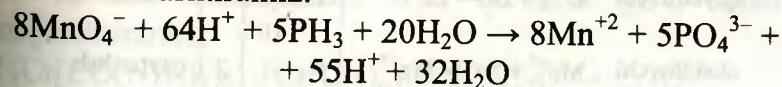
A) 48; B) 52; C) 54; D) 55.

**Yechish:**

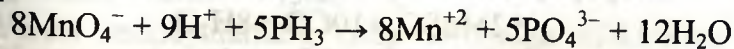
Reaksiya tenglamasini yarim ionli reaksiyalar usulida tugallab tenglaymiz:



Yarim reaksiyalarni koeffitsiyentlarga ko'paytirgan holatda birlashtiramiz:

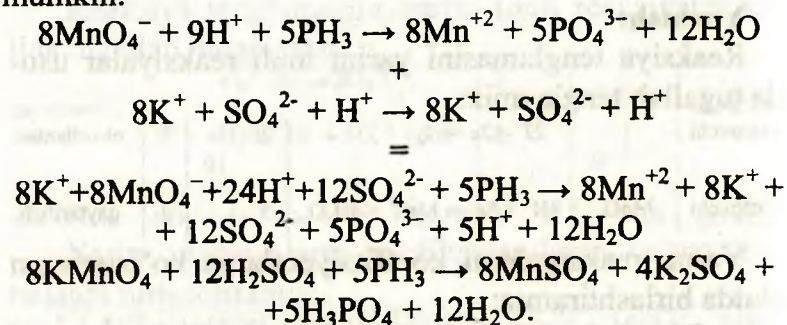


Tenglamani ikki tomonidagi bir xil moddalarni qisqartiramiz:





Ionli tenglama uchun yetishmayotgan  $K^+$ ,  $H^+$  va  $SO_4^{2-}$  ionlari qo'shib, molekulyar tenglama hosil qilish mumkin:



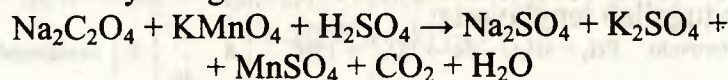
Koeffitsiyentlar yig'indisi:  $8+12+5+8+4+5+12=54$  ga teng. (C javob to'g'ri.)

**6-misol.** 79 g kaliy permanganat sulfat kislota ishtirokida  $Na_2C_2O_4$  bilan reaksiyaga kirishganda, qancha hajm (l, 27 °C va 100 kPa) karbonat anhidrid hosil bo'ladi?

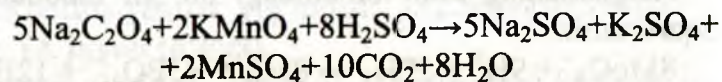
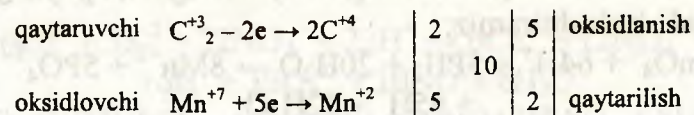
A) 56; B) 60,8; C) 44,8; D) 62,4.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini tuzamiz:



Elektron balans usulida reaksiyani tenglaymiz:



Reaksiya tenglamasi bo'yicha proporsiya tuzamiz:

2·158 g  $KMnO_4$  reaksiyaga kirishganda 10·22,4 l (n.sh)  $CO_2$  ajralib chiqsa,

79 g  $KMnO_4$  reaksiyaga kirishganda x l (n.sh)  $CO_2$  ajralib chiqadi.

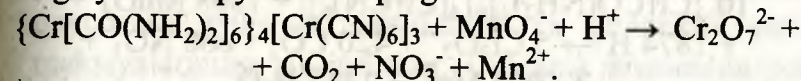
$x = 56$  l (n.sh).

Berilgan sharoitdagi hajmni hisoblaymiz:

$$V = \frac{P_0 V_0 T}{PT_0} = \frac{101,325 \cdot 56 \cdot 300}{100 \cdot 273} = 62,4 \text{ l. (D javob to'g'ri.)}$$

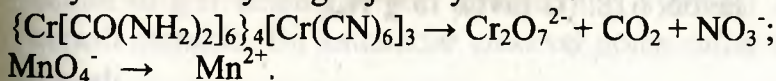
to'g'ri.)

**7-misol.** Quyidagi qisqartirilgan ionli reaksiya tenglamasidagi o'ng va chap tomonlar koeffitsiyentlarining ayirmasi qiymatini toping:

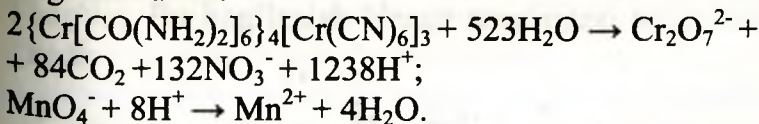


A) 148; B) 158; C) 618; D) 1025.

**Yechish:** Reaksiya tenglamasi koeffitsiyentlarining qiymatlarini aniqlash uchun ion-elektron balans usulidan foydalanish qulay. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ikki yarim reaksiyalarga ajratib yozamiz:

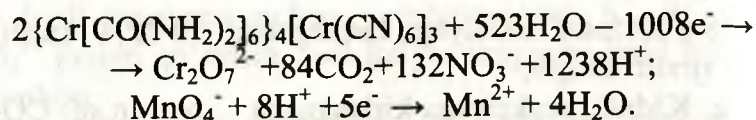


Yarim reaksiyalar sxemalarining o'ng va chap tomonlarida elementlar atomlari sonini vodorod ionlari  $H^+$  va suv molekullari  $H_2O$  qo'shish yo'li bilan tenglashtiramiz:

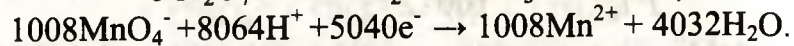
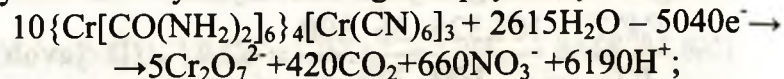


Yarim reaksiyalarning chap tomoniga elektronlar qo'shish yoki ayirish yo'li bilan ikkala tomonlarning zaryadlar sonini tenglaymiz:

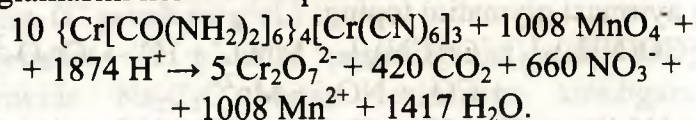




Ikkala yarim reaksiyalarda elektron balansni keltirib chiqarish uchun birinchi yarim reaksiyani 5 ga, ikkinchi yarim reaksiyani esa 1008 ga ko'paytirib yozamiz:



Oxirgi yarim reaksiya tenglamalarini bir-biriga qo'shib oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining umumiy tenglamasini keltirib chiqaramiz:



Tenglamaning o'ng va chap tomonlardagi koefitsiyentlar yig'indilarining farqi  $(5 + 420 + 660 + 1008 + 1417) - (10 + 1008 + 1874) = 3510 - 2892 = 618$ .

Javob: 618. (C javob to'g'ri.)

## 12-BOB. ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR

### 12.1. Galvanik elementlar

#### Metallarning standart elektrod potentsiali.

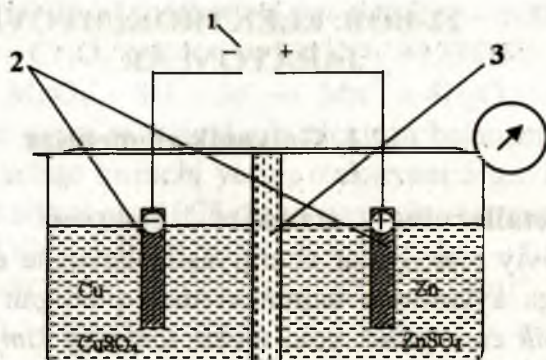
Kimyoviy reaksiyalar energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish uchun xizmat qiladigan qurilmalar *galvanik elementlar* yoki *elektr tokining kimyoviy manbalari* deb ataladi.

Galvanik elementda hosil bo'ladigan kuchlanish *elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.)* deb ataladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi oksidlanish va qaytarilish yarim reaksiyalarining yig'indisidir. Galvanik elementda yoki elektrolizda sodir bo'ladigan har bir yarim reaksiya ayrim elektrodalarda boradi. Shu sababli yarim reaksiyalar *elektrod jarayonlari* deb ham ataladi.

Elektr yurituvchi kuchni har bir yarim reaksiya uchun to'g'ri keladigan ikki kattalikning ayirmasi deb qarash mumkin. Bu kattaliklar *elektrod potentsiallar* deb ataladi.

Elektrod jarayonlarining potentsiallari metallning tabiati (aktiv yoki passivligi)ga, eritmadagi ionlarning konsentratsiyasiga hamda sistemaning haroratiga bog'liq. Bu bog'lanish Nernst tenglamasi bilan ifodaladi:

$$E = E^0 + \frac{2,3 \cdot R \cdot T}{n \cdot F} \lg C$$



12.1.-rasm. Galvanik element.

1. Galvanometr; 2. Elektrodlar;
3. Eritmatagi ionlar o'la oladigan to'siq.

Ushbu tenglamadagi:  $E$  – ayni elektrod potentsiali ( $V$ );  $E^0$  – shu elektrodning standart sharoit ( $T=298\text{ K}$ ,  $P=101,325\text{ kPa}$ ,  $C=1\text{ mol/l}$ )da o'lgan potentsiali ( $V$ );  $R$  – universal gaz doimiysi;  $T$  – absolyut harorat ( $K$ );  $n$  – reaksiyada ishtirok etuvchi elektronlar soni;  $F$  – Faradey soni ( $96500\text{ KJ}$ );  $C$  – metall ionlarining eritmadagi konsentratsiyasi ( $\text{mol/l}$ ).

⬇ Muayyan elektrodning eritmadagi ionlar konsentratsiyasi  $1\text{ mol/l}$  ga teng bo'lganda, standart sharoitda o'lgan potentsiali uning *standart elektrod potentsiali* deb ataladi.

**Metallarning elektrokimyoviy kuchlanishlar qatori.** Metallarning standart elektrod potentsiallarining qiymati ularning kimyoviy aktivligini ifodalaydi (12.1-jadval). N.N. Beketov metallarning kimyoviy aktivligi borasida ko'plab tadqiqotlar olib borib ularni kimyoviy aktivligi pasayib borish tartibida joylashtirdi va metallarning



elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorini tuzdi. Bu qatorda metallarning standart elektrod potentsiallari qiymati ortib boradi.

Li, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Cr, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

*Bu qator metallarning standart elektrod potentsiallari qatori ham deb yuritiladi.*

Metallarning standart elektrod potentsiallari qatori elektrokimyoviy qatori deb yuritiladi va undan quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

a) standart elektrod potentsiallarida metallar oson oksidlanadi (elektronlarini beradi), ularning ionlari esa o'ziga elektronni qiyinroq biriktiradi (kuchsiz oksidlovchi);

b) elektrokimyoviy qatorda metall o'zidan keyinroq turgan metall ionini eritmadan siqib chiqaradi. Magniygacha joylashgan metallar bundan mustasno, chunki ularning qaytaruvchilik qobiliyati shunchalik yuqoriki, suvli eritmada birinchi navbatda suv bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradi. Magniy esa faqat is-siq suv bilan reaksiyaga kirishadi;

c) vodoroddan oldingi (standart elektrod potentsiallari manfiy bo'lgan) metallar anioni oksidlovchi bo'lmagan kislotalar (HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, suyultirilgan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> va boshqalar) eritmalaridan vodorodni siqib chiqaradi;

d) vodoroddan keyinroq joylashgan (E<sup>0</sup> musbat qiymatli) metallar oksidlovchi xususiyatga ega bo'lmagan kislotalar eritmaları bilan reaksiyaga kirishmaydi.



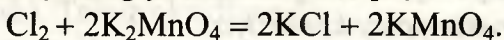
Bu metallarning ionlari  $E^0$  ortib borish tartibida kuchli oksidlovchilik qobiliyatini namoyon qiladi.

*12.1.-jadval. Metallarning standart elektrod potentsiallari*

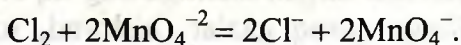
Metall	$E^0, V$	Metall	$E^0, V$
$Li^+ / Li$	-3,045	$Ga^{3+} / Ga$	-0,56
$Rb^+ / Rb$	-2,925	$Fe^{2+} / Fe$	-0,441
$K^+ / K$	-2,924	$Cd^{2+} / Cd$	-0,404
$Cs^+ / Cs$	-2,923	$In^{3+} / In$	-0,338
$Ra^{2+} / Ra$	-2,916	$Co^{2+} / Co$	-0,277
$Ba^{2+} / Ba$	-2,905	$Ni^{2+} / Ni$	-0,234
$Sr^{2+} / Sr$	-2,888	$Sn^{2+} / Sn$	-0,141
$Ca^{2+} / Ca$	-2,864	$Pb^{2+} / Pb$	-0,126
$Na^+ / Na$	-2,771	$2H^+ / H_2$	0,000
$Ac^{3+} / Ac$	-2,6	$Sb^{+3} / Sb$	+0,24
$La^{3+} / La$	-2,522	$Re^{+3} / Re$	+0,3
$Y^{3+} / Y$	-2,372	$Bi^{+3} / Bi$	+0,317
$Mg^{2+} / Mg$	-2,37	$Cu^{2+} / Cu$	+0,338
$Sc^{3+} / Sc$	-2,077	$Hg_2^{2+} / Hg$	+0,796
$Be^{2+} / Be$	-1,847	$Ag^+ / Ag$	+0,799
$Al^{3+} / Al$	-1,7	$Rh^{3+} / Rh$	+0,8
$Ti^{3+} / Ti$	-1,208	$Pd^{2+} / Pd$	+0,915
$Mn^{2+} / Mn$	-1,192	$Pt^{+2} / Pt$	+0,963
$Cr^{2+} / Cr$	-0,852	$Au^+ / Au$	+1,691
$Zn^{2+} / Zn$	-0,763		

Standart elektrod potentsiallari qatori oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish yo'nalishini aniqlashga imkon beradi. Agar ikki elektrokimyoviy sistemadan galvanik element tuzilsa, elektronlar manfiy elektroddan musbat elektrodba o'ta boshlaydi, ya'ni kichik elektrod potentsialiga ega bo'lgan elektrokimyoviy sistemadan kattaroq elektrod potentsialga ega bo'lgan sistemaga o'tadi. Bunda birinchi sistema qaytaruvchi, ikkinchi sistema esa oksidlovchi vazifasini bajaradi.

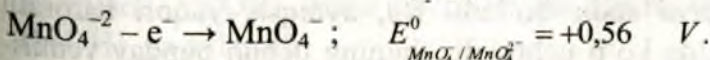
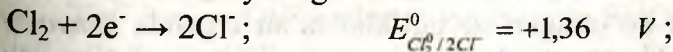
Hozirda metallardan yasalgan elektrodlarning potentsiallaridan tashqari ko'plab har xil oksidlanish qaytarilish sistemalarining standart elektrod potentsiallari o'lgangan va ularning qiymatlari ma'lumotnomalarda keltirilgan. Standart elektrod potentsiallari ko'pincha oksidlanish-qaytarilish potentsiallari deyiladi. Ularning qiymati qarang, reaksiyalarining qaysi tomonga o'zo'zidan borishini aniqlash mumkin. Qaysi yarim reaksiya juftligining oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymati katta bo'lsa, shu juftlikdagi oksidlanish darajasi yuqori bo'lgan zarracha (molekula, atom yoki ion) reaksiyada oksidlovchi vazifasini bajaradi. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymati kichik bo'lgan juftlikdagi qaytarilgan shakl qaytaruvchi sifatida reaksiyaga kirishadi. Masalan, quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlaymiz:



Bu tenglama ionli shaklda quyidagicha ko'rinishga ega:



Yarim reaksiyalarga bo'lsak:



$E_{Cl_2/2Cl^-}^0$  qiymati  $E_{MnO_4^-/MnO_4^{2-}}^0$  dan katta bo'lgani uchun bu reaksiyada  $Cl_2/2Cl^-$  juftlikdagi oksidlangan shakl, ya'ni  $Cl_2^0$  oksidlovchi,  $MnO_4^-/MnO_4^{2-}$  juftlikdagi qaytarilgan shakl –  $MnO_4^{2-}$  ionlari esa qaytaruvchi vazifasini bajarib, jarayon o'ng tomonga yo'nalgandir. Demak, reaksiya o'ng tomonga o'z-o'zidan boradi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida dastlabki moddalarining konsentratsiyalari kamayib, mahsulotlarning konsentratsiyalari ortib boradi. Bu ikkala yarim reaksiyalarning potentsiali qiymatlarini o'zgarishiga olib keladi. Oksidlovchining elektrod potentsiali kamayadi, qaytaruvchining elektrod potentsiali oshadi. Ikkala jarayonni potentsiallari bir-biriga tenglashganda kimyoviy muvozanat qaror topadi.

## 12.2. Metallar korroziyasi haqida tushuncha.

### Korroziya turlari

Ko'pchilik metallar havo, suv, kislota, ishqor va tuzlarning eritmalari ta'sirida yemiriladi. Bu hodisa *korroziya* deyiladi. Korroziya so'zi lotincha «*corrodore*» – *yemirilish* degan ma'noni anglatadi. Korroziya o'zining fizik-kimyoviy tavsifi jihatidan ikki xil bo'ladi: *kimyoviy* va *elektrokimyoviy korroziya*.

Metallarda qanday turdagi korroziya sodir bo'lishi metallni qurshab turgan muhitga bog'liq bo'ladi.

Metallarga quruq gazlar (kislorod, sulfid anhidrid, vodorod sulfid, galogenlar, karbonat anhidrid va h.k.), elektrolit bo'lmagan suyuqliklar ta'sir etganda *kimyoviy korroziya* sodir bo'ladi. Bu, ayniqsa, yuqori haroratli sharoitda ko'p uchraydi, shuning uchun bunday yemiri-

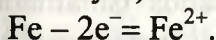


lish metallarning *gaz korroziyasi* deb ham ataladi. Gaz korroziyasi ayniqsa, katta zarar keltiradi. Temir va po‘lat buyumlarini gaz korroziyasidan saqlash uchun ularning sirti alyuminiy bilan qoplanadi.

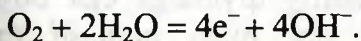
Suyuq yoqilg‘ilar ta‘sirida vujudga keladigan korroziya ham kimyoviy korroziya jumlasiga kiradi. Suyuq yoqilg‘ining asosiy tarkibiy qismlari metallarni korroziyalantirmaydi, lekin, neft va surkov moylari tarkibidagi oltingugurt, vodorod sulfid va oltingugurtli organik moddalarning metallarga ta‘siri natijasida korroziya vujudga keladi. Suvsiz sharoitdagina bu ta‘sir namoyon bo‘ladi. Suvda elektrokimyoviy korroziyaga aylanadi.

Elektrolitlar ta‘sirida sodir bo‘ladigan korroziya *elektrokimyoviy korroziya* deyiladi. Ko‘pgina metallar asosan elektrokimyoviy korroziya tufayli yemiriladi. Elektrokimyoviy korroziya metalda kichik galvanik elementlar hosil bo‘lishi natijasida sodir bo‘ladi.

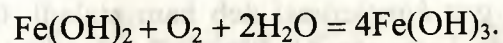
Galvanik elementlar hosil bo‘lishiga sabab: 1) ko‘p metallar tarkibida qo‘shimcha sifatida boshqa metallar bo‘lishi; 2) metall hamma vaqt suv, havo namligi va elektrolitlar qurshovida turishidir. Masalan, nam havoda temirga mis metali tegib turgan bo‘lsin. Bunda galvanik element hosil bo‘ladi (temir – anod, mis – katod vazifasini o‘taydi). Temir oksidlanadi:



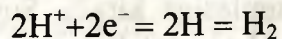
Bu elektronlar katod sirtida havo kislorodini qaytaradi:



$\text{Fe}^{2+}$  ionlari  $\text{OH}^-$  ionlari bilan birikib,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ni hosil qiladi;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  havo kislorodi va namlik ta‘sirida  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ga aylanadi:



Natijada temir korroziyaga uchraydi. Agar, vodorod ionlari mo'1 bo'lsa, temirdan chiqqan elektronlar havodagi kislorodni qaytarmasdan vodorod ionlarini qaytaradi;



Temir qalayga tegib tursa, korroziya temir misga tegib turgandagiga qaraganda sustroq sodir bo'ladi, temir ruxga tegib tursa, zanglamaydi, chunki, temir ruxga qaraganda passivroq metaldir; elektrolitlar ishtirokida rux bilan temir hosil qilgan galvanik elementda rux – anod, temir – katod vazifasini bajaradi.

### 12.3. Metallar korroziyasi oldini olish

Metallarni korroziyadan saqlash uchun bir necha choralar qo'llaniladi:

- a) metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash;
- b) metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash;
- d) metallarga turli qo'shimchalar kiritish;
- e) metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash.

**Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash.** Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash usullaridan biri *anod qoplash* hisoblanadi. Bu maqsadda ishlatiladigan metallning standart elektrod potentsiali metallarning aktivlik qatorida korroziyadan saqlanishi kerak bo'lgan metallnikiga qaraganda manfiy qiymatga ega bo'lishi lozim. Masalan, temirni rux bilan qoplash (anod qoplash) nihoyatda katta foyda keltiradi, chunki temir buyum uning sirtini qoplagan ruxning hammasi tugama-guncha yemirilmaydi.

Temirni qalay bilan qoplanganda *katod qoplama* olinadi, chunki qoplovchi metall qoplanuvchi metallga nisbatan passivroq. Katod qoplamaning biror joyi ko'chsa, himoya qilinuvchi metall, ya'ni temir juda tez yemiriladi.

**Metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash.** Metallarning sirtini lak, bo'yoq, rezina, surkov moylari (solidol, texnik vazelin) bilan qoplash, emallash va hokazolar metallarni korroziyadan saqlaydi.

**Metallarga turli qo'shimchalar kiritish.** Odatdagi po'latga 0,2-0,5% mis qo'shish bilan po'latning korroziyaga bardoshlilikini 1,5-2 marta oshirish mumkin. Zanglamaydigan po'lat tarkibida 12% ga qadar xrom bo'ladi, bu xrom passiv holatda bo'lib, po'latga mustahkamlik beradi. Po'latga nikel va molibden qo'shilganida uning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Bunday po'latlar *legirlangan po'latlar* deyiladi.

**Metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash.** Maxsus kimyoviy amaliyotlar o'tkazib, metall sirtini korroziyaga chidamli birikmalar pardasi bilan qoplash mumkin. Bunday pardalar – oksidli, fosfatli, xromatli va hokazo pardalar nomi bilan yuritiladi. Metall sirtida korroziyaga chidamli oksid parda hosil qilish jarayoni *oksidirlash* deyiladi. Metall buyumni oksidirlashning uch usuli mavjud:

- 1) metall buyum sirti yuqori haroratda organik moddalar bilan oksidlantiriladi (qoraytiriladi, ko'kartiriladi va hokazo);
- 2) metall buyum ( $\text{MnO}_2$ ;  $\text{NaNO}_3$ ;  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  kabi) oksidlovchi moddalar ishtirokida konsentrlangan ishqor eritmasi suyuqlikning qaynash haroratigacha qizdiriladi;



3) metall buyumni biror elektrolit eritmasi ichida anod qutbga joylab elektroliz o'tkaziladi, bu jarayon *anodirlash* deyiladi.

**Korrozion aktivator va ingibitorlar.** Korroziya jarayonining tezligiga eritmalarda bo'lgan ionlar, ya'ni  $H^+$  va  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasi, eritmaning vodorod ko'rsatkichi (pH) katta ta'sir ko'rsatadi.  $H^+$  ionlari konsentratsiyasi ortsa, korroziya kuchayadi,  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasining ortishi temirning korroziyalanishini susaytiradi. Lekin gidroksidlari amfoter xossaga ega bo'lgan metallar (Zn, Al, Pb)ning korroziyasi  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasi ortganda tezlashadi.

Korroziyani tezlatuvchi moddalar *korrozion aktivatorlar* deyiladi. Bularga ftoridlar, xloridlar, sulfatlar, nitratlar va hokazolar kiradi. Korrozion muhitga qo'shilganida metallar korroziyasini susaytiradigan moddalar *korrozion ingibitorlar* deb ataladi. Masalan, aminlar, mochevina, aldegidlar, sulfidlar, xromatlar, fosfatlar, nitritlar, silikatlar va hokazolar korrozion ingibitorlardir.

#### 12.4. Elektroliz jarayoni

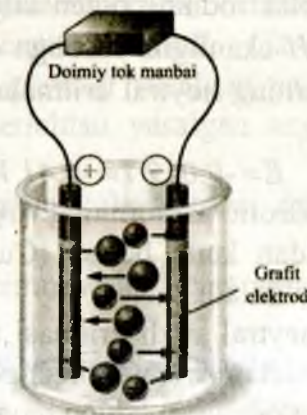
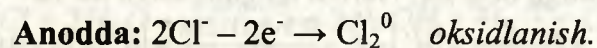
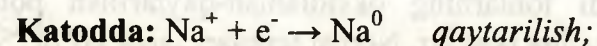
➔ Elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasidan o'zgarmas elektr toki o'tkazilganda elektrodlarda bo'radigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari *elektroliz* deb ataladi.

Elektroliz jarayoni maxsus qurilmalar – elektrolizyorlar yoki elektrolitik vannalarda olib boriladi.

Agar elektrolitning suvdagi eritmasiga o'zgarmas tok manbayiga ulangan elektrod tushirilsa, eritmada tar-

tibsiz harakatda bo'lgan ionlar bir tomonga yo'naladi: kationlar katodga, anionlar esa anodga tomon harakatladi. Elektr toki manbayining ishlashi natijasida elektronlar anoddan katodga uzatiladi, shu sababli anodda elektronlar yetishmay qoladi, katodda esa ko'payib ketadi. Elektronlar katoddan musbat zaryadlangan ionlarga o'tadi va ular neytral atomlarga aylantiriladi. Manfiy zaryadlangan ionlar anodga kelib unga o'z elektronlarini beradi va o'zi zaryadsizlanadi. Demak, elektrolizda katodda qaytarilish, anodda esa oksidlanish jarayoni sodir bo'ladi.

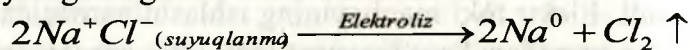
Masalan, NaCl suyuqlanmasidan elektr toki o'tkazilsa, suyuqlanmadagi  $Na^+$  va  $Cl^-$  ionlari tegishli elektrodlar tomon yaqinlashib quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:



12.2.-rasm. Elektrolizning umumiy sxemasi.



Suyuqlantirilgan NaCl ning elektrolizi umumiy tarzda quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Suyuqlanmalarining elektrolizi faol metallarni (elektrokimyoviy kuchlanish qatoridagi Al gacha bo'lgan metallarni) tabiiy birikmalaridan olishda qo'llaniladi.

Kimyoviy amaliyotda elektrolitlarning suvdagi eritmaları elektrolizi ham keng qo'llaniladi. Suvli eritmada elektrolit ionlaridan tashqari suvning dissosilanishidan hosil bo'lgan  $H^+$  va  $OH^-$  ionlari ham elektroliz jarayonida ishtirok etishi mumkinligini hisobga olish zarur. Katod atrofida elektrolit va vodorod kationlari, anod atrofida esa elektrolit va gidroksid anionlari to'planadi. Katod va anodda boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayoni ionlarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qiymatiga bog'liq. Nernst tenglamasiga ko'ra

$$E = E_0 + \frac{2,3 \cdot R \cdot T}{n \cdot F} \lg [H^+] = E_0 + \frac{2,3 \cdot 8,31 \cdot 298}{1 \cdot 96500} \lg [H^+] = E_0 + 0,059 \lg [H^+]$$

Vodorod elektrodning potentsiali  $E_0 = 0$  ga tengligini va  $\lg [H^+] = -pH$  ekanligini hisobga olsak,  $E = -0,059 \cdot pH$  bo'ladi. Tuzlarning neytral eritmaları uchun  $pH = 7$  ga tengligi uchun,

$$E = -0,059 \cdot 7 = -0,41 \text{ V bo'ladi.}$$

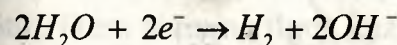
Agar elektrolit kationining oksidlanish-qaytarilish potentsiali noldan katta bo'lsa (Cu-Au) katodda faqat metall ioni qaytariladi.

Tuzning neytral suvli eritmasi elektroliz qilinganda kationning oksidlanish-qaytarilish potentsiali  $-0,41V$  dan katta bo'lsa, katodda shu kation qaytariladi.

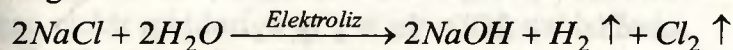
Agar metallning standart elektrod potentsiali magniynikidan kattaroq bo'lsa, katodda metall ham, vodorod ham birgalikda qaytariladi.

Elektrokimyoviy kuchlanish qatorida Mg dan oldingi metallar birikmalarining suvli eritmaları elektroliz qilinganda katodda faqat  $H^+$  ionlari qaytarilib vodorod hosil bo'ladi.

Kislotali eritmalaridan vodorodning ajralib chiqishi vodorod ionlarining zaryadsizlanishi hisobiga boradi. Neytral va ishqoriy eritmalarda suv molekulari qaytariladi:



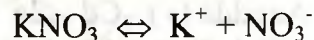
Masalan, NaCl suvdagi eritmasini elektroliz qilganda, suv molekulari elektrolizga uchrashi hisobiga katodda Na o'rniga  $H_2$  qaytariladi. Umumiy tarzda quyidagicha:



Elektroliz jarayoni anod materialiga qarab, inert anod bilan bo'ladigan elektroliz va aktiv anod bilan bo'ladigan elektrolizga bo'linadi. Oksidlanmaydigan materialdan (grafit, platina) yasalgan anod inert anod, oksidlanadigan materialdan yasalgan anod aktiv anod deb yuritiladi.

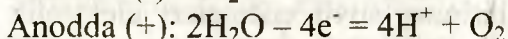
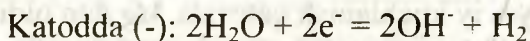
Tuzlar eritmalarining elektrolizini misollar asosida ko'rib chiqamiz.

1)  $KNO_3$  tuzi eritmasining inert anod ishtirokidagi elektrolizi:

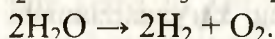
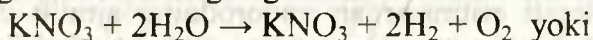


$K^+/K$  uchun  $E_0 = -2,93 \text{ V}$  bo'lib,  $K^+$  kationlari katodda qaytarilmaydi.

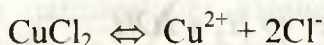
$\text{NO}_3^-$  anionlari suvli eritmalarda oksidlanmaydi. Katodda va anodda suv molekulasini qaytariladi va oksidlanadi:



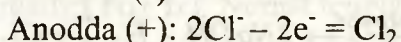
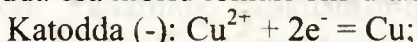
Elektroliz jarayonining umumiy tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:



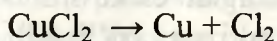
2)  $\text{CuCl}_2$  eritmasining inert anod ishtirokidagi elektrolizi.



Misning standart elektrod potentsiali  $E_0 = 0,34\text{V}$  bo'lganligi uchun katodda faqat mis ionlari qaytariladi, anodda esa xlorid ionlari oksidlanadi:

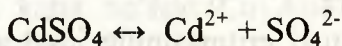


Elektroliz jarayonining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



3) Tuz eritmalarining aktiv anod qo'llanilgandagi elektrolizi.

Bunday elektroliz jarayonida anod materiali eriydi. Masalan, kadmiy sulfat eritmasining elektrolizini misol qilish mumkin:



Elektroliz vaqtidagi anodda boradigan oksidlanish jarayonida anod materiali ikki guruhga – erimaydigan va eriydigan anodlarga bo'linadi.



Oksidlanmaydigan materialdan (grafit, platina) yasalgan anod *erimaydigan (inert) anod*, oksidlanadigan materialdan yasalgan anod *eriydigan (faol) anod* deyiladi.

## 12.5. Elektroliz qonunlari

Elektr energiyasi ta'sirida vujudga keladigan kimyoviy jarayonlar unumi bilan elektr toki o'rtasida miqdoriy bog'lanish borligini dastlab 1836-yilda ingliz olimi M. Faradey aniqladi. Faradey fanga elektrod, anod, katod, anion, kation, elektrolit, elektroliz tushunchalarini kiritdi. Olim o'zining ilmiy kuzatishlari asosida quyidagi elektroliz qonunlarini kashf etdi:

➔ **Faradeyning I qonuni.** Elektroliz vaqtida elektrodga ajralib chiqadigan moddaning massasi eritmadan o'tgan elektr miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

➔ **Faradeyning II qonuni.** Agar bir necha ketma-ket ulangan elektrolit eritmaları orqali bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalarning massalari o'sha moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional bo'ladi.

Elektroliz vaqtida elektrodalarda 1 ekvivalent modda ajralib chiqishi uchun elektrolit eritmasidan  $96484,56 \approx 96500$  Kulon elektr miqdori o'tishi kerak. Bu son Faradey soni (F) deyiladi.

Faradey qonunlaridan

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot I \cdot \tau}{F} \text{ yoki } m = \frac{\mathcal{E} \cdot Q}{F}$$

ifoda kelib chiqadi.



Bunda,  $m$  – moddaning massasi (g),  $E$  – moddaning ekvivalent massasi (g/ekv);  $I$  – tok kuchi (A);  $Q$  – elektr miqdori (Kl);  $\tau$  – vaqt (s);  $F$  – Faradey soni;  $F = 96500$  Kl. Agar vaqt soatlarda o'lichansa,  $F = 26,8$  A·soat.

**Misol.**  $\text{CuCl}_2$  eritmasidan tok kuchi 0,5 A ga teng bo'lgan elektr toki 30 daqiqa davomida o'tkazilganda katodda hosil bo'ladigan modda massasini aniqlang.

**Yechish:**  $\text{CuCl}_2$  eritmasi elektroliz qilinganda katodda  $\text{Cu}^{2+}$  kationlari qaytariladi va anodda  $\text{Cl}^-$  anionlari oksidlanadi. Katodda ajralib chiqqan Cu metalining massasi quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot I \cdot \tau}{F}$$

$E_{\text{Cu}} = 32,5$  g/ekv;  $I = 0,5$  A;  $\tau = 30$  min =  $30 \cdot 60 = 1800$  sek;  $F = 96500$ :

$$m_{\text{Cu}} = \frac{32,5 \cdot 0,5 \cdot 1800}{96500} = 0,3 \text{ g}$$

*Javob:* elektroliz jarayonida katodda 0,3 g Cu metali ajralib chiqadi.

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Metallarni ularning birikmalaridan ajratib olish, metall buyumlarni korroziyadan saqlashda, metall sirtiga korroziyabardosh metall qoplash kabi ishlarda elektrolizdan foydalaniladi.

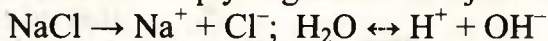
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Osh tuzi eritmasi elektroliz qilinganda, katod va anodda qanday moddalar ajralib chiqadi?

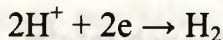
- A) natriy va xlor;      B) natriy va kislorod;  
C) natriy va vodorod;    D) vodorod va xlor.

### Yechish:

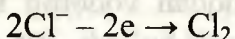
Osh tuzi eritmasida quyidagi ionlar mavjud bo'ladi:



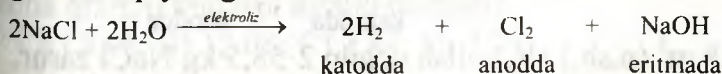
Katod manfiy zaryadli elektrod. Unga  $\text{Na}^+$  va  $\text{H}^+$  kationlari tortiladi. Standart elektrod potentsiallar qiymatlarini taqqoslash ko'rsatadiki,  $\text{H}^+$  ning oksidlovchilik xossasi  $\text{Na}^+$  ionidan kuchli. Shuning uchun katodda  $\text{H}^+$  qaytariladi:



Anod – musbat zaryadlangan elektrod. Unga tomon  $\text{Cl}^-$  va  $\text{OH}^-$  anionlari harakat qilib yaqinlashadi. Kislorodli kislota anionlarining qaytaruvchilik xossasi gidroksid ionidan kuchsiz. Lekin kislorodsiz kislota qoldiqlarining qaytaruvchilik xossasi  $\text{OH}^-$  ionidan kuchli (bundan faqat  $\text{F}^-$  anioni mustasno). Shuning uchun anodda  $\text{Cl}^-$  oksidlanadi:



Eritmada qolgan ionlar esa  $\text{Na}^+$  va  $\text{OH}^-$  lardir. Ko'rinib turibdiki, eritmaning muhiti kuchli ishqoriy muhitni tashkil etadi. Elektroliz jarayonining umumiy tenglamasi quyidagicha:



**(D javob to'g'ri).**

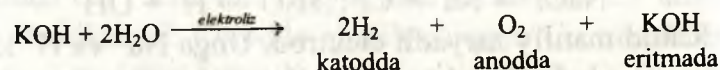


**2-misol.** KOH eritmasi ko'mir elektrodlar bilan elektroliz qilinganda, anodda 1500 ml gaz olindi. Katodda qanday modda va qancha miqdorda ajralib chiqadi?

- A) vodorod; 750 ml; B) kaliy; 2,16 g;  
C) kaliy; 5,15 g; D) vodorod; 3000 ml.

**Yechish:**

KOH eritmasi elektroliz qilinganda quyidagi jarayon sodir bo'ladi:



Anodda 22400 ml O<sub>2</sub> ajralganda katodda 44800 ml H<sub>2</sub> anodda 1500 ml O<sub>2</sub> ajralganda katodda x ml H<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

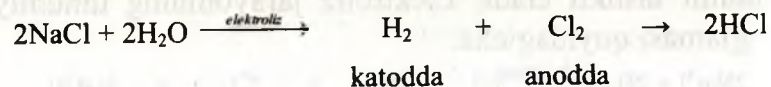
x = 3000 ml. **(D javob to'g'ri).**

**3-misol.** Agar vodorod xloridning ishlab chiqarilish unumdorligi 150 m<sup>3</sup>/soat bo'lsa, elektroliz sexining sutka davomidagi osh tuziga ehtiyoji qancha (kg) bo'ladi?

- A) 784; B) 196; C) 3917; D) 9402.

**Yechish:**

Vodorod xlorid osh tuzi eritmasining elektrolizi natijasida ajralib chiqqan vodorod va xlorlarning o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'ladi. Bir sutkada 150 · 24 = 3600 m<sup>3</sup> HCl hosil qilish uchun qancha NaCl zarurligini quyidagi sxema asosida hisoblaymiz:



44,8 m<sup>3</sup> (n.sh.) HCl olish uchun 2 · 58,5 kg NaCl zarur, 3600 m<sup>3</sup> (n.sh.) HCl olish uchun x kg NaCl zarur bo'ladi.

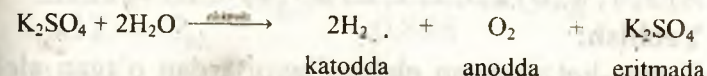
x = 9402 kg **(D javob to'g'ri).**

**4-misol.** 100 g kaliy sulfat eritmasida kaliy sulfatning massa ulushi 0,082. Shu eritma elektroliz qilinganda, anodda 5,6 l (n.sh.da) gaz ajralib chiqdi. Elektrolizdan keyingi eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

- A) 10,1; B) 9; C) 14; D) 18.

**Yechish:**

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi elektroliz qilinganda quyidagi jarayon sodir bo'ladi:



Demak, eritmadagi tuzning massasi o'zgarmaydi va u 100 · 0,082 = 8,2 g ni tashkil etadi.

36 g suv elektrokimyoviy parchalanganda anodda 22,4 l, x g suv elektrokimyoviy parchalanganda anodda 5,6 l kislorod ajraladi.

x = 5,6 · 36 / 22,4 = 9 g suv parchalanib eritmadan chiqib ketadi.

Eritmaning massasi esa 100 - 9 = 81 g ga teng bo'lib qoladi. Undagi tuzning foiz konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$\omega_{\%, \text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{K}_2\text{SO}_4}}{m_e} \cdot 100\% = \frac{8,2}{81} \cdot 100\% = 10,1\%.$$

**(A javob to'g'ri).**

**5-misol.** Kumush nitrat eritmasidan kuchi 8 A ga teng bo'lgan tok chorak soat o'tkazilganda, elektrodda necha gramm kumush ajralib chiqadi?

- A) 8,06; B) 12,08; C) 9,88; D) 7,25.

**Yechish:**

Berilgan ma'lumotlarni Faradey formulasiga qo'yib, ajralib chiqqan kumush massasini hisoblaymiz:



$$m_{Ag} = \frac{\mathcal{E}_{Ag} \cdot i \cdot \tau}{F} = \frac{108 \cdot 8 \cdot 0,25}{26,8} = 8,06 \text{ g. (A javob to'g'ri).}$$

**6-misol.** Doimiy tok manbayiga ketma-ket ulangan  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$  va  $\text{AuCl}_3$  eritmaları orqali 20 daqiqa davomida kuchi 5 A bo'lgan tok o'tkazildi. Katodlarda hosil bo'lgan metallarning yuqoridagi qator tartibidagi massalari (g) quyidagilardan qaysi biriga mos keladi?

A) 1; 1; 1; B) 2,5; 2; 1; C) 6,7; 2; 4; D) 2; 5; 1.

**Yechish:**

Ketma-ket ulangan elektrolizyordlardan o'tgan elektr miqdorlari o'zaro teng bo'ladi. Hisoblash oson bo'lishi uchun elektrolizyordlardan o'tgan tokning miqdorini aniqlab olamiz:

$$n_{tok} = \frac{i \cdot \tau}{F} = \frac{5 \cdot 20 \cdot 60}{96500} = 6,22 \cdot 10^{-2} \text{ ekv}$$

Faradeyning elektroliz qonunidan ma'lumki, elektrodalarda ajralib chiqadigan modda ekvivalent miqdori Faradey miqdoriga tengdir. Demak, har bir elektrolizyord katodlarida  $6,22 \cdot 10^{-2}$  ekvivalent miqdordan metallar hosil bo'ladi. Ularning massalari esa:

$$m_{Ag} = n_{tok} \cdot \mathcal{E}_{Ag} = 6,22 \cdot 10^{-2} \cdot 108 = 6,7 \text{ g Ag;}$$

$$m_{Cu} = n_{tok} \cdot \mathcal{E}_{Cu} = 6,22 \cdot 10^{-2} \cdot 32 = 2 \text{ g Cu;}$$

$$m_{Au} = n_{tok} \cdot \mathcal{E}_{Au} = 6,22 \cdot 10^{-2} \cdot 65,67 = 4 \text{ g Au.}$$

**(C javob to'g'ri).**

**7-misol.** Metall xlorid suyuqlanmasi elektroliz qilinda, 0,896 l (n.sh.da) xlor va 3,12 g metall hosil bo'lgan. Qaysi metalning xloridi elektroliz qilinganligini aniqlang.

A) natriy; B) kalsiy; C) alyuminiy; D) kaliy.

### Yechish:

$$\text{Ekvivalentlar qonuniga ko'ra } \frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}.$$

Berilgan qiymatlarni formulaga qo'yib, metallning ekvivalent massasini hisoblaymiz. Buning uchun xlorning ekvivalent hajmi 11,2 l ekanligini yodda tutish lozim:

$$\frac{0,896}{3,12} = \frac{11,2}{\mathcal{E}_{Me}}; \mathcal{E}_{Me} = \frac{11,2 \cdot 3,12}{0,896} = 39 \text{ g / ekv.}$$

Demak, noma'lum metall kaliy ekan. **(D javob to'g'ri).**

**8-misol.** Mis(II)sulfatning 400 ml 6 % li eritmasining ( $\rho=1,022$  g/ml) elektrolizi eritma massasi 10 g ga kamayguncha davom ettirildi. Eritmada qolgan tuz va hosil bo'lgan kislotaning massa ulushlarini (%) toping.

- A) 3,2 va 3,07; B) 1,45 va 1,05;  
C) 0,14 va 3,2; D) 1,14 va 3,07.

### Yechish:

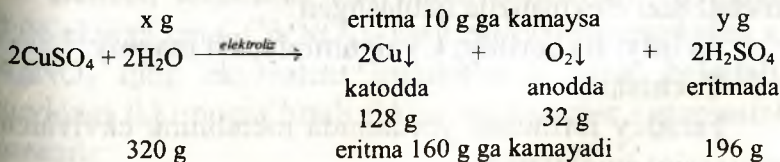
Eritmadagi  $\text{CuSO}_4$  ning massasi

$$m_{\text{CuSO}_4} = \frac{V_e \cdot \rho_e \cdot \omega_{\% \text{CuSO}_4}}{100\%} = \frac{400 \cdot 1,022 \cdot 6}{100} = 24,53 \text{ g}.$$

Eritmaning massasi esa

$$m_e = V_e \cdot \rho_e = 400 \cdot 1,022 = 408,8 \text{ g}.$$

Elektroliz jarayoni quyidagi tenglama asosida sodir bo'ladi:



$$x = 320 \cdot 10 / 160 = 20 \text{ g CuSO}_4 \text{ parchalanadi;}$$



$$y = m_{H_2SO_4} = 196 \cdot 10 / 160 = 12,25 \text{ g } H_2SO_4 \text{ hosil bo'ladu.}$$

Eritmada qolgan  $CuSO_4$  ning massasi:

$$m_{CuSO_4} = 24,53 - 20 = 4,53 \text{ g.}$$

Elektrolizdan keyingi eritmaning massasi:

$$m_e = 408,8 - 10 = 398,8 \text{ g.}$$

Eritmadagi  $CuSO_4$  va  $H_2SO_4$  larning foiz konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$\omega_{\%, CuSO_4} = \frac{m_{CuSO_4}}{m_e} \cdot 100\% = \frac{4,53}{398,8} \cdot 100\% = 1,14\%;$$

$$\omega_{\%, H_2SO_4} = \frac{m_{H_2SO_4}}{m_e} \cdot 100\% = \frac{12,5}{398,8} \cdot 100\% = 3,07\%.$$

**(D javob to'g'ri).**

**9-misol.** Sulfat kislotasi eritmasi orqali 3 A tok kuchi 1 soat davomida o'tkazilganda ajraladigan vodorodning hajmini (n.sh.da) toping.

A) 11,2; B) 1,12; C) 2,24; D) 1,25.

**Yechish:**

Vodorodning ekvivalent hajmi 11,2 l ekanligini yodda tutgan holda Faradey formulasi yordamida ajralib chiqqan vodorod hajmini hisoblaymiz:

$$V_{H_2} = \frac{\mathcal{E}_{V, H_2} \cdot i \cdot \tau}{F} = \frac{11,2 \cdot 3 \cdot 1}{26,8} = 1,25 \text{ l. (D javob to'g'ri).}$$

**10-misol.** Noma'lum metall xloridining suyuqlanmasi orqali 0,5 soat davomida kuchi 11,52 A bo'lgan tok o'tganda, katodda 1,94 g metall ajralib chiqdi. Qaysi metall tuzi elektrolizda qatnashgan?

A) litiy; B) berilliy; C) alyuminiy; D) magniy.

**Yechish:**

Faradey formulasi yordamida metallning ekvivalent massasini aniqlaymiz:

$$\mathcal{E}_{Me} = \frac{m_{Me} \cdot F}{i \cdot \tau} = \frac{1,95 \cdot 26,8}{11,52 \cdot 0,5} = 9 \text{ g/ekv.}$$

Bu metall alyuminiy. **(C javob to'g'ri).**

**11-misol.** 2 mol suvni to'liq parchalash uchun, kuchi 2 A bo'lgan tok qancha vaqt suv orqali o'tkazilishi kerak?

A) 50,5 soat; B) 53,6 soat; C) 2 sutka; D) 2,5 sutka.

**Yechish:**

Faradey formulasi yordamida elektroliz uchun sarflangan vaqtni hisoblaymiz:

$$\tau = \frac{m_{H_2O} \cdot F}{i \cdot \mathcal{E}_{H_2O}} = \frac{36 \cdot 26,8}{2 \cdot 9} = 53,6 \text{ soat. (B javob to'g'ri).}$$

**12-misol.** Mis(II)nitrat va kumush nitrat aralashmasining 200 ml eritmasidan 4 soat davomida 0,402 A kuchga ega bo'lgan elektr toki o'tkazilganda, katodda har ikki metall dan hammasi bo'lib 3,44 g ajralib chiqdi. Eritmadagi tuzlarning molyar konsentratsiyalarini aniqlang.

A) 0,1 va 0,1; B) 0,1 va 0,2; C) 0,2 va 0,2; D) 1 va 1.

**Yechish:**

*1-usul.*

Eritmadan o'tkazilgan tokning Faradey miqdorini aniqlaymiz:

$$n_{tok} = \frac{i \cdot \tau}{F} = \frac{0,402 \cdot 4}{26,8} = 0,06 \text{ ekv}$$

Demak, tuzlarning ekvivalent miqdorlari yig'indisi 0,06 ekv ga teng.  $Cu(NO_3)_2$  ning ekvivalent miqdorini  $x$ ,  $AgNO_3$  ning ekvivalent miqdorini  $y$  bilan belgilab, quyidagi ikki noma'lumli ikkita tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$x + y = 0,06 \text{ (1);}$$



$$32x + 108y = 3,44 \quad (2).$$

Bu ikki tenglamani ikki usulda yechish mumkin:

a) (1) tenglamadan  $y = 0,06 - x$  ni hosil qilib, (2) tenglamadagi  $y$  ning o'rniga qo'yamiz:

$$32x + 108(0,06 - x) = 3,44;$$

$$32x + 6,48 - 108x = 3,44;$$

$$108x - 32x = 6,48 - 3,44;$$

$$76x = 3,04;$$

$$x = \frac{3,04}{76} = 0,04; y = 0,06 - 0,04 = 0,02.$$

b) tenglamalarni sistemaga qo'yib yechimga erishamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} x + y = 0,06 \quad (1) \\ 32x + 108y = 3,44 \quad (2) \end{array} \right. \cdot 108$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 108x + 108y = 6,48 \\ 32x + 108y = 3,44 \end{array} \right. -$$

$$76x = 3,04;$$

$$x = \frac{3,04}{76} = 0,04; y = 0,06 - 0,04 = 0,02;$$

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{AgNO}_3$  larning ekvivalent miqdorlaridan ularning mol miqdorlarini hisoblaymiz:

$$n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{ekv}, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{B_{\text{Cu}}} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ mol}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = \frac{n_{\text{ekv}, \text{AgNO}_3}}{B_{\text{Ag}}} = \frac{0,02}{1} = 0,02 \text{ mol}.$$

Ularning eritmadagi konsentratsiyalari:

$$C_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \cdot 1000}{V_e} = \frac{0,02}{200} \cdot 1000 = 0,1 \text{ mol/l};$$

$$C_{\text{AgNO}_3} = \frac{n_{\text{AgNO}_3} \cdot 1000}{V_e} = \frac{0,02}{200} \cdot 1000 = 0,1 \text{ mol/l}.$$

(A javob to'g'ri).

2-usul.

Misolni diagonal usulda yechish mumkin. Buning uchun eritmada faqat  $\text{AgNO}_3$  bo'lganda elektroliz natijasida necha gramm kumush va faqat  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  bo'lganda necha gramm mis ajralib chiqishini hisoblaymiz. Diagonal markaziga misolda berilgan metallar aralashmasi massasi qiymatini qo'yish lozim. Natijada metallarning ekvivalent miqdorlari nisbati kelib chiqadi:

$$m_{\text{Cu}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Cu}} \cdot i \cdot \tau}{F} = \frac{32 \cdot 0,402 \cdot 4}{26,8} = 1,92 \text{ g Cu};$$

$$m_{\text{Ag}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Ag}} \cdot i \cdot \tau}{F} = \frac{108 \cdot 0,402 \cdot 4}{26,8} = 6,48 \text{ g Ag}.$$

Umumiy ekvivalent miqdorlar, ya'ni Faradey miqdori:

$$n_{\text{tok}} = \frac{i \cdot \tau}{F} = \frac{0,402 \cdot 4}{26,8} = 0,06 \text{ ekv.}$$

Olingan natijalarni diagonalga qo'yamiz:

1,92	3,04	————— $n_{\text{Cu}} = 0,04 \text{ ekv.}$
\	\	————— 0,
3,4	4,56	————— $n_{\text{Ag}} = 0,02 \text{ ekv}$
/	/	
6,48	1,52	

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{AgNO}_3$  larning ekvivalent miqdorlaridan ularning mol miqdorlarini hisoblaymiz:

$$n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{ekv,Cu}}}{B_{\text{Cu}}} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ mol};$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = \frac{n_{\text{ekv,Ag}}}{B_{\text{Ag}}} = \frac{0,02}{1} = 0,02 \text{ mol}.$$

Ularning eritmadagi konsentratsiyalari:

$$C_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{V_e} \cdot 1000 = \frac{0,02}{200} \cdot 1000 = 0,1 \text{ mol/l};$$

$$C_{\text{AgNO}_3} = \frac{n_{\text{AgNO}_3}}{V_e} \cdot 1000 = \frac{0,02}{200} \cdot 1000 = 0,1 \text{ mol/l}.$$

(A javob to'g'ri).

**13-misol.** 200 ml 0,1 M li mis(II)nitrat va 200 ml 0,1 M kumush nitrat eritmalarining aralashmasi 5 A tok yordamida 15 daqiqa davomida elektrolizga uchratildi. Elektroliz tugagandan keyin eritmada qolgan tuzning massasini (g) toping.

A) 3,76; B) 1,26; C) 2,50; D) 0,85.

**Yechish:**

Eritmadagi tuzlarning ekvivalent miqdorlarini va tokning Faradey miqdorini hisoblab olamiz:

$$n_{\text{ekv,Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{V_e \cdot C_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \cdot M_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{\mathcal{E}_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \cdot 1000} = \frac{200 \cdot 0,1 \cdot 188}{94 \cdot 1000} = 0,04 \text{ ekv.}$$

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

$$n_{\text{ekv,AgNO}_3} = \frac{V_e \cdot C_{\text{AgNO}_3} \cdot M_{\text{AgNO}_3}}{\mathcal{E}_{\text{AgNO}_3} \cdot 1000} = \frac{200 \cdot 0,1 \cdot 170}{170 \cdot 1000} = 0,02 \text{ ekv. AgNO}_3$$

Aralashmani to'liq elektroliz qilish uchun 0,06 Faradey elektr miqdori zarur.



$$n_{\text{tok}} = \frac{i \cdot \tau}{F} = \frac{5 \cdot 15 \cdot 60}{96500} = 0,0466 \text{ ekv}$$

Ko'rinib turibdiki, elektr miqdori ikkala tuzning elektrolizi uchun yetarli emas. Demak, tuzlardan avval  $\text{AgNO}_3$  elektrolizga uchraydi, chunki Ag elektrokimyoviy qatorda Cu dan keyin joylashgan.  $\text{AgNO}_3$  ning to'liq elektrolizi uchun 0,02 Faradey elektr miqdori sarf bo'ladi. Qolgan  $0,0466 - 0,02 = 0,0266$  Faradey elektr miqdor  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  ning elektrolizi uchun sarf bo'ladi.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  ning  $n_{\text{ekv}, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,04 - 0,0266 = 0,0134$  ekv miqdori elektrolizga uchramay ortib qoladi. Uning massasi:

$$m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = n_{\text{ekv}, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \cdot \mathcal{E}_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,0134 \cdot 94 = 1,26 \text{ g}.$$

**(B javob to'g'ri).**

**14-misol.**  $\text{CuSO}_4$  eritmasi orqali 96500 kulon zaryad o'tkazildi, anodda necha litr (n.sh.da) kislorod ajralib chiqadi?

A) 2,8; B) 5,6; C) 11,2; D) 22,4.

**Yechish:**

Kislorodning ekvivalent massasi  $E_{\text{O}} = 16/2 = 8$  g/ekv. Shuncha kislorod n.sh.da  $V = (8/32) \cdot 22,4 = 5,6$  l vajmni egallaydi. Demak, kislorodning ekvivalent hajmi  $V_{\text{ekv}, \text{O}} = 5,6$  l/ekv. Faradey formulasi yordamida ajralib chiqqan kislorod hajmini hisoblaymiz:

$$V_{\text{O}_2} = \frac{V_{\text{ekv}, \text{O}} \cdot Q}{F} = \frac{5,6 \cdot 96500}{96500} = 5,6 \text{ l. (B javob to'g'ri).}$$

## II BO'LIM. NOORGANIK KIMYO

### 13-BOB. D.I.MENDELEYEV DAVRIY JADVALIDAGI KIMYOVIIY ELEMENTLAR

#### 13.1. Davriy jadvalda kimyoviy elementlarning joylashuvi

Noorganik kimyo fani D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi barcha elementlarning birikmalarini o'rganadi. Uglerodning organik birikmalari bundan mustasno. Kimyoviy moddalarni ularning tarkibiga ko'ra oddiy va murakkab moddalarga sinflash mumkin. Oddiy moddalarning tarkibini bir element atomlari yoki molekulari tashkil etadi. Oddiy moddalar esa ba'zi fizik-kimyoviy xossalriga qarab metallar va metallmaslarga bo'linadi.

D.I.Mendeleyev davriy jadvalida kimyoviy elementlarning xossalari ma'lum davriy qonun asosida o'zgaradi. Shunga ko'ra, har bir gorizonta, vertikal va diagonal qatorlardagi kimyoviy elementlar ko'plab fizik va kimyoviy xossalari jihatidan o'xshash va shu bilan birga farqli bo'ladi. Davriy jadval gorizonta ravishda davrlar va qatorlarga bo'lingan. Element atomlarining tashqi elektron qavati elektronlar bilan to'lib borish tartibiga ko'ra ular bir davrda joylashadi. Masalan, II davrda 8 ta kimyoviy element bo'lib, ularning barchasining tashqi (valent) elektron qavati 2-qavat bo'lib, Li da 1 ta va davr oxirida joylashgan Ne da 8 ta elektron mavjud. Li dan Ne ga tomon elementlarning metallmaslik, elektronga moyillik, ionlanish energiyasi, oksidlovchilik va kislородli birikmalarida kislotalik xossasi ortib boradi.

Bularning orasida Li va F kimyoviy aktivligi jihatdan ustun bo'lsa, Ne ning kimyoviy reaksiyalarga kirishish qobiliyati deyarli yo'q. Shuning uchun har bir davrning oxirida joylashgan He, Ne, Ar, Kr, Xe va Ra elementlari bir nom bilan *inert gazlar* deyiladi. Bunday vertikal qatorlar esa *davrlar* deb ataladi. Har bir davrlar o'z navbatida qatorlarga bo'lingan. I, II va III davrlar *kichik davrlar* deb atalib, ularning har biri bittadan qatorlarni hosil qiladi. IV, V, VI va VII davrlarda esa ikkitadan qator bo'lib, *katta davrlar* deyiladi. Buning mohiyati shundaki, davrlarda kimyoviy element atomlarining tashqi qavatlarini elektronlarga to'lib borishi bilan birga d- va f-elementlarning tashqi qavatdan bitta yoki ikkita oldingi qavatlar ham elektronlarga to'lib boradi. Agar bunday qonuniyatni nazarda tutib, bir davrdagi barcha elementlar bir qatorga joylashtirilsa, III davrda 18 ta IV, V, VI va VII davrlarda 32 tadan elementlarni joylashtirishga to'g'ri keladi. Natijada davriy jadval 32 ta guruhga ega bo'lib, gorizontal o'lchami ortishi bilan bir muncha noqulayliklar tug'diradi. Shuning uchun d-elementlarni s- va p-elementlar orasiga, f-elementlarni esa alohida qatorga joylashtirilgan. Bu element oilalari yonaki (qo'shimcha) guruhchalarni tashkil etadi. Demak, davriy jadvalda gorizontal ravishda davrlar ularda esa qatorlar mavjud. Har bir davrning boshidan inert gazlarga bo'lgan yo'nalishda elementlarning fizik va kimyoviy xossalari ma'lum izchillikda o'zgarib boradi. Vertikal ravishda esa elementlar ma'lum guruhlarini tashkil etadi va o'z navbatida *asosiy* va *yonaki guruhchalarni* hosil qiladi. Asosiy guruhcha guruh tartib raqamiga A harfi (IA, IIA), yonaki guruhcha elementlari esa B harfi qo'shilgan holda (IIIB, IVB) belgilanadi.



Davriy jadvaldagi barcha s- va p-elementlar asosiy guruhchada, d- va f-elementlar esa yonaki guruhchada joylashgan. Bundan tashqari davriy jadvaldagi elementlar orasida diagonal o'xshashliklar (Be va Al, B va Si v. b.) ham kuzatiladi. Bunday vertikal, gorizontaal va diagonal o'xshashliklar davriy jadvaldagi kimyoviy elementlar va ularning asosiy birikmalari xossalarini o'rganishda guruh-guruhlarga bo'lib o'rganish imkonini beradi.

### 13.2. S- va p-elementlar

Davriy jadvalning asosiy guruhlaridan o'rin olgan s- va p-elementlar davr va guruh bo'ylab xossalarining keskin o'zgarishi bilan xarakterlidir. Davrlarda s-elementlardan p-elementlarga o'tgan sari elementlarning qaytaruvchilik xossasi kamayib, kislotalik xossasi ortib boradi. Shuning uchun davr boshini band etgan s-elementlar o'z davridagi boshqa elementlarga qaraganda qaytaruvchilik va asoslik xossasi bilan ustundir. Bundan tashqari ular kuchli metallik xossasini ham namoyon etadilar.

Birinchi guruh s-elementlari Li, Na, K, Rb, Cs, Fr lar kuchli asosli xossalari bilan ishqoriy metallar nomini olganlar. Ular metall hoida kuchli qaytaruvchi va birikmalarida doim I valentlik namoyon qiladilar. II guruh s-elementlari Be, Mg, Ca, Sr, Ba va Ra lar asoslik va qaytaruvchilik xossalari jihatidan ishqoriy metallardan bir oz kuchsiz bo'lib, ishqoriy-yer metallari deyiladi. Bu guruhda yuqoridan pastga metallik xossasi kuchayib, birikmalarining asoslik xossasi ortib boradi. Be amfoter xossaga ega bo'lsa, Ba kuchli asos xossasiga ega. s-elementlarning vodorod va geliydan tashqari barchasi

metallar bo'lib, kimyoviy reaksiyalarda kuchli qaytaruvchi xossalarini namoyon etadi. Vodorod esa ishqoriy metallar kabi qaytaruvchi, galogenlar kabi oksidlovchi ham bo'la oladi. Metallmaslik xossasiga ko'ra vodorod ko'pincha VII guruhga joylashtiriladi. Geliy esa tashqi elektron qavatining to'lgani bilan boshqa s-elementlardan ajralib turadi va kimyoviy reaksiyalarda faollik ko'rsatmaydi. Shuning uchun geliy VIII guruhga nodir gazlar qatoriga kiritilgan.

Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarida qo'shni elementlarning tartib raqamlari bir birlikka o'zgarsa ham ularning xossalari orasidagi tafovutning yuqori bo'lishi s-elementlarda gorizontol ravishda xossalarning keskin o'zgarishini ko'rsatadi. Bunday holat p-elementlarda ham kuzatiladi. III guruhning p-elementlari B, Al, Ga, In, Tl lar birikmalaridagi oksidlanish darajalari va valentliklari jihatidan o'xshash bo'lsa-da, ularda vertikal ravishda xossalarning keskin o'zgarishini kuzatish mumkin. Ularning ichida yagona bor metallmas bo'lsa, Al va Ga amfoter xossaga ega bo'lgan metall, In va Tl lar esa asos xossasi birmuncha yuqori bo'lgan metallardir. IV guruh elementlari C, Si, Ge, Sn va Pb lar bo'lib, ularning birikmalaridagi eng yuqori valentliklari IV ga teng. Uglerodning allotropik shakl o'zgarishi bo'lgan grafitdagi ba'zi (elektr o'tkazuvchanlik va yaltiroqlik) metallik xossalari va Si ning yarimo'tkazgichlar tarkibiga kirishini hisobga olmaganda bu elementlar kuchli metallmaslik xossalarini namoyon etadi. Ge, Sn va Pb lar esa yuqori valentli birikmalari kislota xossasini beruvchi metallardir.

V guruh p-elementlari orasida N, P va As metallmaslar bo'lib, yuqori valentli oksidlarining

kislotali xossasi azotga tomon ortib boradi. Sb va Bi lar esa amfoter xossaga ega bo'lgan metallardir. Bu elementlar vodorod bilan hosil qilgan birikmalarida III valentli bo'lib, yuqori oksidlarida barchasining oksidlanish darajasi +5 ga teng bo'ladi.

VI guruh p-elementlariga O, S, Se, Te va Po lar kiradi. Bular orasida kislorod elementidan tashqari elementlar kislorodli birikmalarining kislotalik xossasi bir muncha kuchli bo'lib, ayniqsa, yuqori valentli oksidlarida bu xossa yanada kuchli namoyon bo'ladi. Ushbu elementlar umumiy nom bilan *xalkogenlar* deb ataladi.

VII guruh p-elementlarining umumiy nomi *galogenlar* bo'lib, ularga F, Cl, Br, J va At lar kiradi. Ularning orasida F kuchli oksidlovchi xossaga ega bo'lib, birikmalarida faqat +1 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Galogenlar o'z davrlarida kuchli metallmaslar bo'lib, yuqori valentli oksidlarining kislotalik xossasi yuqoridir. Ular vodorod bilan hosil qilgan gidridlarida -1 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi.

VIII guruh p-elementlariga Ne, Ar, Kr, Xe va Rn lar kirib, ularning tashqi elektron qavati to'lgan va kimyoviy reaksiyaga kirishish xususiyati deyarli yo'q. Shuning uchun bu elementlar nodir gazlar deyiladi. Ular qatoriga He ni ham kiritish mumkin. Bu elementlar metallik xossasi kuchli bo'lgan ishqoriy metallar va metallmaslik xossasi kuchli bo'lgan galogenlar o'rtasida joylashgan bo'lib, ba'zan metallik va metallmaslik xossalarini namoyon etadi. Lekin ularga metallik xossasi ham metallmaslik xossasi ham xarakterli bo'la olmaydi. Xe va Rn elementlari birikmalarida metallarga xos akseptorlik xossalarini namoyon etadi.



Asosiy guruhcha elementlari kimyosiga oid umumiy qonuniyatlar quyidagicha:

1. Bu elementlar atomning tashqi elektron qavatidagi elektronlar soni guruh tartib raqamiga teng (faqat H va He bundan istisno).

2. s- va p- elementlarda valent elektronlar rolini tashqi qavat elektronlari bajaradi:

Guruhcha	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Valent pog'ona konfiguratsiyasi	$ns^1$	$ns^2$	$ns^2np^1$	$ns^2np^2$	$ns^2np^3$	$ns^2np^4$	$ns^2np^5$	$ns^2np^6$

3. Vertikal yo'nalishda tartib raqami ortgan sari atom radiusi kattalashib, ionlashish energiyalari kamayib boradi.

4. Gorizontaal yo'nalishda tartib raqami ortgan sari davr chegarasida atom radiusi kichiklashib, ionlashish energiyasi ortib boradi.

5. Asosiy guruhcha elementlarining oksidlanish darajalari davr ichida quyidagicha o'zgaradi:

I, II va III guruh asosiy guruhcha elementlari uchun oksidlanish darajalari hamma vaqt tegishli ravishda +1, +2 va +3 ga teng.

IV guruh asosiy guruhcha elementlarida oksidlanish darajasi +4, +2 va -4 ga (uglerod organik birikmalarda -4 dan +4 gacha barcha qiymatlarda oksidlanish darajasi-ga ega), VA guruhcha elementlarida +5, +3, -3 ga va VI A guruhcha elementlarida esa +6, +4 va -2 ga teng bo'ladi.

VIIA guruhcha elementlari o'zlarining birikmalarida oksidlanish darajasi +1, +3, +5, +7 va -1 (ftorda faqat -1, astatda +5, +7, -1) ga teng bo'ladi.

VIIIA guruh elementlarida oksidlanish darajasi nol-ga (He, Ne, Ar), +2 va +4 ga (Kr), +2, +4, +6, +8 ga (Xe, Rn) teng.

### 13.3. Vodorod

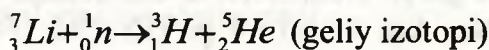
Davriy jadvalda birinchi element – vodorod (Hydrogenium), suv hosil qiluvchi element bo‘lib, atomi eng oddiy elektron tuzilishi –  $1s^1$  ga ega.

Bu element 1776-yilda ingliz olimi G. Kavendish tomonidan kashf etilgan, uni «yonuvchi havo» deb atagan. Lavuazye 1783-yilda eng birinchi bo‘lib suvdan vodorodni olib, suv vodorod va kislorodning birikmasi ekanligini isbotlagan hamda vodorodga «Hydrogenium» nomi berilishini taklif qilgan.

Vodorod elementining asosiy fizik-kimyoviy tavsifi:

Ionlanish energiyasi	13,6 eV
Nisbiy elektromanfiyligi (Poling)	2,1
elektronga moyilligi	0,715 eV
Atom radiusi	0,057 nm.
H <sub>2</sub> molekulasidagi bog‘lanish energiyasi (mustahkamligi)	434,7 kJ/mol
H <sub>2</sub> molekulasidagi bog‘lanish uzunligi	0,074 nm
Suyuqlanish harorati	14,0 K
Qaynash harorati	20,4 K
Birikmalarida namoyon qiladigan oksidlanish darajalari	1, 0, +1.
Yer qobig‘idagi massa ulushi	≈1,0 %
Izotoplari	${}^1_1\text{H}$ (vodorod yoki protiy); ${}^2_1\text{H}$ (deyteriy – D); ${}^3_1\text{H}$ (tritiy – T)

Tabiatdagi vodorod asosan protiy (99,98 %) va deyteriy (0,02 %) dan tashkil topgan. Tritiy esa juda kam miqdorda ( $10^{-7}$  %) uchraydi. Uchinchi izotopi radioaktiv xossaga ega bo‘lib, litiyning neytronlar bilan nurlanishi natijasida hosil bo‘ladi:



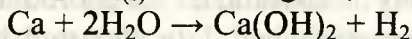
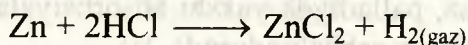
*Umumiy tavsif.* Vodorod gazsimon holatda nisbatan aktiv bo'lgani uchun tabiatda juda kam miqdorda (tabiiy gazlar va vulqon gazlari tarkibida) erkin holdagi vodorod uchraydi. U koinot elementlarining asosiy qismini tashkil etadi. Quyoshning qariyb yarmi, yulduzlarning va Yupiter, Saturn sayyoralarining asosiy qismi vodoroddan iborat.

Vodorod suvning 11,11%ni tashkil etadi. O'simlik va hayvon organizmida, neft va gaz tarkibida vodorod asosiy elementlardan biri sifatida mavjud.

Zamonaviy davriy jadvalda vodorod I davr VIIA guruhchada joylashgan. Uning davrdagi qo'shnisi He, guruhdagi qo'shnisi esa F dir.

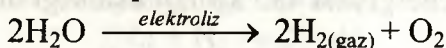
Vodorod birikmalarda metallmaslarga xos  $-1$ , metallarga xos  $+1$  oksidlanish darajalarini namoyon etadi.

*Olinishi:* Vodorod laboratoriya sharoitida kislotalarga ( $\text{HNO}_3$  dan tashqari) Zn, Mg metallarini ta'sir ettirib yoki aktiv metallarni suvga ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda vodorod turli usullar bilan olinadi.

a) Suvni elektroliz qilish:



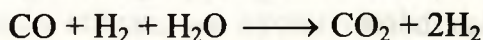
Bu jarayon unumini oshirish uchun suvda  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  kabi kuchli elektrolitlar eritilib, elektroliz qilinadi. Bu usuldan foydalanib, laboratoriyada ham vodorod olish mumkin.



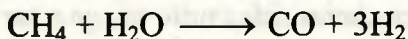
b) Suvni konversiyalash (buzish, o'zgartirish): Suv bug'lari cho'g'lanib turgan ko'mir (koks) ustidan o'tkaziladi:



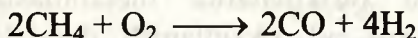
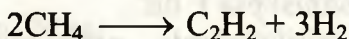
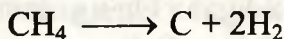
Hosil bo'lgan gazlar aralashmasi «suv gazi» deb ataladi.



d) Metanni konversiyalash bilan:



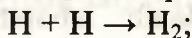
g) Metanni piroliz qilish va chala oksidlash reaksiyasi yordamida:



**Vodorodning fizikaviy xossalari:** Vodorod ikki atomli molekulyar gazsimon modda. Rangsiz, mazasiz, hidsiz, eng yengil ( $\rho = 0,089 \text{ g/l}$ ), suvda juda oz eriydi (1 hajm suvda 0,02 hajm vodorod). Issiqlik o'tkazuvchanligi havodan 6 marta yuqori. Nodir metallar, ayniqsa, palladiyda yaxshi adsorbsiyalanadi (1 hajm Pd da 800 hajmgacha vodorod).

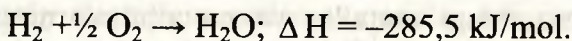
**Kimyoviy xossalari:** Vodorodning kimyoviy xossasi uning atomidagi 1 ta elektroni borligi va odatdagi sharoitda 2 atomli molekula –  $\text{H}_2$  hamda uning parchalanish energiyasi  $435 \text{ kJ/mol}$  ekanligi bilan tushuntiriladi.

Atomar holdagi vodorod xona sharoitida juda qisqa vaqt mavjud bo'lib, tezda  $\text{H}_2$  hosil qiladi:



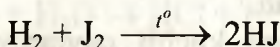
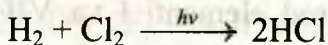
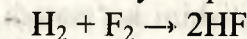
Ko'pincha atomar vodorod kislotalarga metall ta'siri, suvning elektrolizi jarayonida hosil bo'ladi.

Molekulyar vodorod havo kislorodi ta'sirida ko'kimtir alanga berib yonadi. 2 hajm vodorod va 1 hajm kislorod gazlari aralashmasi «qaldiroq gaz» deb ataladi:

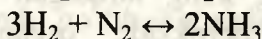
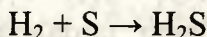


Bu reaksiyadan o'tga chidamli metallarni qirqish va payvandlashda foydalaniladi.

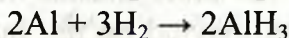
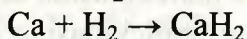
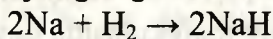
Vodorod gaz holatda birmuncha inert. U fluor bilan to'g'ridan-to'g'ri, xlor bilan quyosh ta'sirida, boshqa galogenlar bilan biroz qizdirilganda reaksiyaga kirishib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:



Oltin, gurt, fosfor, azot va uglerod ma'lum sharoitda vodorod bilan birikib, tegishli birikmalarni hosil qiladilar. Bu reaksiyalarda ham vodorod +1 oksidlanish darajasiga o'tib, qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:

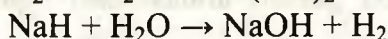
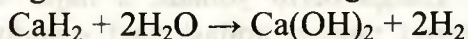


Vodorod qizdirilganda metallar bilan birikadi. Bunda vodorod atomi metall atomidan elektronlarni biriktirib olishi tufayli oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi va -1 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi:



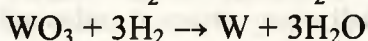
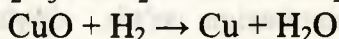
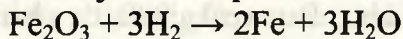
Bu birikmalar metall gidridlari deb ataladi va qattiq holda bo'lib, ularda bog'lanish ionli tabiatga ega. Bu

moddalar suv bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishib, metall gidroksidi va vodorod gazini hosil qiladi:



Yuqoridagi metallar va metallmaslarning vodorod atomi bilan ta'sirlashuvi vodorodning bir vaqtda galogenlarga o'xshash gazsimon holatga o'tishi va ular singari oksidlovchilik xossasini namoyon qilib,  $-1$  oksidlanish darajasidagi birikmalari hosil bo'lishini, ikkinchi tomondan ishqoriy metallar singari bitta elektronini oson berib, (qaytaruvchi)  $+1$  oksidlanish darajasidagi birikmalar hosil qilishini ko'rsatadi. Shu sababli, davriy jadvalda vodorod elementi I va VII guruh elementlari qatoriga kiritilgan.

Vodorod gazi kuchli qaytaruvchi modda sifatida ba'zi metallarning oksidlari bilan ta'sirlashib, metallarni ularning oksidlaridan ajratib chiqaradi:



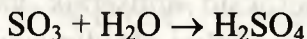
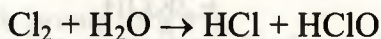
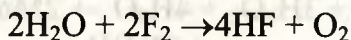
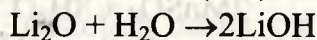
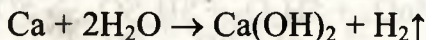
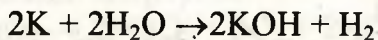
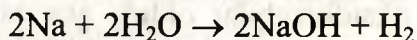
Vodorodning keng tarqalgan birikmalari qatoriga suv, vodorod peroksidi, organik moddalar, neft mahsulotlari va tabiiy gazlar kiradi.

Vodorodning muhim birikmasi suv hisoblanadi. Suv massa jihatidan  $11,11\%$  vodorod va  $88,89\%$  kisloroddan iborat. Suv molekulasida bog' ( $\angle \text{HOH}$ ) burchagi  $104,5^\circ$  ga teng. Suv molekulasida kuchli qutblangan kovalent bog'lanish mavjud bo'lib, buning natijasida zaryadlangan molekulalar o'rtasida vodorod bog'lanish vujudga keladi. Shuning uchun boshqa xalkogenlar gidridlari ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ) ga nisbatan suyuqlanish ha-

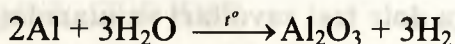


rorati yuqori bo'ladi. Uning suyuqlanish harorati  $0^{\circ}\text{C}$ , qaynash harorati  $100^{\circ}\text{C}$ .  $20^{\circ}\text{C}$  dagi issiqlik sig'imi  $4,18 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  dagi issiqlik o'tkazuvchanligi  $0,598 \text{ J/m}\cdot\text{sek}\cdot\text{K}$ .

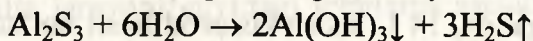
Kimyoviy nuqtayi nazardan suv ancha aktiv modda. Suv ishqoriy va ishqoriy-yer metallari, ularning oksidlari, aktiv metallmaslar, kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Boshqa metallar bilan yuqori haroratda ta'sirlashib, oksid hosil qiladi.

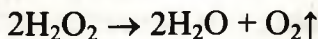


Ko'plab tuzlar suvda gidrolizga uchraydi.



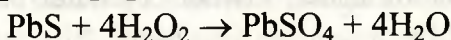
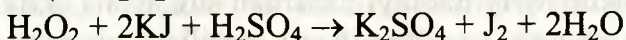
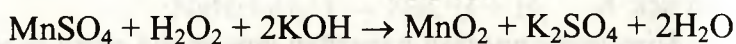
Suv kuchli erituvchi bo'lib, ko'plab qutbli moddalar suvda eriydi, oddiy suvda massa jihatdan  $0,02\%$  og'ir suv  $\text{D}_2\text{O}$  (D – deyteriy) bo'ladi.

Vodorodning yana bir muhim birikmalaridan biri *vodorod peroksiddir*. Vodorod peroksid  $\text{H}_2\text{O}_2$   $-0,8^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadigan va  $152^{\circ}\text{C}$  da qaynaydigan suvga nisbatan quyuk suyuqlik ( $\rho=1,47 \text{ g/ml}$ ). Oddiy sharoitda  $\text{H}_2\text{O}_2$  parchalanadi. Yorug'lik nuri va katalizatorlar ( $\text{MnO}_2$ , kuchsiz ishqoriy muhit v.b.) ta'sirida parchalanish tezlashadi.

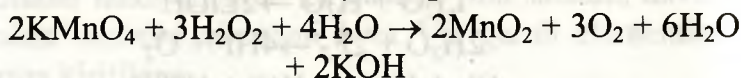
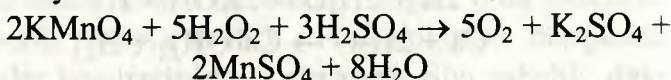


Vodorod peroksid kuchsiz kislota. Uning tuzlari to'liq gidrolizga uchraydi.

$\text{H}_2\text{O}_2$  kuchli oksidlovchi ( $E^0_{\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = 1,77 \text{ V}$ ).



Kuchli oksidlovchilar oldida esa qaytaruvchi vazifasini o'taydi.



Vodorod peroksid antiseptik va oshlovchi modda sifatida, raketa yoqilg'isi oksidlovchisi va kislorod manbasi sifatida ishlatiladi.

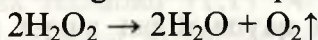
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 500 g vodorod peroksid eritmasi parchalanganda, 14 l (n.sh.) kislorod hosil bo'lsa, peroksidning massa ulishini hisoblang.

A) 85; B) 78; C) 17; D) 8,5.

**Yechish:**

14 l (n.sh.) kislorod hosil bo'lish reaksiyasida ishtirok etgan vodorod peroksid massasini aniqlaymiz:



68 g  $\text{H}_2\text{O}_2$  parchalansa, 22,4 l (n.sh.) kislorod.

x g  $\text{H}_2\text{O}_2$  parchalansa, 14 l (n.sh.) kislorod hosil bo'ladi.

$$x = 42,5 \text{ g.}$$

Endi eritmaning massasidan foydalanib undagi vodorod peroksidning foiz konsentratsiyasini hisoblaymiz:

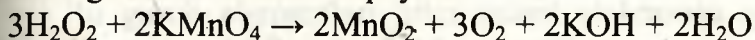
$$C_{\%, H_2O_2} = \frac{42,5}{500} \cdot 100\% = 8,5\%. \quad (\text{D javob to'g'ri})$$

**2-misol.** 10,2 g vodorod peroksidni neytral sharoitda kislorodgacha oksidlash uchun zarur bo'lgan kaliy permanganatning massasini (g) hisoblang.

A) 31,6;      B) 94,8;      C) 23,7;      D) 47,4.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasi asosida zarur bo'lgan kaliy permanganat massasini aniqlaymiz:



102 g  $H_2O_2$  ni oksidlash uchun 316 g,

10,2 g  $H_2O_2$  ni oksidlash uchun  $x$  g  $KMnO_4$  kerak bo'ladi.

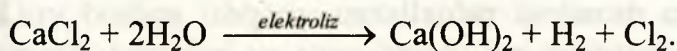
$$x = 31,6 \text{ g.} \quad (\text{A javob to'g'ri}).$$

**3-misol.** 100 g 22 % li  $CaCl_2$  eritmasi orqali 19300 Kl elektr toki o'tkazilganda katodda hosil bo'ladigan mahsulot massasini aniqlang.

A) 0,4; B) 0,2; C) 4; D) 8.

**Yechish:**

Elektroliz jarayoni quyidagi tenglama asosida sodir bo'ladi:



Eritmadagi  $CaCl_2$  ning massasi  $\frac{100 \cdot 22\%}{100\%} = 22 \text{ g}$  ga

teng bo'lsa, uning ekvivalent miqdori

$$e_{CaCl_2} = \frac{m_{CaCl_2}}{\mathcal{E}_{CaCl_2}} = \frac{22}{55} = 0,4 \text{ ekv ni nashkil qiladi.}$$

O'tkazilayotgan tokning Faradey miqdori esa

$$\Phi = \frac{Q}{F} = \frac{19300}{96500} = 0,2 \text{ Faradey ni tashkil qiladi.}$$



Ko'rinib turibdiki, o'tkazilayotgan elektr toki eritmadagi barcha tuzni elektroliz qilishga yetmas ekan. Demak, katodda ajralib chiqayotgan vodorodning massasi:

$$m = \Phi \cdot \mathcal{E}_H = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ g (B javob to'g'ri).}$$

## 14-BOB. DAVRIY JADVALNING S-ELEMENTLARI

### 14.1. I guruh s-elementlari

I guruh s-elementlariga litiy Li, natriy Na, kaliy K, rubidiy Rb, seziiy Cs va fransiy Fr lar kiradi. Bu elementlarning ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi 14.1-jadvalda keltirilgan.

Bu guruh elementlari bitta valent elektronga ega. Shuning uchun birikmalarda bir valentlikni namoyon qiladi. Ishqoriy metallarning o'z davrlarida boshqa elementlarga qaraganda ionlanish energiyasi qiymatining kichikligi va atom radiuslarining kattaligi ularda metallik xossasi kuchli namoyon bo'lishini ko'rsatadi. Shu bilan birga guruhda tartib raqam ortishi bilan metallik xossa ham ortib boradi. Ishqoriy metallar birikmalarida asosan +1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

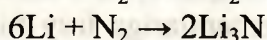
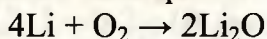
#### Litiy

Litiy boshqa ishqoriy metallardan ionlanish energiyasining yuqoriligi va atom hamda ion radiuslarining kichikligi bilan ajralib turadi. U xossalari jihatdan Mg ga o'xshab ketadi.

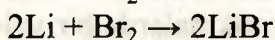
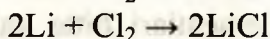
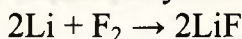
Litiy Yer qatlamida keng tarqalgan element. Uning qimmatbaho minerallari *spodumen*  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ , *ambli-gonit*  $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$ , *lepidolit*  $\text{Li}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3(\text{F},\text{OH})_2$ .

*Oddiy modda* holatida litiy yumshoq och kulrang tusli metall ( $t_{\text{suyuq}}=180,5^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=1336,6^\circ\text{C}$ ). U metallar ichida eng yengildir ( $\rho=0,539 \text{ g/sm}^3$ ).

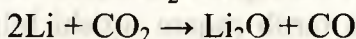
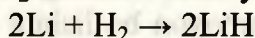
Litiy kimyoviy jihatdan juda faol modda. Oddiy sharoitda kislorod va azot bilan reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun ochiqda qolgan litiy shu zahoti oksidlanib, to‘q kulrang qatlam hosil qiladi:



200°C dan yuqori haroratda yonadi. Ftor, xlor atmosferasida va suyuq bromda litiy alangalanib ketadi:

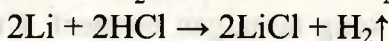
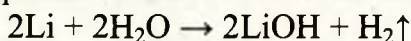


Qizdirilganda oltingugurt, uglerod, vodorod va boshqa metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Cho‘g‘langan litiy CO<sub>2</sub> atmosferasida yonadi:



Litiy tutgan qotishmalar turli xossalarga ega bo‘ladi. Masalan, 1% Li tutgan alyuminiy qotishmasi yuqori mustahkamlikka, 2% gacha Li tutgan mis metalli yuqori elektr o‘tkazuvchanlikka ega.

Litiy kimyoviy aktivligi bo‘yicha metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida ba’zi metallardan keyin turadi. U suvdan va kislotalardan vodorodni oson siqib chiqaradi:

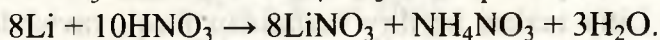




14.1.-jadval. Ishqoriy metallarning ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi

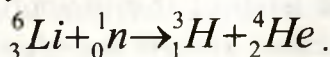
	<sup>3</sup> Li	<sup>11</sup> Na	<sup>19</sup> K	<sup>37</sup> Rb	<sup>55</sup> Cs	<sup>87</sup> Fr
Atom mas-sasi	6,94	22,99	39,1	85,47	132,9	[223]
Valent el-ektronlari	2s <sup>1</sup>	3s <sup>1</sup>	4s <sup>1</sup>	5s <sup>1</sup>	6s <sup>1</sup>	7s <sup>1</sup>
Atom radius, nm	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280
E <sup>+</sup> ion radiusi, nm	0,068	0,098	0,133	0,149	0,165	0,175
Elektronga moyilligi, eV	0,54	0,48	0,47	0,42	0,39	0,36
Ionlanish energiyasi, eV	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,98
Nisbiy elektromanfiyligi	1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
Oksidlanish darajalari	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	5·10 <sup>-3</sup>	2,64	2,40	8·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	—
Tabiiy izotoplari	<sup>7</sup> Li (92,70%), <sup>6</sup> Li (7,30%)	<sup>23</sup> Na (100%)	<sup>39</sup> K (93,10%), <sup>41</sup> K (6,88%), <sup>40</sup> K (0,02%, β-rad.)	<sup>85</sup> Rb (72,15%), <sup>87</sup> Rb (27,85%)	<sup>133</sup> Cs (100%)	—

Bundan tashqari litiy kuchli qaytaruvchi bo'lganligi sababli HNO<sub>3</sub> eritmasida NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> hosil qiladi:



Litiy LiCl–KCl suyuqlanmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Metall holdagi litiy yopiq idishda vazelin yoki parafin ostida saqlanadi.

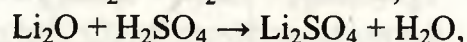
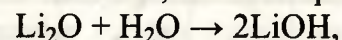
Litining muhim ishlatilish sohasi atom energetikasidir. Undan tritiy olish uchun foydalaniladi:



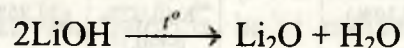
Bundan tashqari atom reaktorlarida issiqlik tashuvchi sifatida ham ishlatiladi.

**Litiyning +1 oksidlanish darajasidagi birikmalari.** Litiyning binar birikmalari rangsiz kristall moddalar bo'lib, kimyoviy tabiati, suvda eruvchanligi va gidrolizlanishi jihatdan kalsiy va magniy birikmalariga o'xshash.  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  lar suvda qiyin eriydi.

Litiyning peroksidlari kam uchraydi. Kislorod bilan asosan oksid hosil qiladi. *Litiy oksid*  $\text{Li}_2\text{O}$  oq rangli qattiq modda bo'lib, oddiy moddalardan olinadi. Suv bilan ta'sirlashib gidroksid, kislotalar va amfoter gidroksidlar bilan ta'sirlashib, tuz hosil qiladi:



*Litiy gidroksid*  $\text{LiOH}$  rangsiz, juda gigroskopik, suvda yaxshi eriydigan modda. Uning eritmasi kuchli ishqoriy muhitga ega ( $K_B=6,75 \cdot 10^{-1}$ ). Lekin  $\text{LiOH}$  boshqa ishqoriy metallar gidroksidlaridan qiyin eriydi. Uning ishqoriy metall gidroksidlaridan yana bir farqi qizdirilganda oson parchalanadi:



$\text{LiOH}$  ni  $\text{LiCl}$  eritmasini elektroliz qilib olinadi va asosan litiy-ion akkumulyatorlarda ishlatiladi.

Litiy tuzlari berilliy tuzlaridan farqli ravishda eritmalaridan kam holatda kristallogidrat ( $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  v.b.) holida ajraladi. Uning birikmalari asosan suvsiz holida mavjud bo'ladi.

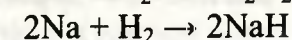
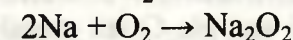
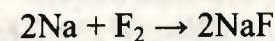
## Natriy

Natriy – Yer qobig'ida eng keng tarqalgan elementlardan biri. Uning Quyosh va boshqa yulduzlar atmosferasida ham borligi aniqlangan. Natriyning muhim birikmalari – *tosh tuz* yoki *galit*  $\text{NaCl}$ , *mirabilit* yoki *glauber tuzi*  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , *kriolit*  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , *bura*  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar. Boshqa elementlar kabi natriy tabiiy silikatlar va alyuminosilikatlar tarkibiga kiradi. Natriy tuzlarining katta qismi gidrosferada tashkil topgan ( $1,5 \cdot 10^{16}$  t).

Natriy birikmalari o'simlik va hayvon organizmlari tarkibiga kiradi. Hayvon organizmlarida  $\text{NaCl}$  ko'rinishida uchraydi. Xususan, inson organizmida qonda  $\text{Na}^+$  ionlari 0,32 % ni, suyakda 0,6 % ni muskul to'qimalarida 0,6–1,5 % ni tashkil etadi.

*Oddiy modda* holatida natriy yengil ( $\rho=0,97 \text{ g/sm}^3$ ), och kulrang tusli metall ( $t_{\text{suyuq}}=97,8^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=882,9^\circ\text{C}$ ).

Natriy kimyoviy xossalari jihatidan nisbatan faol metall. Ochiq havoda bir zumda oksidlanib g'ovak oksidlanish mahsulotlarini hosil qiladi. Litiy singari ftor va xlor atmosferasida oddiy sharoitda alanganib ketadi. Bir oz qizdirilganda esa brom, oltingugurt, yod, vodorod va boshqa metallmaslar bilan shiddatli ta'sirlashadi:



Natriy ko'plab metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. 24% Na va 76% K bo'lgan qotishma oddiy sharoitda suyuqlik hisoblanadi ( $t_{\text{suyuq}}=-12,6^\circ\text{C}$ ).

Natriydan metallotermiyada foydalaniladi. Natriy va kaliyning suyuq qotishmasi organik sintezda ishlatiladi.



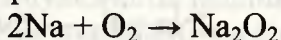
Qaytaruvchi sifatida ko'proq natriy amalgamasidan foydalaniladi. Bundan tashqari natriydan yadro energetikasida issiqlik tashuvchi sifatida, aviatsion dvigatellar klapanlarini tayyorlashda, kimyoviy jarayonlarda 450–600°C da qizdirish zarur bo'lganda foydalaniladi.

Natriyni NaCl suyuqlanmasini ( $t_{\text{suyuq}}=800^{\circ}\text{C}$ ) elektroliz qilib olinadi. Osh tuzining suyuqlanish haroratini pasaytirish (575–585°C gacha) uchun KCl, CaCl<sub>2</sub>, NaF yoki boshqa tuzlar qo'shiladi (14.1.-rasm).

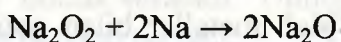
**Natriyning +1 oksidlanish darajali birikmalari.** Natriy(I) birikmalari ionli birikmalardir. Ular kristall tuzilishli moddalar bo'lib, suyuqlanish harorati nisbatan past va suvda yaxshi eriydilar. Murakkab tuzilishli anionlar bilan hosil qilgan tuzlari suvda kam eriydi, masalan, natriy geksagidroksoantimonat Na[Sb(OH)<sub>6</sub>]. Natriy karbonatga qaraganda gidrokarbonatlarining suvda eruvchanligi yaxshi.

Na<sup>+</sup> ionining kuchli qutblanishi hisobiga uning kompleks birikmalari beqaror. Shuning uchun tuzlari eritmadan suvsiz holatda ajraladilar. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O va Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O lar bundan mustasno.

Natriyning litiyga nisbatan peroksidli birikmalari barqaror. Shuning uchun kislorod bilan ta'sirlashib oksid emas peroksid hosil qiladi:

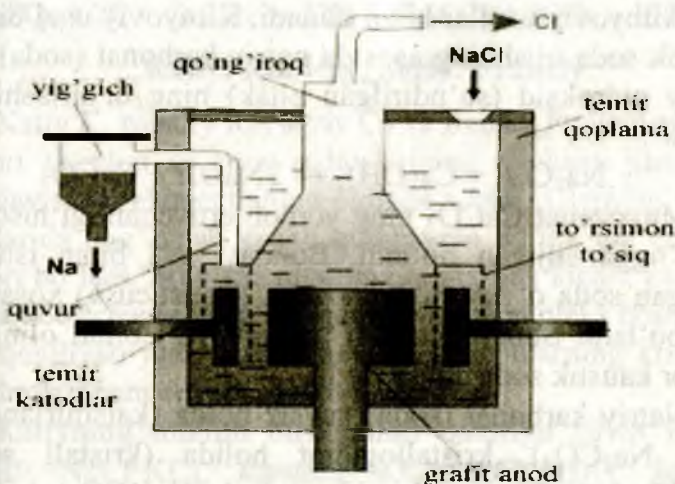


Natriy oksidi esa Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ni metall holidagi Na bilan qaytarib olinadi:



Bundan tashqari natriyning kislorodli birikmalari qatorida natriy superoksid NaO<sub>2</sub>, natriy ozonid NaO<sub>3</sub> lar ham nisbatan barqarordir.





14.1.-rasm. Metall holidagi natriy olishning umumiy ko'rinishi.

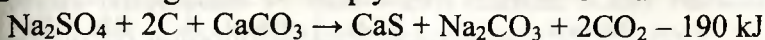
Natriy birikmalari orasida sanoat ahamiyatiga ega bo'lganlari xloridi, gidroksidi, karbonati va boshqa bir qancha birikmalaridir.

Natriy xlorid  $\text{NaCl}$  ning tabiatda juda ko'p konlari mavjud. O'zbekistonda Qashqadaryo viloyatida Tubokat, Surxondaryo viloyatidagi Xo'jayikon, Qoraqalpog'iston Respublikasida Borsakelmas, Boychibakon, Oqqal'a kabi konlarda 90 milliard tonna xomashyo mavjudligi aniqlangan. Osh tuzi natriy, o'yuvchi natriy, xlor, soda va boshqa bir qancha muhim moddalarning boshlang'ich xomashyosi hisoblanadi.

Natriy gidroksid  $\text{NaOH}$  (o'yuvchi natriy, kaustik soda) – juda kuchli ishqor ( $K_B=5,9$ ). Sanoatda asosan, sovun, bo'yoq, selluloza va boshqa bir qancha



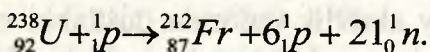
Bundan tashqari sodani  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ni kalsiy karbonat ishtirokida uglerod bilan qaytarib olish ham mumkin:



### Kaliy. Rubidiy. Seziy. Fransiy

Kaliy K, rubidiy Rb, seziy Cs va fransiy Fr elementlari yuqori aktivligi va atom radiuslarining o'lchami jihatdan o'z davridagi elementlardan oldinda turadi. Ularning birikmalarida bog'lanish kuchli qutblangan bo'lib, ion tabiati yuqori bo'ladi. Bu elementlarning ion holidagi kichik zaryad va katta o'lchamga ega bo'lgani uchun kompleks hosil qilish qobiliyati juda kam. Shuning uchun ularning kristallogidratlari ham deyarli mavjud emas.

Kaliyning muhim birikmalari qatoriga *silvin* KCl, *silvinit*  $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$ , *karnalit*  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , *kainit*  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  lar kiradi. Rubidiy va seziy kaliy minerallari tarkibida uchraydi. Fransiy radioaktiv element bo'lib, barqaror izotopi mavjud emas. U 1939-yili uranning radioaktiv yemirilish mahsuloti tarkibida aniqlangan. Fransiyning eng uzoq yashovchi izotopi  $^{202}\text{Fr}$  ( $T_{1/2}=20$  min) uranni proton bilan nurlantirish natijasida olinadi:



Fransiy izotoplarining juda qisqa vaqt davomida radioaktiv yemirilib ketishi tufayli xossalari ko'p o'rganilmagan.

Kaliy va uning analoglari *oddiy modda* holidagi kumushsimon oq rangli metallar (seziy oltinga o'xshash sariq) bo'lib, ularning va litiy hamda natriyning fizik konstantalari quyidagi jadvalda berilgan:



14.2.-jadval. *Ishqoriy metallarning  
ba'zi fizik xossalari*

Xossa	Li	Na	K	Rb	Cs
Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	0,539	0,97	0,86	1,5	1,9
Qattiqligi (olmos-10)	0,6	0,6	0,5	0,3	0,2
Elektr o'tkazuvchanlik (Hg=1)	11	21	14	8	5
Suyuqlanish harorati, °C	180,5	97,8	63,6	39,5	28,4
Qaynash harorati, °C	1336,6	882,9	760	750	685

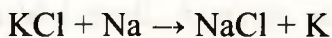
Ko'rinib turibdiki, bu metallarning zichligi unchalik katta emas. Bu metallar juda yumshoq bo'lib, pichoq bilan oson kesish mumkin.

Kaliy va uning analoglari yuqori kimyoviy faollikka ega. Kaliy ochiq havoda g'ovak tuzilishli oksidlanish mahsulotlarini hosil qiladi. Rubidiy va seziy esa o'z-o'zidan alanganib ketadi.

Kaliy, rubidiy va seziy fluor va xlor atmosferasida alanganib ketadi. Ularning suyuq brom bilan reaksiyasi esa portlash bilan boradi. Qizdirilgan holda bu metallar oltingugurt, vodorod va boshqa metallar bilan oson ta'sirlashadi.

Kaliy va uning analoglari metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida dastlabki o'rinlarni egallaydi. Kaliy suv bilan ta'sirlashishi davomida alanganib ketadi. Rubidiy va seziy esa portlash bilan reaksiyaga kirishadi.

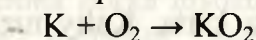
Kaliy, rubidiy va seziylar qizdirilganda elektronini oson yo'qotadi. Bu xossasi ulardan fotoelement sifatida ishlatishga imkon beradi. Sanoatda kaliy-uning xloridi yoki gidroksidi suyuqlanmasidan natriy bilan qaytarib olinadi:



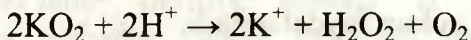
Rubidiy va seziiy metallotermik yoki birikmalarini termik parchalash yo'llari orqali olinadi. Kaliy va uning analoglari yopiq idishlarda kerosin ostida saqlanadi.

**Kaliy, rubidiy va seziiyning +1 oksidlanish darajali birikmalari.** Kaliy va uning analoglari tuzlar va tuzsimon moddalardir. Ular kristall tuzilishi, suvda eruvchanlik xossalari bilan natriy birikmalariga o'xshab ketadi.

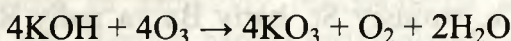
Peroksidlar hosil qilish xossasi K–Rb–Cs qatorida ortib boradi. Shuning uchun bu metallar havoda oksidlanganda peroksid emas superoksidlar hosil qiladi:



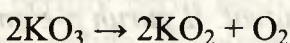
Peroksidlari  $Na_2O_2$  ga qaraganda beqaror. Peroksid va superoksidlar kuchli oksidlovchilardir:



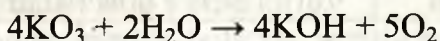
Ozonidlar peroksid va superoksidlardan ham kuchli oksidlovchi bo'lib, ular qattiq gidroksidga ozon ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:



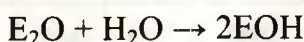
Ozonidlar oddiy sharoitdayoq uzoq tursa, parchalanadi:



Suvda eritilganda esa shiddatli ravishda kislorod ajratib chiqaradi:



Oksidlari ( $K_2O$  oq,  $Rb_2O$  sariq,  $Cs_2O$  zarg'aldoq)  $Na_2O$  singari kuchli kimyoviy aktivlikka ega bo'lib, suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib gidroksid hosil qiladi.  $Li_2O$ – $Na_2O$ – $K_2O$ – $Rb_2O$ – $Cs_2O$  qatorida kimyoviy faollik ortib boradi:



Oksidlari superoksidlarni metall bilan qaytarib olish mumkin:



Kaliy, rubidiy va seziiy gidroksidlari rangsiz, juda gigroskopik moddalardir. Ular qizdirilganda parchalanmaydi. Gidroksidlar suvda eruvchanligi juda yaxshi bo'lib, suvdagi eritmasi kuchli ishqoriy muhit hosil qiladi. Ularning orasida KOH (*o'yuvchi kaliy*) sanoat ahamiyatiga ega bo'lib, KCl eritmasining elektrolizi orqali olinadi.

Kaliy analoglari orasida kaliy birikmalarining amaliy ahamiyati juda katta. Kaliy tuzlarining 90% qismi mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Bundan tashqari kaliy birikmalari shisha, sovun va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

## 14.2. II guruh s-elementlari

II guruh s-elementlariga berilliy Be, magniy Mg, kalsiy Ca, stronsiy Sr, bariy Ba va radiy Ra lar kiradi. Ularning ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari quyidagi jadvalda keltirilgan.

14.3.-jadval. II guruh p-elementlarining  
ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari.

	<sup>4</sup> Be	<sup>12</sup> Mg	<sup>20</sup> Ca	<sup>38</sup> Sr	<sup>56</sup> Ba	<sup>88</sup> Ra
Atom massasi	9,01	24,31	40,08	87,62	137,33	[226]
Valent elektronlari	2s <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup>	4s <sup>2</sup>	5s <sup>2</sup>	6s <sup>2</sup>	7s <sup>2</sup>
Atom radius, nm	0,113	0,160	0,197	0,216	0,221	0,235
E <sup>+2</sup> ion radiusi, nm	0,034	0,074	0,104	0,120	0,138	0,144
Elektronga moyilligi, eV	0,38	-0,22	-1,93	-1,93	-1,51	-1,53
Ionlanish energiyasi, eV	9,32	7,65	6,11	5,69	5,21	5,28



Nisbiy elektromanfiyligi	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9
Oksidlanish darajalari	+2	+2	+2	+2	+2	+2
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	$6 \cdot 10^{-4}$	2,35	3,5	0,034	0,06	$1 \cdot 10^{-10}$

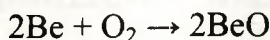
Boshqa asosiy guruh elementlari kabi bu guruhda ham tartib raqam ortib borishi bilan ionlanish energiyasi kamayib boradi, atom va ion radiuslari hamda metallik xossalari ortib boradi.

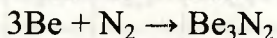
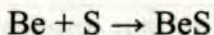
### Berilliy

Berilliy elementida borganisbatan atom radiusi ortishi bilan birga ionlanish energiyasi kamayadi. metallmaslik xossasi kam bo'lib, metallik xossasi kuchli namoyon bo'ladi. Berilliy boshqa II guruh s-elementlariga nisbatan yuqori ionlanish energiyasiga ( $E_1=9,32$  eV,  $E_2=18,21$  eV) ega. Shu bilan birga bu element alyuminiyga xossalari jihatidan o'xshashliklarni namoyon etadi va kimyoviy reaksiyalarda amfoterlik xossalari ega. Berilliy barcha birikmalarida +2 oksidlanish darajasiga ega.

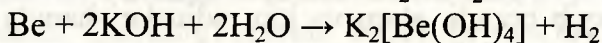
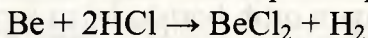
Yer qatlamida berilliy berill  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_6$ , fenakit  $\text{Be}_2\text{SiO}_4$  minerallari holida tarqalgan. Turli rangdagi shaffof berill minerallari (yashil zumrad, havo rang akvamarinlar) qimmatbaho toshlardir.

Berilliy oddiy modda holatida yetarlicha qattiq ( $t_{\text{su-yuq}}=1287^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2507^\circ\text{C}$ ) kulrang tusli metall. Havoda alyuminiy singari oksid qavat hosil qilib, past kimyoviy faollikka ega bo'lib qoladi. Qizdirilganda havodagi kislorod bilan, oltingugurt va azot bilan reaksiyaga kirishadi:





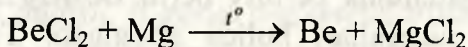
Berilliy oddiy sharoitda vodorod bilan ta'sirlashmaydi. Oksid himoya qatlami hisobiga berilliy suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Lekin alyuminiy singari kislotaga va ishqorlardan vodorodni siqib chiqaradi:



Konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sirida alyuminiy singari passivlashadi.

Berilliy qotishmalarga korroziyaga chidamlilik, mustahkamlik va qattiqlik beruvchi qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Nisbatan qimmatbaho bo'lgan Cu-Be qotishmasi berilliyli bronza tarkibida 2,5% gacha berilliy bo'ladi. Berilliy qotishmalaridan samolyotsozlikda, elektrotexnikada va boshqa sohalarda ishlatiladi. Atom reaktorlarida berilliydan jarayonni sekinlatuvchi va neytronlarni yutuvchi vosita sifatida foydalaniladi.

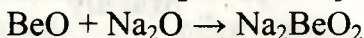
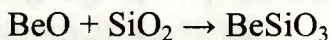
Berilliyning erkin holda  $\text{BeCl}_2$  suyuqlanmasini ( $\text{NaCl}$  bilan birga  $300^\circ\text{C}$  da) elektroliz qilib yoki  $\text{BeHal}_2$  birikmalarini magniy yordamida qaytarib olinadi:



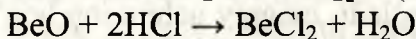
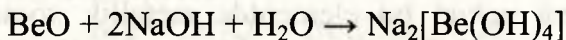
**Berilliyning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Berilliyning ko'plab ikki valentli birikmalari polimer tuzilishdagi oq rangli kristall moddalardir.

Berilliy oksid  $\text{BeO}$  qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=2530^\circ\text{C}$ ) modda bo'lib, issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Qizdirilganda ( $400^\circ\text{C}$ ) kimyoviy jihatdan faollikka ega.  $\text{BeO}$  dan kimyoviy mustahkam va olovbardosh keramika ishlab chiqarishda foydalaniladi.

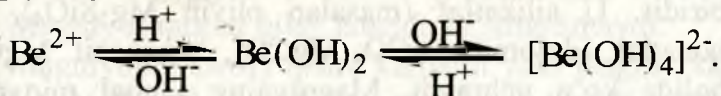
BeO suyuqlantirilganda asoslik va kislotalik xossalari namoyon etadi:



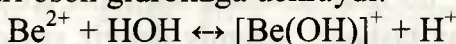
Qizdirilganda ishqorlar va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Berilliy gidroksid  $\text{Be}(\text{OH})_2$  polimer modda bo'lib, suvda erimaydi. Uning kislota va ishqorlarga munosabati quyidagi sxema ko'rinishida ifodalash mumkin:

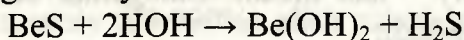


$\text{Be}^{2+}$  tuzlari oson gidrolizga uchraydi:

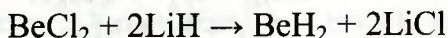


Gidroksoberillatlar faqatgina mo'1 miqdorda ishqor mavjud bo'lgan eritmadagina barqaror bo'ladi. Aks holda to'liq gidrolizga uchrab  $\text{Be}(\text{OH})_2$  hosil qiladi. Ishqoriy metallar gidroksoberillatlarigina suvda eruvchan tuzlardir.

Berilliy sulfid  $\text{BeS}$  oddiy moddalardan olinib, suvda to'liq gidrolizga uchraydi:



Berilliy gidrid  $\text{BeH}_2$  polimer tuzilishli qattiq modda bo'lib, xossalari jihatdan  $\text{AlH}_3$  ga o'xshab ketadi. Uni  $\text{BeCl}_2$  ni  $\text{LiH}$  ning efirli eritmasi bilan ta'sirlantirib olish mumkin:



Berilliyning kislородli tuzlari odatda eritmadan kristallogidratlar holida ajraladi. Uning aksariyat tuzlari suv-



da yaxshi eriydi. Faqat  $\text{BeCO}_3$ ,  $\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2$  va ba'zi tuzlar suvda erimaydi. Berilliy birikmalari zaharlidir.

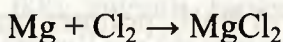
### Magniy

Magniyning qo'shni atomlar Be va Al ga nisbatan atom radiusi katta va past ionlanish energiyasiga ega. Shuning uchun bu elementda metallik xossasi kuchli namoyon bo'ladi. magniy uchun ion bog'lanish hosil qilish xarakterlidir. Bu xossasi bilan Ca, Sr va Ba larga o'xshaydi.

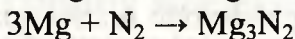
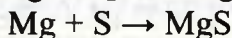
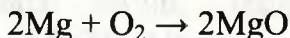
Magniy Yer qatlamida keng tarqalgan elementlardan biridir. U silikatlar (masalan olivin  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ), karbonatlar (dolomit  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , magnezit  $\text{MgCO}_3$ ) holida ko'p uchraydi. Magniyning sanoat miqyosida ahamiyatli bo'lgan minerali karnallit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dir. Bundan tashqari, magniy dengiz suvida (0,38% gacha) va ba'zi ko'l suvlarida (30% gacha) ko'p miqdorda bo'ladi.

Magniy oddiy modda holatida oq rangli metall bo'lib ( $t_{\text{suyuq}}=650^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=1095^\circ\text{C}$ ,  $\rho=1,74 \text{ g/sm}^3$ ), havoda oksidlanadi va xira tusga ega bo'lib qoladi. U berilliyga nisbatan yumshoq va plastik modda.

Magniy – faol metall. Galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishadi:



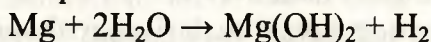
Qizdirilganda esa havoda yonadi, oltingugurt va azot ta'sirida oksidlanadi:



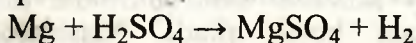
Magniy metallar bilan turli xil qotishmalarni hosil qiladi. Uning ahamiyatli qotishmalaridan biri elektron

(3–10% Al, 0,2–3% Zn, qolgani Mg) bo‘lib, mustahkamligi va yengilligi ( $\rho=1,8 \text{ g/sm}^3$ ) tufayli kosmotexnikada va aviasozlikda ishlatiladi.

Magniy sovuq suv bilan sekin ta'sirlashadi. Qizdirish natijasida reaksiya tezlashib,  $\text{Mg(OH)}_2$  cho'kmasini hosil qiladi:

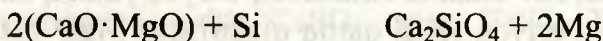


Kislotalar bilan magniy shiddatli reaksiyaga kirishadi ( $\text{HF}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  lardan tashqari) va suvda kam eriydigan tuzlar hosil qiladi:



Magniy ishqorlar bilan amalda ta'sirlashmaydi.

Magniyning asosiy qismi karnallit yoki magniy xloridning  $\text{NaCl}$  bilan aralashmasini suyuqlantirib ( $720\text{--}750^\circ\text{C}$ ) elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Bundan tashqari magniy metallotermik va koksotermik usullar bilan ham olinadi. Metallotermiyada kuydirilgan dolomit  $\text{CaO}\cdot\text{MgO}$ ni ferrosilitsiy yoki alyuminosilitsiy bilan qaytarib olinadi:



Kokotermik usulda magniyni uning birikmalaridan uglerod yordamida elektropechlarda ( $2100^\circ\text{C}$ ) qaytarib olinadi. Sof magniy (99,999%) olish uchun texnik magniy vakuumda ko'p marta sublimatlanadi.

Magniy asosan yengil qotishmalar ishlab chiqarishda, metallotermik usulda Ti, Zr, V, U va boshqa metallar olishda ishlatiladi.

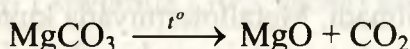
**Magniyning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Magniyning deyarli barcha birikmalari ion bo'g'lanishli birikmalardir. Ularda (masalan,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg(NO}_3)_2$  v.b.) gidrolizlanish xossasi uchramaydi.

Magniy (II) tuzlarining aksariyati suvda yaxshi eriydi. Kuchsiz kislotali tuzlari ( $Mg_3(PO_4)_2$ ,  $MgCO_3$ ,  $MgF_2$ ) suvda kam eriydi. Suvli eritmalaridan magniy tuzlari  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  kabi kristallogidratlar holda ajraladi. Bundan tashqari 1–12 molekula tutgan kristallogidratlari ham mavjud.

Magniyning suvsiz tuzlari gigroskopik xossaga ega. Ayniqsa,  $Mg(ClO_4)_2$  (angidron) o'zining massasiga nisbatan 60% miqdorda suvni o'ziga biriktiradi.

Yuqoridagi birikmalaridan tashqari magniy aralash tuzlarni ham hosil qiladi. Masalan, dolomit  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ , sheyentlar  $Me_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$  shularga misol bo'ladi.

Magniy oksid  $MgO$  (kuydirilgan magniziy) qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{suyuq} = 2800^\circ C$ ) modda. Sanoatda bu modda  $MgCO_3$  ni termik parchalab olinadi:



Mayda kristall holdagi  $MgO$  kimyoviy jihatdan faol bo'lib, suv bilan ta'sirlashadi,  $CO_2$  ni yutadi, kislotalarda yaxshi eriydi, lekin qattiq qizdirilgan  $MgO$  qattiq holga kelib, kimyoviy jihatdan inert bo'lib qoladi.

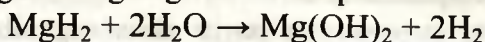
Kuydirilgan magneziydan magniy olishda, rezina ishlab chiqarishda to'ldiruvchi sifatida, neft mahsulotlarini tozalashda, olovbardosh materiallar va qurilish materiallari tayyorlashda foydalaniladi.

Magniy gidroksid  $Mg(OH)_2$  kristall modda bo'lib, suvda juda kam eriydi va kuchsiz asos xossasini namoyon qiladi.

Magniy vodorod bilan bevosita ta'sirlashmaydi. Lekin bilvosita yo'llar bilan  $MgH_2$  ni olish mumkin. Mag-



niy gidrid  $\text{BeH}_2$  va  $\text{AlH}_3$  lardan farq qilib ion tabiatli kimyoviy bog'lanishga ega va suvda parchalanadi:



### Kalsiy. Stronsiy. Bariy

Kalsiy Ca, stronsiy Sr va bariy Ba elementlari yuqoridagi elementlardan atom radiusining kattaligi va ionlanish potentsiali qiymatining kichikligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun bu elementlar tashqi  $s^2$  elektronlarini oson yo'qotib,  $E^{2+}$  ionga aylanadi. Kalsiy va uning analoglari uchun koordinatsion birikma hosil qilish xossasi xarakterli emas.

Ca, Sr va Ba ionlarining keng tarqalgan izotoplari  $^{40}\text{Ca}$  (96,97%),  $^{88}\text{Sr}$  (82,56%) va  $^{138}\text{Ba}$  (71,66%) larni tashkil etadi. Radiyning barqaror izotopi mavjud emas.

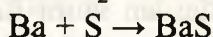
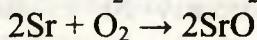
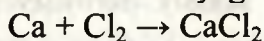
Kalsiy – tabiatda keng tarqalgan elementlardan biri bo'lib, asosan silikatlar va alyuminosilikatlar holda uchraydi. Boshqa qazilmalari orasida kalsiy  $\text{CaCO}_3$  ohaktosh, bo'r tarkibida ko'p tarqalgan. Kalsiyning boshqa kristall shakli marmar ham ba'zan uchraydi, bundan tashqari angidrit  $\text{CaSO}_4$ , gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , amaliy ahamiyatga ega bo'lgan flyorit  $\text{CaF}_2$ , apatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH} \text{ v.b.})$  minerallari ham keng tarqalgan. Kalsiy tuzlarining erishi natijasida ko'plab tabiiy suvlar tarkibida ham uchraydi va suvga qattqlik beradi.

Stronsiy va bariyning muhim minerallari: stronsianit  $\text{SrCO}_3$ , viterit  $\text{BaCO}_3$ , selestin  $\text{SrSO}_4$ , barit (og'ir shpat)  $\text{BaSO}_4$ . Radiy odatda uran rudalari tarkibida uchraydi.

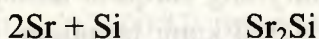
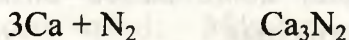
**Oddiy modda** holatida kalsiy va uning analoglari och kulrang tusli metallardir. Havoda havoni tarkibidagi moddalar ta'sirida oksidlanib, sariq tusli plyonka hosil

qiladi. Kalsiy nisbatan qattiq, stronsiy va bariy metallari esa yumshoq metallardir.

Kalsiy, stronsiy va bariy aktiv metallmaslar bilan oddiy sharoitdayoq shiddatli reaksiyaga kirishadi:

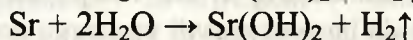
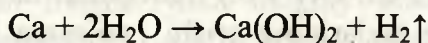


Nisbatan passiv bo'lgan metallmaslar (azot, vodorod, uglerod, kremniy v.b.) bilan esa ishqoriy-yer metallari turli darajada qizdirish orqali reaksiyaga kirishadi:

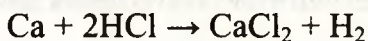


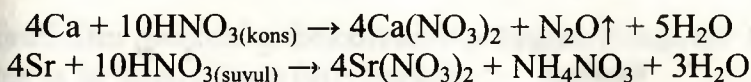
Ishqoriy-yer metallari qizdirilganda ko'plab metallar bilan reaksiyaga kirishib, tarkibida turli intermetall birikmalar bo'lgan qotishmalarni hosil qiladi.

Metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida kalsiy va uning analoglari oldingi o'rinlarni egallaydi. Shuning uchun suv bilan oddiy sharoitda shiddatli ta'sirlashadi:

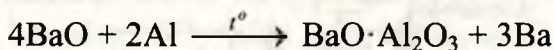


Ca-Sr-Ba qatorida metallarning kimyoviy faolligi ortib boradi va shu qatorda hosil bo'lgan gidroksidlarning suvda eruvchanligi ham ortib boradi. Bundan tashqari kislotalar bilan ta'sirlashishi ham shiddatli kechadi:





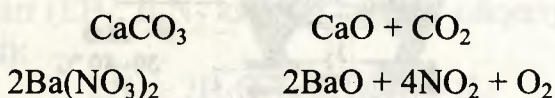
Kalsiyni uning xloridi suyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi. Bariy va stronsiyni odatda oksidlaridan al-yuminotermik usulda qaytarib olinadi:



Yuqori kimyoviy faolligi tufayli ishqoriy-yer metallari kerosin ostida saqlanadi.

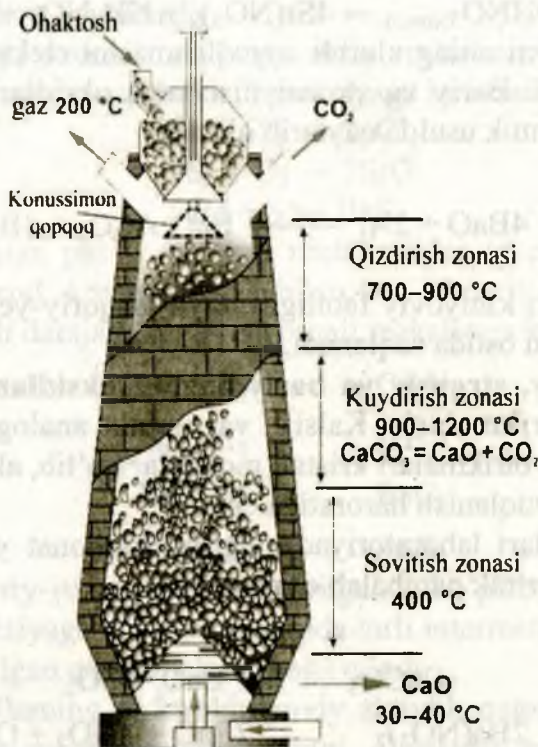
**Kalsiy, stronsiy va bariyning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Kalsiy va uning analoglarining noorganik birikmalari kristall moddalar bo'lib, aksariyati yuqori suyuqlanish haroratiga ega.

*Oksidlari* laboratoriyada tegishli karbonat yoki nitratlarini termik parchalab olinadi:



Sanoatda tabiiy karbonatlarni parchalab olinadi. Shunday usul bilan olingan CaO ohak deb nomlanib, katta amaliy ahamiyatga ega. U suv bilan katta issiqlik ajralib chiqishi hisobiga ta'sirlashib, so'ndirilgan ohak Ca(OH)<sub>2</sub> hosil qiladi. So'ndirilgan ohak bog'lovchi modda sifatida qurilishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Tabiiy kalsiy karbonatni termik parchalab ohak olish jarayonining umumiy ko'rinishi 14.2.-rasmda ko'rsatilgan.





14.2-rasm. Ohaktoshni kuydirish.

CaO–SrO–BaO qatorida gidratlanish issiqligi ortib boradi.

Kalsiy, stronsiy va bariyning E(OH)<sub>2</sub> tarkibli gidroksidlari asoslik xossalari bilan ishqoriy metallar gidroksidlaridan keyingi o‘rinni egallaydi.

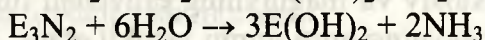
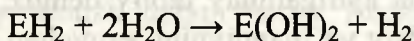
Be(OH)<sub>2</sub>–Mg(OH)<sub>2</sub>–Ca(OH)<sub>2</sub>–Sr(OH)<sub>2</sub>–Ba(OH)<sub>2</sub> qatorida gidroksidlarning asoslik xossalari, suvda eruvchanligi va termik parchalanishga chidamliligi ortib bo-

radi. Shu qatorida gidroksidlarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvi ham ortib boradi.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  suspenziyasi (ohak suti) qurilishda katta ahamiyatga ega. Uning qum bilan qorishmasi yoki suspenziyasi bog'lovchi modda va oqartiruvchi qorishma sifatida ishlatiladi. Devor sirtiga surtilgan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  suspenziyasi havodagi  $\text{CO}_2$  bilan ta'sirlashib,  $\text{CaCO}_3$  hosil qiladi va kristallanadi.

Ca, Sr va Ba tuzlari orasida  $\text{ECl}_2$ ,  $\text{EBr}_2$ ,  $\text{EJ}_2$ ,  $\text{E}(\text{NO}_3)_2$  tarkibli tuzlarining suvda eruvchanligi yuqori.  $\text{ESO}_4$ ,  $\text{E}(\text{HSO}_4)_2$ ,  $\text{E}(\text{HCO}_3)_2$  kabi tuzlarining suvda eruvchanligi o'rtacha bo'lsa,  $\text{ECO}_3$ ,  $\text{ESiO}_3$  kabi tuzlari deyarli suvda erimaydi.  $\text{BaSO}_4$  Ca va Sr sulfatlariga qaraganda kam eriydi.  $\text{ESiO}_3$ ,  $\text{ECO}_3$ ,  $\text{ESO}_4$  tuzlarining termik mustahkamligi Ca–Sr–Ba qatorida ortib boradi.

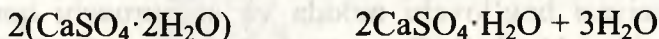
Kalsiy va uning analoglari tuzlarining aksariyati ( $\text{EHal}_2$ ,  $\text{E}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{ESiF}_6$  v.b.) gidrolizga uchramaydi, lekin ba'zilar ( $\text{EH}_2$ ,  $\text{E}_3\text{N}_2$  kabilar) kuchsiz ishqoriy muhit hosil qiladi:



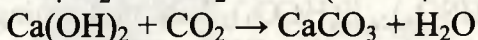
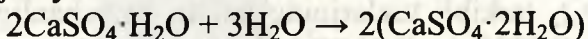
Ca, Sr va Ba elementlarining  $\text{ECl}_2$ ,  $\text{EBr}_2$ ,  $\text{EJ}_2$ ,  $\text{E}(\text{NO}_3)_2$  tarkibli birikmalari suvda yaxshi eriydi.  $\text{E}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{E}(\text{HSO}_4)_2$  tarkibli tuzlarining suvda eruvchanligi o'rtacha.  $\text{ECO}_3$  va  $\text{ESO}_4$  tuzlarining termik barqarorligi Ca–Sr–Ba qatorida ortib boradi, suvda eruvchanligi esa kamayib boradi.

$\text{Ca}(\text{II})$ ,  $\text{Sr}(\text{II})$  va  $\text{Ba}(\text{II})$  tuzlari eritmalaridan turli tarkibli kristallogidratlar holida ajralib chiqadi. Masalan,  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – gips va hokazo. Tuzlarning kristallogidrat hosil qilishi ularning gigroskopik xossasini bildiradi. Gigroskopik xossa jihatidan yuqori faollikka

ega bo'lgan  $\text{CaCl}_2$  sanoatda va laboratoriyada qurituvchi reagent sifatida ishlatiladi.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  gips esa bog'lovchi modda – alebastr olishda foydalaniladi. Alebastr olish uchun gips  $150\text{--}180^\circ\text{C}$  da qizdiriladi:



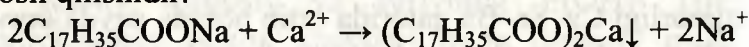
Alebastr ohak, qum, suv va boshqa moddalar bilan aralashtirilganda qayta kristallanish, gidratlanish jarayoni sodir bo'ladi va qorishma qotib qoladi. Bunda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:



Kalsiy va uning analoglarining kimyoviy faolligi tufayli peroksidlar ( $\text{EO}_2$ ), superoksidlar ( $\text{E}(\text{O}_2)_2$ ), persulfidlar ( $\text{ES}_n$   $n=2\text{--}5$ ), perkarbidlar ( $\text{EC}_2$ ) hosil qiladi. Ca–Sr–Ba qatorida bu birikmalarning barqarorligi ortadi.

### Suvning qattiqligi

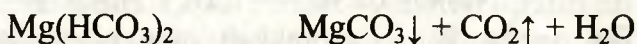
Yuqorida aytilganiday tabiiy dengiz, ko'l va oqava suvlarda kalsiy va magniyning eruvchan tuzlari bo'ladi. Bu tuzlar *suvning qattiqligini* tashkil etadi. Bunday suvlarning qattiq suv deb atalishiga sabab ularning agregat holati emas, balki, yuvuvchi vositalar tarkibidagi anionlar kalsiy va magniy ionlari bilan erimaydigan tuzlarning hosil qilishidir:



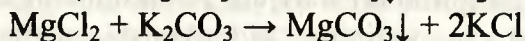
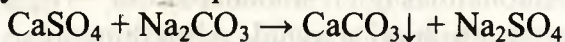
Natijada yuvuvchi vositalarning ko'pik hosil qilishi va yuvish xususiyati yo'qoladi. Shuning uchun bunday suvlar qattiq suvlar deyiladi. Qattiq suvlarni «yumshatish», ya'ni qattiqligini yo'qotish uchun suvga fizik yoki kimyoviy ta'sir ko'rsatiladi. Kalsiy va magniy



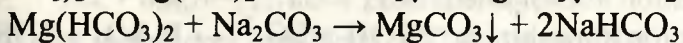
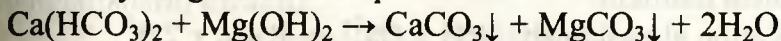
gidrokarbonatlari harorat ta'sirida parchalanib, cho'kma hosil qiladi:



Natijada suvning qattiqligi yo'qoladi. Shuning uchun suvning bunday qattiqligi *muvaqqat (vaqtinchalik) qattiqlik* deyiladi. Lekin kalsiy va magniyning xloridlari hamda sulfatlari tutgan suv qaynatilganda qattiqligi yo'qolmaydi. Bunday qattiqlik *doimiy qattiqlik* deyiladi. Doimiy qattiqlikni yo'qotish uchun suvga natriy va kaliy karbonatlari qo'shiladi:



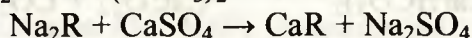
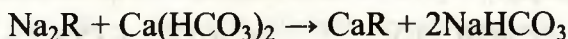
Muvaqqat qattiqlikni ham kimyoviy yo'l bilan yo'qotish mumkin. Buning uchun qattiq suvga karbonatlar yoki gidroksidlar qo'shiladi:



Qattiqlikni yo'qotish uchun natriy fosfat, bura va potashdan ham foydalanish mumkin.

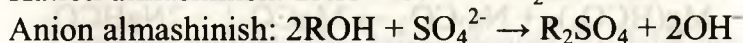
Bundan tashqari, so'nggi paytlarda keng tarqalgan suvni yumshatish usuli – *ion almashinish* reaksiyalaridir. Bunday usulda ba'zi tabiiy va sun'iy yuqori molekulyar birikmalar – ionitlardan foydalanilmoqda. *Ionitlar* – tarkibidagi harakatchan radikallarni eritmadagi ionlar bilan almashina oladigan moddalardir. Ionitlar almashinadigan ionlarning turiga qarab *kationitlar* va *anionitlarga* bo'linadi. Kationit sifatida seolit tipidagi alyuminosilikatlar, masalan  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , sun'iy gidratlangan alyuminosilikatlar – permutitlar, silikatlar va boshqalar bo'lishi mumkin. Ionitlar va qattiq suv tarkibidagi ionlar

orasidagi ion almashinish reaksiyasini quyidagi umumiy sxema tarzida ifodalash mumkin:



Bu yerda R – murakkab alyuminosilikat ion  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}]^{2-}$

Suvning qattiqligini yo'qotish uchun turli organik yuqori molekulyar moddalar – ionalmashgich smolalardan ham foydalaniladi. Kationalmashgich smolalar tarkibida  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  funksional guruhlari bo'lib, ulardagi vodorod atomi kationlar bilan almashinadi. Anionalmashgich smolalarda esa  $-\text{NH}_2$ ,  $=\text{NH}$ ,  $\equiv\text{N}$  funksional guruhlari mavjud. Almashinadigan ion vazifasini smola sirtining gidratlanishi natijasida hosil bo'lgan OH-guruhlar o'taydi. Tabiiy suvni kationitlardan va anionitlardan o'tkazilib, distillangan suv olish mumkin:



Bu yerda R – murakkab organik radikal.

Qattqlikni yo'qotish uchun uning miqdoriga ekvivalent miqdorda reagent qo'shish zarur bo'ladi. Shuning uchun umumiy qattqlik miqdori 1 litr suvdagi kalsiy va magniy ionlarining mg-ekv miqdori bilan o'lchanadi:

$$Q_{um} = \frac{\frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{20,04} + \frac{m_{\text{Mg}^{2+}}}{12,15}}{V_s}$$

Bu yerda  $m_{\text{Ca}^{2+}}$  va  $m_{\text{Mg}^{2+}}$  – kalsiy va magniy ionlarining qattiq suvdagi massasi,  $V_s$  – qattiq suv hajmi (ml).

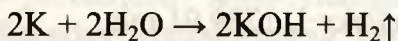
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** K, Na va Ca dan iborat 0,7 mol aralashma suvda eritilganda 12,32 l (n.sh.) vodorod ajralib chiqdi. Agar aralashmadagi kaliyning mol miqdori natriynikidan ikki marta ko'p bo'lsa, aralashmaning mol tarkibini aniqlang.

- A) 0,1 mol K, 0,1 mol Na, 0,5 mol Ca;
- B) 0,2 mol K, 0,1 mol Na, 0,4 mol Ca;
- C) 0,1 mol K, 0,2 mol Na, 0,4 mol Ca;
- D) 0,3 mol K, 0,15 mol Na, 0,25 mol Ca.

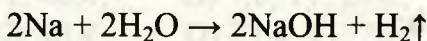
### Yechish:

Yuqoridagi ma'lumotdan ko'rinib turibdiki, natriyning mol miqdorini  $x$  mol bilan belgilasak, kaliyning mol miqdorini  $2x$  mol bilan belgilash mumkin. Ca ning mol miqdorini esa  $y$  mol bilan belgilab quyidagicha tenglamalarni tuzamiz:



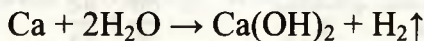
2 mol kaliy reaksiyaga kirishganda 22,4 l (n.sh.)  $H_2$ ,

$2x$  mol kaliy reaksiyaga kirishganda  $a=22,4x$  l (n.sh.)  $H_2$  ajraladi.



2 mol natriy reaksiyaga kirishganda 22,4 l (n.sh.)  $H_2$ ,

$x$  mol natriy reaksiyaga kirishganda  $b=11,2x$  l (n.sh.)  $H_2$  ajraladi.



1 mol kalsiy reaksiyaga kirishganda 22,4 l (n.sh.)  $H_2$ ,

$y$  mol kalsiy reaksiyaga kirishganda  $c=22,4y$  l (n.sh.)  $H_2$  ajraladi.

$$\begin{cases} 2x + x + y = 0,7 \\ 22,4x + 11,2x + 22,4y = 12,32 \end{cases}$$



Tenglamalar sistemasini ixchamlashtirib hisoblaymiz:

$$\begin{cases} 3x + y = 0,7 \\ 33,6x + 22,4y = 12,32 \end{cases} \cdot 22,4 \quad -$$

$$33,6x = 3,36$$

$$x = \frac{3,36}{33,6} = 0,1 \text{ mol}$$

$$y = 0,7 - 3 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mol}$$

Demak, kaliyning miqdori  $2x = 2 \cdot 0,1 = 0,2$  mol, natriyning miqdori 0,1 mol, kalsiyning miqdori 0,4 mol. **(B javob to'g'ri).**

**2-misol.** 20 l suvda 80 g  $\text{Ca}^{2+}$  va 48 g  $\text{Mg}^{2+}$  tutgan qattiq suvning umumiy qattiqligini va uni yo'qotish uchun zarur bo'lgan 10,6 % li ( $\rho = 1,13$  g/ml)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasi hajmini aniqlang.

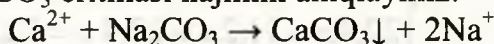
- A) 50 mg/ekv·l, 1769,91 ml;
- B) 100 mg/ekv·l, 3532,82 ml;
- C) 150 mg/ekv·l, 5302,73 ml;
- D) 200 mg/ekv·l, 7065,64 ml.

**Yechish:**

Suvning umumiy qattiqligini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

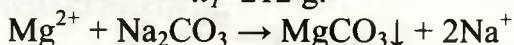
$$Q_{\text{um}} = \frac{\frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{\mathfrak{E}_{\text{Ca}^{2+}}} + \frac{m_{\text{Mg}^{2+}}}{\mathfrak{E}_{\text{Mg}^{2+}}}}{V_{\text{suv}}} \cdot 1000 = \frac{\frac{80}{20} + \frac{48}{12}}{80} \cdot 1000 = 100 \text{ mg/ekv} \cdot \text{l}$$

Endi 20 l suvning qattiqligini yo'qotish uchun zarur bo'lgan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasi hajmini aniqlaymiz:



40 g  $\text{Ca}^{2+}$  ni cho'ktirish uchun 106 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
 80 g  $\text{Ca}^{2+}$  ni cho'ktirish uchun  $x_1$  g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zarur  
 bo'ladi.

$$x_1 = 212 \text{ g.}$$



24 g  $\text{Mg}^{2+}$  ni cho'ktirish uchun 106 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,

48 g  $\text{Mg}^{2+}$  ni cho'ktirish uchun  $x_2$  g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zarur  
 bo'ladi.

$$x_2 = 212 \text{ g.}$$

Umumiy massa  $212 + 212 = 424$  g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Eritmaning hajmi:

$$V_e = \frac{m_t \cdot 100\%}{C\% \cdot \rho} = \frac{424 \cdot 100\%}{10,6\% \cdot 1,13} = 3539,82 \text{ ml.}$$

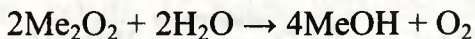
**(B javob to'g'ri).**

**3-misol.** Tarkibida 25,668 % kislorod tutgan natriy, kaliy va rubidiy peroksidlari aralashmasida  $\text{Rb}_2\text{O}_2$  ning natriy va kaliy peroksidlari aralashmasiga mol nisbati 1:2 ga teng. Shunday aralashmaning suvda erishidan 6,72 litr (n.sh.) gaz ajralsa, aralashmadagi har bir peroksidning massasini aniqlang.

- A) 23,4; 11; 40,4;      B) 7,8; 11; 20,2;  
 C) 23,4; 22; 40,4;      D) 23,4; 11; 20,2.

**Yechish:**

Peroksidlar aralashmasining suv bilan reaksiyasini umumiy ravishda quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



Demak, peroksidlar aralashmasining umumiy mol miqdori  $\frac{6,72}{22,4} \cdot 2 = 0,6$  molga, undagi kislorodning massasi

$32 \cdot 0,6 = 19,2$  g, aralashmaning massasi esa  $\frac{19,2}{0,25668} = 74,8$  g ga teng. U holda  $\text{Rb}_2\text{O}_2$  ning mol miqdo-

rini  $x$  bilan  $\text{Na}_2\text{O}_2$  va  $\text{K}_2\text{O}_2$  lar aralashmasining mol miqdorini  $2x$  bilan ifodalab, quyidagicha tenglama tuzish va  $\text{Rb}_2\text{O}_2$  ning mol miqdorini hisoblab topish mumkin:

$$x + 2x = 3x = 0,6$$

$$x = \frac{0,6}{3} = 0,2$$

$\text{Rb}_2\text{O}_2$  ning massasi  $202 \cdot 0,2 = 40,4$  g, natriy va kaliy peroksidlarining umumiy massasi  $74,8 - 40,4 = 34,4$  bo'lsa,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ning mol miqdorini  $a$ , massasini  $78a$ ,  $\text{K}_2\text{O}_2$  ning mol miqdorini  $b$ , massasini  $110b$  bilan belgilab quyidagi tenglamalarni tuzish va ularni yechish orqali moddalar massasini aniqlash mumkin:

$$\begin{cases} a + b = 0,4 & | \cdot 110 \\ 78a + 110b = 34,4 & | \end{cases} -$$

$$32a = 9,6$$

$$a = \frac{9,6}{32} = 0,3; b = 0,4 - 0,3 = 0,1$$

$\text{Na}_2\text{O}_2$  ning massasi  $78 \cdot 0,3 = 23,4$  g,  $\text{K}_2\text{O}_2$  ning massasi  $110 \cdot 0,1 = 11$  g.

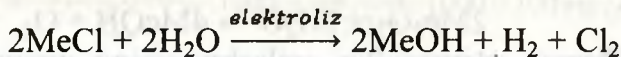
**Javob:** peroksidlarning mos ravishda massalari 23,4; 11; 40,4 g. (A javob to'g'ri).

**4-misol.** 100 g 10 % li ishqoriy metall xloridi eritmasi elektroliz qilinganda 7,3 % li ishqor eritmasi olingan bo'lsa, qaysi metall tuzi elektroliz qilingan.

A) NaCl; B) LiCl; C) KCl; D) RbCl.

**Yechish:**

Elektroliz jarayoni quyidagi reaksiya tenglamasi asosida sodir bo'ladi:



MeOH ning molyar massasi MeCl ning molyar massasidan  $(Me + 35,5) - (Me + 17) = 18,5$  g ga kamligini hisobga olib, tuzning mol miqdorini  $n$  bilan belgilasak, elektrolizdan so'ng hosil bo'lgan MeOH ning massasi



$10 - 18,5n$ , ajralib chiqqan vodorod va xlarning umumiy massasi  $36,5n$  etib belgilash mumkin. U holda quyidagi tenglamani tuzish va uni yechish orqali  $n$  qiymatini aniqlash mumkin:

$$\frac{10 - 18,5n}{100 - 36,5n} = 0,073$$

$$7,3 - 2,6645n = 10 - 18,5n$$

$$18,5n - 2,6645n = 10 - 7,3$$

$$15,8355n = 2,7$$

$$n = \frac{2,7}{15,8355} = 0,1705$$

MeCl ning molyar massasi  $M = \frac{m}{n} = \frac{10}{0,1705} = 58,5$  g/mol. Bu NaCl ning molyar massasi.

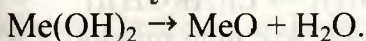
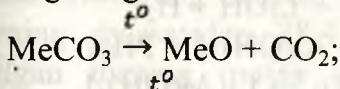
**Javob:** NaCl tuzi olingan. (A javob to'g'ri).

**5-misol.** Mol nisbati 18:27 bo'lgan ikki valentli metall karbonati va gidroksidi aralashmasi qizdirilganda aralashma massasi 21,45 % ga kamaygan bo'lsa, metallni aniqlang.

A) Sr; B) Ca; C) Mg; D) Ba.

**Yechish:**

Aralashma qizdirilganda parchalanish jarayonlari quyidagi tenglamalar asosida sodir bo'ladi:



18:27 mol nisbati tegishli ravishda 1:1,5 mol nisbatiga to'g'ri keladi. U holda aralashmadan chiqib ketgan  $\text{CO}_2$  massasi  $44 \cdot 1 = 44$  g,  $\text{H}_2\text{O}$  massasi  $18 \cdot 1,5 = 27$  g ga teng. Ularning umumiy massasi  $44 + 27 = 71$  g va bu dastlabki aralashmaning 21,45 % qismini tashkil etsa, 2,5 mol MeO ning massasi

$\frac{71}{0,2145} \cdot 0,7855 = 260$  g ni, MeO ning molyar massasi esa  $\frac{260}{2,5} = 104$  g/molga tengligi kelib chiqadi. Demak, metall atomining molyar massasi  $104 - 16 = 88$  g/mol, ya'ni ikki valentli metall Sr.

**Javob:** Ikki valentli metall stronsiy (Sr). (A javob to'g'ri).

**6-misol.** Litiy gidrid va alyuminiy fosfidan iborat aralashma 212 ml suvda eritildi. Hosil bo'lgan eritma massasi dastlabki qattiq moddalar va suvning massasidan 74 gramga kamligi va hosil bo'lgan tuzning massa ulushi 25,5 % ekanligi aniqlandi. Dastlabki aralashmadagi gidrid va fosfid moddalarining miqdorini (mol) aniqlang.

A) 0,4 mol LiH; 1,2 mol AlP;

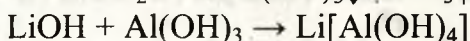
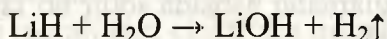
B) 0,8 mol LiH; 0,8 mol AlP;

C) 0,5 mol LiH; 1,0 mol AlP;

D) 0,6 mol LiH; 1,1 mol AlP.

**Yechish:**

Misolda keltirilgan jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamalari asosida sodir bo'ladi:



LiH ning miqdorini  $x$  mol, AlP ning miqdorini  $y$  mol deb qabul qilsak, ajralib chiqqan  $\text{H}_2$  miqdori  $x$  mol,  $\text{PH}_3$  miqdori  $y$  mol,  $\text{Li[Al(OH)}_4]$  miqdori  $x$  mol, cho'kmaga tushgan  $\text{Al(OH)}_3$  ning miqdori  $y-x$  mol aralashma massasi esa  $8x + 58y$  g ga teng bo'ladi. Bundan quyidagi tenglamalarni tuzish mumkin:

Umumiy massaning kamayishi eritmadan ajralib chiqayotgan  $H_2$ ,  $PH_3$  gazlar va cho'kmaga tushgan  $Al(OH)_3$  massalari yig'indisi hisobiga sodir bo'ladi:

$$2x + 34y + 78(y - x) = 74$$

$$112y - 76x = 74 \quad (1)$$

Eritmadagi tuzning massa ulushini topish orqali quyidagi tenglamani tuzish mumkin:

$$\frac{102x}{212 + (8x + 58y) - 74} = 0,255$$

$$102x = 35,19 + 2,04x + 14,79y$$

$$99,96x - 14,79y = 35,19 \quad (2)$$

(1) va (2) tenglamalardan  $x$  va  $y$  ni aniqlash mumkin:

$$\begin{cases} 112y - 76x = 74 \\ 99,96x - 14,79y = 35,19 \end{cases} \Big| 7,573^+$$

$$680,96x = 340,48$$

$$x = \frac{340,48}{680,96} = 0,5; y = \frac{76 \cdot 0,5 + 74}{112} = 1$$

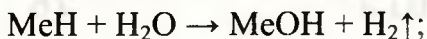
**Javob:** LiH 0,5 mol, AlP 1 mol. (C javob to'g'ri).

**7-misol.** Massasi 16,8 g bo'lgan aralashma tarkibi noma'lum ishqoriy metall gidridi va alyuminiy karbididan iborat bo'lib, bu aralashma 111,6 ml suvda eritilganda eritmaning massasi dastlabki qattiq moddalar va suvning massasidan 28,4 gramga kamligi va hosil bo'lgan tuzning massa ulushi 11,8 % ga tengligi aniqlandi. Dastlabki aralashmadagi gidrid formulasini va miqdorini aniqlang.

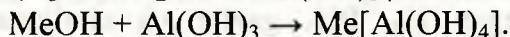
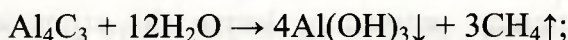
- A) NaH 0,2 mol;                      B) LiH 0,1;  
C) KH 0,2 mol;                      D) NaH 0,1 mol.

**Yechish:**

Jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamalari bo'yicha sodir bo'ladi:







Ishqoriy metall gidridining miqdori  $x$  mol,  $\text{Al}_4\text{C}_3$  ning miqdori  $y$  mol deb qabul qilinsa, eritmada ajralib chiqqan vodorodning massasi  $2x$  g, metan  $y \cdot 3 \cdot 16 = 48y$  g, cho'kmaga tushgan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ning massasi  $(4y - x) \cdot 78 = 312y - 78x$  g ga teng. Ularning umumiy massasi 28,4 g bo'lsa, quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

$$2x + 48y + (312y - 78x) = 28,4$$

$$360y - 76x = 28,4 \quad (1)$$

Aralashmaning umumiy massasi  $(\text{Me} + 1)x = \text{Mex} + x$  g MeH va 144y g  $\text{Al}_4\text{C}_3$  dan iborat, ya'ni  $\text{Mex} + x + 144y = 16,8$  (2). Hosil bo'lgan eritma massasi  $111,6 + 16,8 - 28,4 = 100$  g, unda erigan tuzning massasi  $100 \cdot 0,118 = 11,8$  g. Bundan  $(\text{Me} + 95)x = \text{Mex} + 95x = 11,8$  (3) tenglama kelib chiqadi. (2) va (3) tenglamalardagi noma'lum  $\text{Me}$  ni qisqartirish orqali quyidagi tenglamaga erishish mumkin:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mex} + x + 144y = 16,8 \\ \text{Mex} + 95x = 11,8 \end{array} \right| -$$

$$144y - 94x = 5 \quad (4).$$

(1) va (4) tenglamalardan  $x$  va  $y$  qiymatlari aniqlanadi:

$$\left\{ \begin{array}{l} 360y - 76x = 28,4 \\ 144y - 94x = 5 \end{array} \right| - 1,237$$

$$301,3y = 30,13$$

$$y = \frac{30,13}{301,3} = 0,1; x = \frac{360 \cdot 0,1 - 28,4}{76} = 0,1.$$

MeH ning massasi  $16,8 - 144 \cdot 0,1 = 2,4$  g,  
molyar massasi  $\frac{2,4}{0,1} = 24$  g/mol. Demak, metall  
gidridining formulasi NaH.

**Javob:** Dastlabki aralashmadagi gidrid formulasi  
NaH, miqdori 0,1 mol. (**D javob to'g'ri**).

## 15-BOB. DAVRIY JADVALNING d-ELEMENTLARI

### 15.1. Davriy jadval d-elementlarining umumiy tavsifi

Davriy jadvalda d-elementlar *oraliq elementlar* deyiladi. Ular katta davrlarda s- va p-elementlar orasida joylashgan. Ma'lumki, d-elementlarning o'ziga xos tomoni ularning tashqi elektron qavati (s- va p-elementlar kabi) emas, tashqidan oldingi elektron qavati ((n-1)d orbitali) elektronlar bilan to'lib boradi. d-elementlarning valent elektron orbitallari 9 ta bo'lib, bit-ta ns-orbital, uchta np-orbital va beshta (n-1)d-orbitallardir.

Quyida davriy jadvalning IV davr d-elementlarning valent elektronlari konfiguratsiyasi (solishtirish uchun kalsiy va galliy ham) keltirilgan:

Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
$4s^2$	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$
			Cu	Zn	Ga			
			$3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^2$	$4s^2 4p^1$			

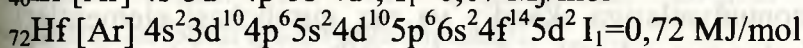
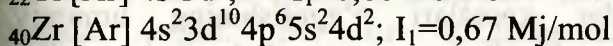
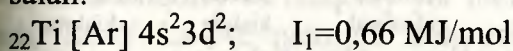
d-elementlar atomlarining tashqi qavatida 1-2 elektron mavjud (ns-holatda). Qolgan valent elektronlar (n-1)d-orbitalda tashqidan oldingi elektron qavatda joylashgan.

d-elementlar elektron tuzilishining o'xshashligi umumiy xossalarni namoyon etishining asosiy sababidir. Ularning umumiy xossalardan biri birinchi ionlanish energiyasi qiymatining kichikligidir (2.16-mavzuga qarang). 2.20.-rasmdan ko'rinib turibdiki, d-elementlarning ionlanish energiyasi s- va p-elementlarnikiga qaraganda keskin bo'lmagan o'zgarishda ortib boradi. Bundan tashqari III guruh d-elementidan II guruh d-elementigacha ionlanish energiyasi bir maromda



o'zgarmaydi. Shuningdek, 2.20.-rasmdagi egri chiziq shuni ko'rsatadiki, d-orbitall elektronlar bilan to'lib borish tartibida ionlanish energiyasi bir qancha qonuniyatlar asosida ortib boradi. Masalan, d-orbitallar toq elektronlar bilan to'lib borayotganda ionlanish energiyasi bir maromda ortadi, lekin Mn ga yetib d-orbitallar toq elektron bilan to'ladi va  $4s^2$  elektron konfiguratsiyasining  $3d^5$ -orbitallarining qoplashi hisobiga ionlanish energiyasining keskin ortishi kuzatilmaydi. Zn elementiga kelib 3d-orbitallar elektronlar bilan butunlay to'lgan holatda esa  $4s^2$  elektronlarning harakatchanligi  $3d^{10}$ -orbitallarning to'sig'i hisobiga kamayadi va ionlanish energiyasi sezilarli ravishda ortishi kuzatiladi.

d-elementlar yonaki guruhchasida ionlanish energiya qiymatlari umumiy ravishda ortib boradi. IV davr d-elementlarida 4s-elektronlarning 3d-orbitallar to'sig'i hisobiga ionlanish energiyasi yuqori bo'lsa, VI davr d-elementlarida 6s-elektronlarning harakatchanligiga 5d- va 4f-elektronlar to'sqinlik qiladi. Natijada VI davr d-elementlarining ionlanish energiyasi nisbatan ortadi, masalan:

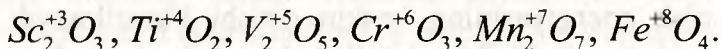


Shuning uchun VI davr d-elementining ionlanish energiyasi IV davr d-elementiga nisbatan yuqori qiymatga ega.

d-elementlar atom radiuslari ham elektron qavatda elektronlar soni ortishi tufayli umumiy ravishda kamayib boradi. Lekin s- va p-elementlar singari keskinlik kuzatilmaydi. VI va VII davr d-elementlarida f-kirishim hodisasi evaziga atom radiusi deyarli o'zgarmaydi. Bu

esa ularning xossalaridagi umumiylikni keltirib chiqaradi.

d-elementlar ba'zi istisnolarni hisobga olmaganda o'zgaruvchan oksidlanish darajalarni namoyon etadi. Deyarli barcha d-elementlar uchun +2 oksidlanish darajasi xos. Ko'plab d-elementlarning yuqori oksidlanish darajasi shu element joylashgan guruh tartib raqamiga teng. Masalan, oksidlarida:



s- va p-elementlaridan farqli ravishda elementlarning tartib raqamlari ortishi bilan yuqori oksidlanish darajali birikmalarining barqarorligi ham ortib boradi masalan,  $FeO_4$  beqaror birikma bo'lsa,  $OsO_4$  moddasi ancha barqaror.

d-elementlarning oksidlanish darajalarining o'zgaruvchanligi tufayli ular uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xosdir. Shuning uchun deyarli barcha d-elementlar bir-biridan kislota-asoslik xossalari jihatdan keskin farq qiluvchi qator birikmalarni hosil qiladi, masalan:

$Mn(OH)_2$	$Mn(OH)_3$	$Mn(OH)_4$	$H_2MnO_4$	$HMnO_4$
O'rta kuchli	Kuchsiz	Amfoter	Kuchli	Juda kuchli
asos	asos	gidroksid	kislota	kislota

d-elementlar xossalari o'zgarishining umumiy qonuniyatlariga skandiy va rux guruhchasi elementlari bo'ysunmaydi. Skandiy elementlari ishqoriy-yer metallariga o'xshash xossalarni namoyon etsa, rux guruhchasi elementlari esa p-elementlarga xos bo'lgan xossalarni namoyon etadi.

Oraliq elementlar oddiy modda holatida metall xossalarini namoyon etadi. d-elementlarning atomlararo ta'sir energiyasini d-orbitallar hisobiga hosil bo'lgan kovalent tabiatli kimyoviy bog'lanish belgilab beradi.

Maksimal songa ega bo'lgan orbitallar hisobiga hosil bo'lgan kimyoviy bog'lanish evaziga oraliq metallarning suyuqlanish va qaynash harorati yuqori bo'ladi.

## 15.2. III guruh d-elementlari

III guruh d-elementlariga skandiy Sc, ittriy Y, lantan La va aktiniy Ac lar kiradi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari 13.1.-jadvalda keltirilgan.

Skandiy va uning analoglari davriy jadvalda o'z davrlarida d-elementlar qatorining boshida joylashgan. Ya'ni, shu elementlardan boshlab (n-1)d-orbital elektronlar bilan to'lib boradi. Bu elementlar boshqa d-elementlardan farqli o'laroq faqat +3 oksidlanish darajasini namoyon qiladilar.

Skandiy va uning analoglari Yer qatlamida juda oz miqdorda tarqalgan bo'lib, alohida minerallarni tashkil etmaydi. Shuning uchun ularni toza holda ajratish qiyin.

Skandiy, ittriy, lantan va aktiniylar *oddiy modda* holida oq rangga ega. Bu metallar kimyoviy faolligi bo'yicha ishqoriy va ishqoriy-yer metallaridan keyin turadi. Sc-Y-La-Ac qatorida kimyoviy faollik sezilarli darajada ortadi. Bir oz qizdirilganda ko'plab metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi.

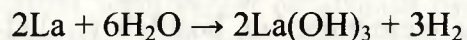
15.1.-jadval. III guruh d-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	<sup>21</sup> Sc	<sup>39</sup> Y	<sup>57</sup> La	<sup>89</sup> Ac
Atom massasi	44,956	88,905	138,91	227,028
Valent elektronlari	4s <sup>2</sup> 3d <sup>1</sup>	5s <sup>2</sup> 4d <sup>1</sup>	6s <sup>2</sup> 5d <sup>1</sup>	7s <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup>
Atom radius, nm	0,164	0,181	0,187	0,203
E <sup>3+</sup> ion radiusi, nm	0,083	0,097	0,104	0,111
Ionlanish energiyasi, eV	6,562	6,22	5,58	5,1
Nisbiy elektromanfiyligi	1,3	1,2	1,0	1,1



Oksidlanish darajalari	+3	+3	+3	+3
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	$6 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-15}$
Tabiiy izotoplari	$^{45}\text{Sc}$ (100%)	$^{89}\text{Y}$ (100%)	$^{139}\text{La}$ (99,91%), $^{138}\text{La}$ (0,089%)	

Skandiy va uning analoglari metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida oldingi o'rinlarga yaqin joylashgan. Skandiy passivlanish hisobiga suv bilan ta'sirlashmaydi. Lantan esa oddiy sharoitda suvni parchalay oladi:



Bu metallar suyultirilgan kislotalar bilan oson ta'sirlashadi. Suyultirilgan nitrat kislotani esa  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gacha qaytaradi:

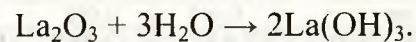


Sc, Y va La larni xloridlari suyuqlanmasini elektroliz qilib yoki metallotermik usulda olinadi.

Sc–Y–La–Ac qatorida E(III) birikmalarining metallik xossasi ortib borishi bilan kislotalik xossasi kamayib, asoslik xossalari ortib boradi. Bu elementlarning birikmalari aksariyat hollarda oq rangli kristall moddalar.

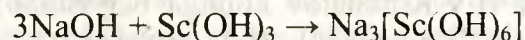
Skandiy va uning analoglarining nitratlari, sulfatlari, galogenidlari ( $\text{EF}_3$  dan tashqari) suvda yaxshi eruvchan bo'lib, gidroksidlari, fosfatlari, ftoridlari, silikatlar suvda qiyin eriydi. Bu tuzlar suvli eritmalaridan kristallogidratlar holda ajralib chiqadi, masalan,  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{EHal}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

$\text{E}_2\text{O}_3$  oksidlari qiyin suyuqlanuvchan oq kristall moddalar.  $\text{La}_2\text{O}_3$  suv bilan ta'sirlashganda issiqlik ajralib chiqadi:

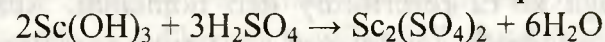


$\text{Sc}_2\text{O}_3$ – $\text{Y}_2\text{O}_3$ – $\text{La}_2\text{O}_3$ – $\text{Ac}_2\text{O}_3$  qatorida suv bilan ta'sirlashish faolligi ortib boradi.

$\text{Sc}(\text{OH})_3$ – $\text{Y}(\text{OH})_3$ – $\text{La}(\text{OH})_3$ – $\text{Ac}(\text{OH})_3$  qatorida gidroksidlarining asosli xossalari va suvda eruvchanligi ortib boradi. Shuning uchun  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  amfoter xossaga ega bo'lsa,  $\text{La}(\text{OH})_3$  nisbatan kuchli asos xossasini namoyon etadi. Lantan gidroksid oddiy sharoitda kislotalar bilan ta'sirlashadi,  $\text{CO}_2$  ni yutadi.  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  va  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  ishqorlar bilan ta'sirlashib skandiatlar hosil qiladi:



Kislotalar bilan ta'sirlashib esa tuz hosil qiladi:



Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, skandiy va uning analoglari s-elementlarga o'xshash xossalarni namoyon etib, s- va d-elementlar orasida oraliq shaklni hosil qiladilar.

Skandiy guruhchasi elementlaridan yarimo'tkazgichlar sanoatida foydalaniladi.

### 15.3. IV guruh d-elementlari

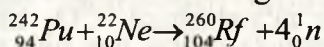
IV guruh d-elementlariga titan Ti, sirkoniy Zr, gafniy Hf va rezerfordiy Rf lar kiradi. Ularning ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari quyidagi jadvalda keltirilgan.

15.2.-jadval. IV guruh d-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	$^{22}\text{Ti}$	$^{40}\text{Zr}$	$^{72}\text{Hf}$	$^{104}\text{Rf}$
Atom massasi	47,90	91,22	178,49	[261]
Valent elektronlari	$4s^2 3d^2$	$5s^2 4d^2$	$6s^2 5d^2$	$7s^2 6d^2$
Atom radius, nm	0,146	0,160	0,159	0,16

E <sup>4+</sup> ion radiusi, nm	0,064	0,082	0,082	0,078
Ionlanish energiyasi, eV	6,82	6,84	7,5	—
Nisbiy elektromanfiyligi	1,5	1,4	1,3	—
Oksidlanish darajalari	+3, +4	+3, +4	+3, +4	+4
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	0,65	2,5 · 10 <sup>-2</sup>	4 · 10 <sup>-4</sup>	—

104-element rezerfordiy birinchi bo'lib 1964-yilda G.N.Flerov boshchiligidagi olimlar tomonidan plutoniy-242 izotopi yadrosini kuchli tezlatgichda tezlangan neon-22 izotopi bilan nurlantirib olingan:



Dastlab rus olimlari tomonidan olingan element kurchatoviy (I.V.Kurchatov nomiga bag'ishlab) deb nomlangan edi. Keyinchalik 1997-yilda IUPAC nomenklaturasiga ko'ra rezerfordiy deb nomlandi. Rezerfordiy ko'p miqdorda topilmagan va uning xossalari deyarli noma'lum.

Germaniy guruhchasidan farqli ravishda titan guruhchasida atomlarning yadro zaryadi ortib borishi bilan barqaror oksidlanish daraja qiymati ortib boradi. Masalan, titan uchun +4 oksidlanish xarakterli bo'lib, bundan tashqari +3 va ba'zan +2 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Sirkoniy va gafniy esa faqat +4 oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Titan Yer qatlamida keng tarqalgan element. Uning rutil TiO<sub>2</sub>, ilmenit FeTiO<sub>3</sub> va perovskit CaTiO<sub>3</sub> kabi minerallari mavjud. Gafniy va sirkoniy sochilib ketgan elementlar bo'lib, sirkoniyning ahamiyatli minerallari sirkon ZrSiO<sub>4</sub>, baddelit ZrO<sub>2</sub> lardir. Gafniy mustaqil minerallar hosil qilmaydi. U ko'pincha sirkoniy mineral-lari tarkibida uchraydi.

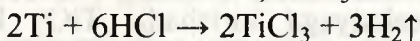
Titan va uning gomologlari *oddiy modda* holatida och kulrang metallardir. Titan nisbatan yengil ( $\rho=4,5$



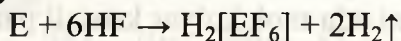
g/sm<sup>3</sup>), sirkoniy ( $\rho=6,5$  g/sm<sup>3</sup>) va gafniy ( $\rho=13,1$  g/sm<sup>3</sup>) og'ir metallar hisoblanadi. Ularning hammasi qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=1668, 1855, 2230$ ;  $t_{\text{qayn}}=3330, 4340, 4110$ ) metallar.

Oddiy sharoitda metallar yuzasidagi EO<sub>2</sub> oksid qatlami hisobiga kimyoviy jihatdan passiv moddalardir. Lekin cho'g'langungacha qizdirilganda bu metallar yonib EO<sub>2</sub> oksidini hosil qiladi. 800°C da esa azot bilan ta'sirlashadi. 150-400°C da galogenlar bilan ta'sirlashib EHal<sub>4</sub> birikmalarini hosil qiladi.

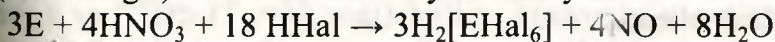
Titan, sirkoniy va gafniy ko'plab moddalar eritmaları ta'siriga chidamli. Ular HNO<sub>3</sub> eritmasida passivlashadi. Sirkoniy va gafniydan farqli ravishda titan qizdirilganda xlorid kislotada erib, TiCl<sub>3</sub> hosil qiladi:



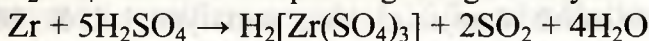
Sirkoniy va gafniy kislotalar bilan faqatgina oksidlovchi muhitidagina ta'sirlashadi va E (IV) anionlarini hosil qiladi. Masalan, Zr va Hf Ti ga o'xshab HF eritmasida oson eriydi:



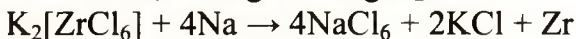
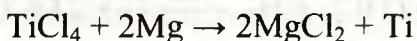
Bundan tashqari HF + HNO<sub>3</sub> yoki HCl + HNO<sub>3</sub> (shoh arog'i) eritmalarida ham yaxshi eriydi:



Maydalangan titan, sirkoniy va gafniylar konsentrlangan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmalarida qizdirilgandagina eriydi:



Yuqori haroratda bu metallar juda faol bo'lgani sababli erkin holda ajratib olish birmuncha muammolar tug'diradi. Odatda bu metallar magniy va natriy yordamida qaytarib olinadi:





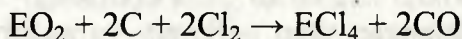
Juda toza metall olish uchun  $EJ_4$  birikmalari vakuumda termik parchalanadi.

Titanning sanoatga ahamiyatli tomonlari uning yengilligi, termik va korroziyaga chidamli ekanligidir. U samolyot, suvosti kemalari, kimyoviy reaktorlar va boshqalar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Sirkoniy va gafniylar atom energetikasida ishlatiladi.

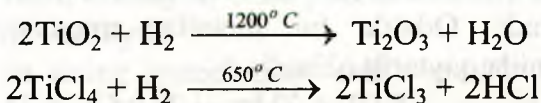
**Ti, Zr va Hf larning +4 oksidlanish darajali birikmalari.** Titan va uning analoglarining oksid  $EO_2$ , galogenid  $EHal_4$ , sulfid  $ES_2$ , sulfat  $E(SO_4)_2$  va boshqa birikmalari mavjud.

$EO_2$  oksidlari qiyin suyuqlanuvchan kimyoviy jihatdan yetarlicha mustahkam moddalardir. Ular kislotalar va ishqorlarda erimaydi. Ular bilan faqatgina qizdirilganda reaksiyaga kirishadi.  $TiO_2$  kimyoviy inert bo'lgani uchun plastmassalar, bo'yoqlar, rezinalar v.b. ni to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi.  $ZrO_2$  dan olovbardosh tigel va plitalar tayyorlashda ishlatiladi.

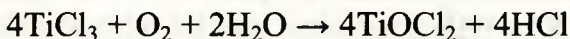
$EHal_4$  galogenidlari orasida xlorid, bromid va yodidlari qattiq holatda molekulyar kristall panjara hosil qilsa, fluoridlari polimer holatda bo'ladi. Odatda ular  $EO_2$  oksidlarni ko'mir yordamida galogen atmosferasida qizdirib olinadi:



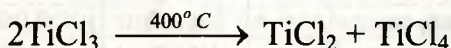
Yuqoridagilardan tashqari titan birikmalarida +3 oksidlanish darajasini ham namoyon qiladi. Masalan, titan(IV) birikmalari vodorod bilan qaytarilganda titan(III) birikmalari hosil bo'ladi:



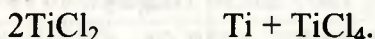
Titan(III) tuzlarining eritmalari binafsha rangli eritmalaridir. Titan(III) oksid  $Ti_2O_3$  (binafsha) va  $TiCl_3$  (binafsha) kabi titan(III) birikmalari kuchli qaytaruvchi. Masalan, havo kislorodi ishtirokida oson oksidlanadi:



Titan(III) birikmalari uchun disproporsiyalanish reaksiyasi ham xosdir. Masalan,  $TiCl_3$   $400^\circ C$  da parchalanadi:

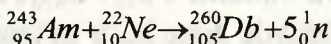


Qizdirish davom ettirilganda esa  $TiCl_2$  ham parchalanadi:



#### 15.4. V guruh d-elementlari

V guruh d-elementlariga vanadiy V, niobiy Nb, tantal Ta va dubniy Db lar kiradi. Dubniy birinchi marta Dubna shahrida G.N.Flerov boshchiligidagi olimlar tomonidan ameritsiy-243 izotopini neon-22 nilan nurlantirib olingan:



Uning eng uzoq yashovchi izotoplari  ${}^{267}Db$  ( $T_{1/2}=73$  min) va  ${}^{268}Db$  ( $T_{1/2}=32$  soat) bo'lib, kimyoviy xossalari va birikmalari to'liq o'rganilmagan. Shuning uchun quyida V, Nb, Ta kimyosi beriladi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari quyidagi 15.3.-jadvalda berilgan.

Vanadiy birikmalarida +2, +3, +4, +5 oksidlanish darajalarini namoyon etadi. Niobiy va tantalning esa boshqa d-elementlar kabi yuqori oksidlanish darajali (+5) birikmalari nisbatan barqaror. Vanadiy ftorli va kis-

lorodli birikmalaridagina +5 oksidlanish darajasi barqaror bo'la oladi.

15.3.-jadval. IV guruh d-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	<sup>23</sup> V	<sup>41</sup> Nb	<sup>73</sup> Ta
Atom massasi	50,942	92,906	180,948
Valent elektronlari	4s <sup>2</sup> 3d <sup>3</sup>	5s <sup>1</sup> 4d <sup>4</sup>	6s <sup>2</sup> 5d <sup>3</sup>
Atom radius, nm	0,134	0,145	0,146
E <sup>5+</sup> ion radiusi, nm	0,040	0,066	0,066
Ionlanish energiyasi, eV	6,74	6,88	7,89
Nisbiy elektromanfiyligi	1,6	1,6	1,5
Oksidlanish darajalari	+2, +3, +4, +5	+3, +4, +5	+4, +5
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	2·10 <sup>-2</sup>	3,2·10 <sup>-5</sup>	2,4·10 <sup>-5</sup>

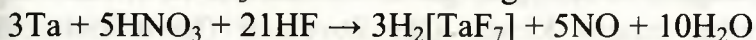
Vanadiy mis, rux va qo'rg'oshinga nisbatan ko'proq tarqalgan element. Lekin uning katta hajmdagi konlari uchramaydi. Vanadiy sochilib ketgan element hisoblanib, asosan temir minerallari va oltingugurtga boy neft tarkibida uchraydi. Uning asosiy minerallari *patronit* VS<sub>2</sub> va *vanadit* Pb<sub>5</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl. Niobiy va tantal doim birga uchraydi. Eng ko'p uchraydigan minerallari niobat-tantal birikmalaridir.

*Oddiy modda* holatida vanadiy, niobiy va tantal kulrang qiyin suyuqlanuvchan (t<sub>suyuq</sub>=1920, 2500, 2014°C) metallardir. Toza metallarga nisbatan qo'shimchasi (O, H, N, C) bor bo'lgan metallar yuqori qattiqlikka ega.

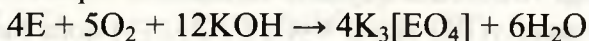
Oddiy sharoitda vanadiy, ayniqsa, niobiy va tantal yuqori kimyoviy barqarorlikka ega. Vanadiy sovuq holatda faqatgina shoh arog'i va florid kislotada eritmasidagina eriydi. Qizdirilganda esa konsentrlangan



HNO<sub>3</sub> va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmalari bilan ta'sirlashadi. Niobiy va tantal HF va HNO<sub>3</sub> aralashmasi bilangina ta'sirlashadi:

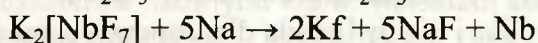
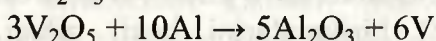
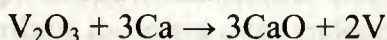


V, Nb va Ta suyuqlanmalari oksidlovchilar ishtirokida ishqorlar bilan ta'sirlashadi:



Bu metallar qizdirilganda kislorod bilan E<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gacha, fluor bilan EF<sub>5</sub> gacha oksidlanadi. Bundan tashqari yuqori haroratda xlor, azot, uglerod va boshqa metallmaslar bilan ham reaksiyaga kirishadi.

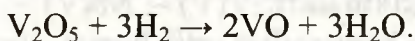
Vanadiy, niobiy va tantalni metall holida ajratib olish uchun avval birikmalari oksid yoki galogenli birikmalar holiga keltirilib, so'ngra metallotermik usulda qaytarib olinadi:



Bundan tashqari niobiy va tantal oksid va kompleks galogenidlarining suyuqlanmasini elektroliz qilib ham olinadi.

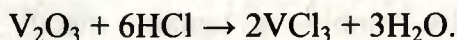
Vanadiy, niobiy va tantalning yuqori oksidlanish darajali birikmalari kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarida agressiv muhit uchun konstruksion materiallar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

**Vanadiyning +2, +3, +4 oksidlanish darajali birikmalari.** Vanadiy(II) birikmalari kuchli qaytaruvchilardir. Vanadiy(II) oksid VO (VO<sub>0,9-1,2</sub>) kulrang tusli metall yaltiroqligiga ega bo'lgan yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan modda. Uni V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni vodorod bilan qaytarib olish mumkin:



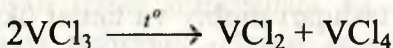
Vanadiy(II) tuzlari eritmada binafsha rangda bo'lib, osongina vanadiy(III) gacha oksidlanadi va eritma rangi yashil rangga kiradi. Oksidlovchilar (havo kislorodi) bo'lmagan muhitda vanadiy(II) tuzlari doimiy ravishda suvdagi vodorodni qaytarib turadi.

Vanadiy(III) oksid  $V_2O_3$  ( $VO_{1,6-1,8}$ ) qora tusli modda bo'lib, ishqor bilan ta'sirlashganda yashil tusli  $V(OH)_3$  cho'kmasini hosil qiladi. Vanadiy(III) birikmalari amfoter xossaga ega bo'lib kislotalar bilan ham ta'sirlashadi:



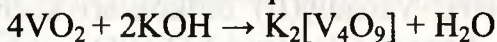
Vanadiy(III) tuzlari eritmadan yashil rangli kristallogidratlar ( $VCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $VJ_3 \cdot 6H_2O$ ) holida ajraladi.

Vanadiy(III) birikmalari kuchli qaytaruvchilardir. Ularning eritmaları havo kislorodi ishtirokida oksidlanib, vanadiy(IV) birikmalarini hosil qiladi. Vanadiy(III) galogenidlari qizdirilganda disproporsiyalanadi:

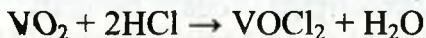


Vanadiy(III) birikmalari oson oksidlanib, vanadiy(V) birikmalari esa oson qaytarilib vanadiy(IV) birikmalarini hosil qiladi. Vanadiy(IV) birikmalariga ko'k  $VO_2$  ( $VO_{1,8-2,17}$ ), qo'ng'ir  $VF_4$ , qizil-qo'ng'ir  $VCl_4$  suyuqligi misol bo'la oladi.

$VO_2$  da kislotali xossa kuchliroq namoyon bo'lib, ishqorlar bilan vanaditlar hosil qiladi:



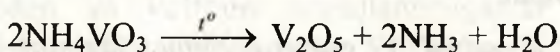
Kislotalar bilan esa oksovanadillarni hosil qiladi:



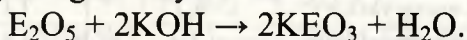
**Vanadiy, niobiy va tantallarning +5 oksidlanish darajali birikmalari.**  $V(V) - Nb(V) - Ta(V)$  birikmalari qatorida barqarorligi ortib boradi. Vanadiy(V) uchun

faqatgina oksid ( $V_2O_5$ ) va ftorid ( $VF_5$ ) mavjud bo'lsa, niobiy(V) va tantal(V) uchun esa barcha  $EHal_5$  tipidagi galogenidlar mavjud.

Qizil  $V_2O_5$ , oq  $Nb_2O_5$  va  $Ta_2O_5$  birikmalari qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{suyuq}=670,1490,1870^\circ C$ ) moddalar.  $V_2O_5$   $NH_4VO_3$  ni termik parchalab olinadi:



U suvda yomon eriydi va och sariq tusli kislotali eritma hosil qiladi.  $V_2O_5$  ishqorda yaxshi eriydi, kislotalarda esa uzoq vaqt qizdirilgandagina eriydi.  $Nb_2O_5$  va  $Ta_2O_5$  lar kimyoviy jihatdan inert bo'lib, kislotalarda va suvda erimaydi. Ishqorlarda esa suyuqlantirilgandagina eriydi:



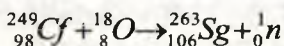
Vanadiy(V) birikmalari kislotali muhitda oksidlovchilik xossalarini namoyon etadi. Masalan, konsentrlangan  $HCl$  ni oksidlaydi:



Vanadiyning yuqori oksidlanish darajali birikmalari-dan kimyo sanoatida katalizator sifatida ( $H_2SO_4$  ishlab chiqarishda), shisha va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

### 15.5. VI guruh d-elementlari

VI guruh d-elementlariga xrom Cr, molibden Mo, volfram W, siborgiy Sg lar kiradi. Siborgiy 1974-yilda Berkli shahridagi Lourens nomidagi Kaliforniya instituti laboratoriyasida quyidagi reaksiya asosida sintez qilingan:





Uning eg uzoq yashovchi izotopi  $^{271}\text{Sg}$  ( $T_{1/2}=2,4$  min) bo'lib, kimyoviy xossalari va birikmalari to'liq o'rganilmagan. Shuning uchun bundan keyin faqat xrom, molibden va volfram kimyosi haqida so'z boradi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari quyidagi jadvalda keltirilgan.

15.4.-jadval. VI guruh d-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	$^{24}\text{Cr}$	$^{42}\text{Mo}$	$^{74}\text{W}$
Atom massasi	52,01	95,95	183,92
Valent elektronlari	$4s^1 3d^5$	$5s^1 4d^5$	$6s^2 5d^4$
Atom radius, nm	0,127	0,139	0,140
$E^{6+}$ ion radiusi, nm	0,035	0,065	0,065
Ionlanish energiyasi, eV	6,77	7,1	7,98
Nisbiy elektromanfiyligi	1,6	1,8	1,7
Oksidlanish darajalari	+2, +3, +4, +6	+4, +5, +6	+4, +5, +6
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$

Xrom va volframning tabiatda kislorodli, molibdenning oltingugurtli birikmalari ko'p tarqalgan. Ular orasida katta ahamiyatga ega bo'lganlari *xromli temirtosh*  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ , *molibdenit*  $\text{MoS}_2$ , *sheyelit*  $\text{CaWO}_4$ , *volframit*  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ .

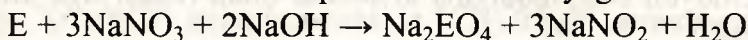
Molibden o'simliklar, ayniqsa, tugunakli o'simliklar uchun muhim mikroelement hisoblanadi. U asosan havodagi azotni bog'lashda katalizator vazifasini o'taydi.

*Oddiy modda* holatida xrom, molibden va volfram kulrangsimon oq tusli yaltiroq, qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=1890, 2620, 3380$ ) metaldir. Volfram eng qiyin suyuqlanuvchan metallardan biridir. Bu metallar oddiy holatda juda qattiq bo'lib, shishani tirnashi mumkin.

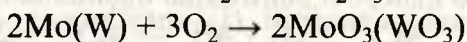
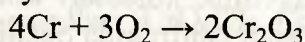
Boshqa d-elementlarda kuzatilganiday Cr–Mo–W qatorida kimyoviy faollik pasayib boradi. Xrom oddiy sharoitda suyultirilgan xlorid va sulfat kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi. Molibden va volfram HF va HNO<sub>3</sub> ning qaynoq eritmasi bilangina ta'sirlashadi:



Molibden va volfram suyuqlantirilganda oksidlovchilar ishtirokida ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

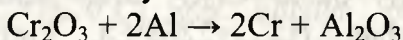


Xrom konsentrlangan HNO<sub>3</sub> va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmalarida passivlashadi. Maydalangan holatdagi Cr, Mo va W lar qizdirilganda metallmaslar ishtirokida oson oksidlanadi. Masalan, kislorodda yonadi:



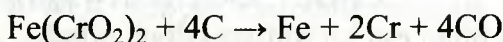
Xromning passivlanish xossasi tufayli metallar ustiga korroziyaga chidamli qoplama hosil qilishda ishlatiladi. Molibden kimyoviy uskunarlar, volfram esa elektrotexnikada (asosan cho'g'lanma lampalar ishlab chiqarishda) foydalaniladi. Bundan tashqari molibden va volframdan katalizator sifatida ham foydalaniladi.

Nisbatan toza xrom alyuminotermik usulda olinadi:



Molibden va volframlar esa oksidlarini vodorod yordamida qaytarib olinadi.

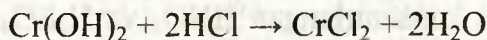
Metallurgiya uchun foydalaniladigan xrom olish uchun xromli temirtoshni elektr pechlarda ko'mir bilan qaytarib olinadi:



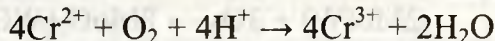
Bunda tarkibida 60% gacha xrom tutgan forroxrom qotishmasi olinadi. Bundan tashqari ferromolibden va ferrovolframlar ham maxsus po'latlar olishda ishlatiladi.

**Xromning +2 va +3 oksidlanish darajali birikmalari.** Xrom(II) birikmalari orasida faqatgina  $\text{CrHal}_2$  va  $\text{CrO}$  kabi ba'zi binar birikmalari mavjud. Xrom(II) oksid  $\text{CrO}$  qora rangli modda bo'lib, uni hosil qilish ancha mushkul. Ba'zi manbalarda bu modda mavjud emas deb aytilgan.

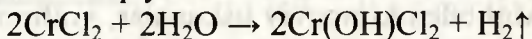
Xrom(II) gidroksid  $\text{Cr(OH)}_2$  (sariq) asos xossasini namoyon etib, faqatgina kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Xrom(II) tuzlari ammiakni o'ziga yutib  $[\text{Cr(NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  kabi komplekslarni hosil qiladi. Bundan tashqari qaytaruvchilik xossalari kuchliligi tufayli eritmada havo kislorodi ishtirokida oksidlanadi:

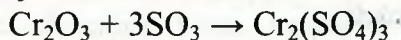


yoki oksidlovchi bo'lmagan muhitda doimiy ra-vishda suvdagi vodorodni qaytarib turadi:

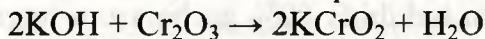


Xrom(III) birikmalari xrom(II) birikmalariga nisbatan barqarorligi yuqori bo'lib, aksariyati rangli birikmalardir.

Xrom(III) oksid  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  to'q yashil rangli qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=2265^\circ\text{C}$ ), kimyoviy jihatdan inert, kukunsimon modda. U suvda, ishqorlarda va kislotalarda erimaydi. Uning amfoterlik xossasi suyuqlantirilganda namoyon bo'ladi. Masalan, suyuqlanmasi  $\text{SO}_3$  bilan ta'sirlashadi:



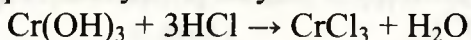
ishqorlar bilan esa xromitlarni hosil qiladi:



Xrom(III) gidroksid  $\text{Cr(OH)}_3$  kulrangsimon moviy rangli cho'kma bo'lib, o'zgaruvchan  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  tar-



kibga ega.  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  ham amfoter xossaga ega bo'lib, kislota va ishqorlarda yaxshi eriydi:



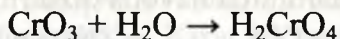
Xrom(III) tuzlari eritmada moviy-binafsha rangli bo'lib, eritmadan binafsha rangli kristallogidratlarni hosil qiladi, masalan,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CrBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{Na}, \text{K})\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (kvaslar).

Xrom(III) anionlari orasida  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$  anioni eritmada zumrad yashil rangli bo'lib, kuchli ishqoriy muhitdagina barqaror bo'la oladi.

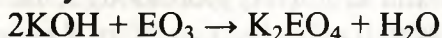
**Xrom, molibden, volframning +6 oksidlanish darajali birikmalari.** Xrom(VI) birikmalaridan oksidi ( $\text{CrO}_3$ ) va oksogalogenidlari ( $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CrO}_2\text{F}_2$ ) barqaror. Molibden(VI) va volfram(VI) birikmalaridan esa  $\text{EFO}_6$  ftoridlar ( $\text{MoCl}_6$ ,  $\text{WCl}_6$ ,  $\text{WBr}_6$  lar ham),  $\text{EOHal}_6$  oksogalogenidlari va  $\text{ES}_3$  sulfidlari ham barqaror hisoblanadi.

Oksidlari kristall tuzilishli bo'lib,  $\text{CrO}_3$  to'q qizil,  $\text{MoO}_3$  oq,  $\text{WO}_3$  sariq rangli moddalardir.  $\text{CrO}_3$  qizdirilganda ( $t_{\text{suyuq}}=197^\circ\text{C}$ ) oson parchalanib, kislorod hosil qiladi.  $\text{MoO}_3$  ( $t_{\text{suyuq}}=801^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=1155^\circ\text{C}$ ) va  $\text{WO}_3$  ( $t_{\text{suyuq}}=1473^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=1670^\circ\text{C}$ ) gaz holatga parchalanmay o'tadi.  $\text{CrO}_3$  kuchli oksidlovchi bo'lib, oksidlanuvchi moddalar bilan reaksiyasi portlash bilan boradi. U zaharli.

Xrom(VI) oksid  $\text{MoO}_3$  va  $\text{WO}_3$  dan farqli ravishda suvda yaxshi erib, xromat kislotasini hosil qiladi:



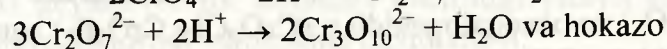
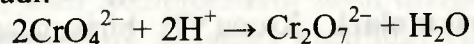
$\text{MoO}_3$  va  $\text{WO}_3$  larning kislotalik xossasi ishqorda erigandagina namoyon bo'ladi:



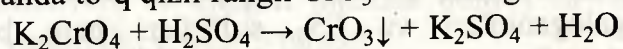
Xromat kislotasi erkin holda mavjud bo'la olmaydi. Uning eritmasi kuchli kislota ( $K_1=1,6 \cdot 10^{-1}$ ;  $K_2=3,2 \cdot 10^{-7}$ ).

Ishqoriy metallar, Ca va Mg ning xromatlari, molibdenatlari va volframatlari suvda eruvchan moddalar. Xromat ioni sariq rangli,  $\text{MoO}_4^{2-}$  va  $\text{WO}_4^{2-}$  ionlari esa rangsiz.

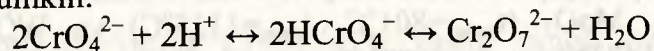
Xromatlar kislotali muhitda polimerlanish xususiyatiga ega. Masalan, kaliy xromati kuchli kislotali muhitda avval qizg'ish sariq tusli dixromatga, keyinchalik to'qroq rangli trixromat, tetraxromat va hokazo polimerlanish kuzatiladi:



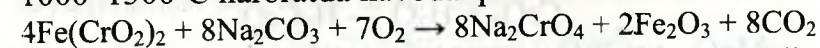
Uzoq vaqt kislotali muhitda turgan polixromatlar sovutilganda to'q qizil rangli  $\text{CrO}_3$  cho'kmaga tushadi:



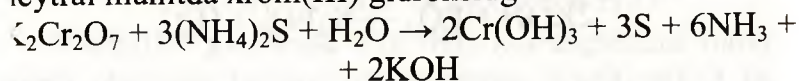
Agar polixromatli eritmaga ishqor ta'sir ettirilsa, qaytar jarayon kuchayib xromat hosil bo'ladi. Xromatdan dixromatga o'tish muvozanatini quyidagicha tasvirlash mumkin:



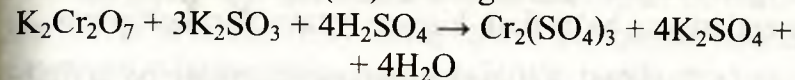
Ba, Pb, Ag xromatlari dixromatlariga nisbatan kam eruvchan cho'kmalardir. Xromat tuzlari orasida natriy va kaliy tuzlari katta ahamiyatga ega bo'lib,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yoki xromli temirtoshni natriy (kaliy) karbonatlari bilan  $1000-1300^\circ\text{C}$  haroratda havoda qizdirib olinadi:



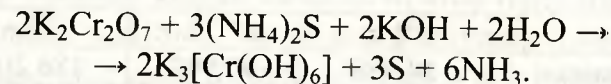
Xrom(VI) birikmalari kuchli oksidlovchi bo'lib, neytral muhitda xrom(III) gidroksidgacha:



kislotali muhitda xrom(III) tuzlarigacha:



ishqoriy muhitda geksagidroksxromatgacha qaytariladi:



Xromatlar kislotali muhitda oksidlovchilik xossasini kuchli namoyon etadi.

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  bo'yoq va katalizatorlar tayyorlashda,  $\text{CrO}_3$  esa elektrolitik usul bilan xrom va xromlangan mahsulotlar olishda ishlatiladi.

## 15.6. VII guruh d-elementlari

VII guruh d-elementlariga marganes Mn, texnesiy Tc, reniy Re va boriy Bh lar kiradi. Boriy birinchi marta 1976-yili Dubna shahridagi Yadro tadqiqoti birlashgan institutining Yuriy Oganesyen boshchiligidagi bir guruh olimlari tomonidan aniqlangan edi. Ularning dastlabki tajriba xulosalariga ko'ra vismut-209 va xrom-54 yadrolarining birlashish mahsuloti  $^{257}105$  element edi. Lekin 1981-yil Germaniyaning Darmshtadt shahridagi Og'ir ionlar instituti olimlari bu mahsulot  $^{262}107$  element ekanligi haqida xabar berdilar. Keyinchalik bu ma'lumotlar tasdiqlandi. 1992-yili Darmshtadt va Dubna olimlari kelishib, bu elementning nomini daniyalik olim Nils Bor sharafiga «nilsboriy» deb nomlashni taklif etishdi. Lekin shu paytgacha biror bir element nomi olimlarning ism-sharifi bilan nomlanmagani uchun IUPAC tomonidan 1997-yili bu elementga «boriy» deb nom berildi. Boriyning eng uzoq yashaydigan izotopi  $^{267}\text{Bh}$  ( $T_{1/2}=17$  sek) bo'lib, birikmalari va xossalari to'liq



o'rganilmagan. Quyida marganes, texnesiy va reniy elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari keltirilgan.

15.5.-jadval. VII guruh d-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	<sup>25</sup> Mn	<sup>43</sup> Tc	<sup>75</sup> Re
Atom massasi	54,938	97,907	186,207
Valent elektronlari	4s <sup>2</sup> 3d <sup>5</sup>	5s <sup>2</sup> 4d <sup>5</sup>	6s <sup>2</sup> 5d <sup>5</sup>
Atom radius, nm	0,130	0,136	0,137
E <sup>4+</sup> ion radiusi, nm	0,052	—	0,072
E <sup>7+</sup> ion radiusi, nm	0,046	0,056	0,056
Ionlanish energiyasi, eV	7,44	7,28	7,88
Nisbiy elektromanfiyligi	1,5	1,9	1,9
Oksidlanish darajalari	+2, +3, +4, +6, +7	+4, +6, +7	+4, +6, +7
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	0,1	juda oz	1·10 <sup>-7</sup>
Tabiiy izotoplari	<sup>55</sup> Mn (100%)	—	<sup>185</sup> Re (37,1%), <sup>187</sup> Re (62,9%)

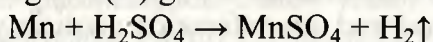
Marganes uchun +2, +4 va +7 oksidlanish darajalari barqaror. Bundan tashqari marganesning -1, 0, +3, +5 va +6 oksidlanish darajali birikmalari ham ma'lum. Texnesiy va reniy uchun +7 oksidlanish darajasi xarakterli.



Marganes Yer qatlamida asosan kislorodli birikmalar holida uchrasa, reniy oltingugurtli birikmalar holida tarqalgan. Marganesning asosiy tabiiy minerali *pirolyuzit*  $MnO_2$  dir. Reniy mustaqil minerallar shaklida uchramaydi. Sochilib ketgan element sifatida reniy molibden birikmalari tarkibida tarqalgan. Reniyning minerallari qatorida *jezkazganit*  $CuReS_4$  ni sanab o'tish mumkin.

Texnesiy elementi («ekamarganes») haqida D.I.Mendeleyev bashorat qilgan edi. 1937-yili 13-iyulda bu element birinchi marta K.Perrye va E.Segre tomonidan molibden izotopini deuteriy yadrosi bilan nurlantirib hosil qilindi. Texnesiy sun'iy yo'l bilan olingan birinchi elementdir. Uning  $^{97}Tc$  izotopi ancha barqaror ( $T_{1/2}=2,6 \cdot 10^6$  yil) bo'lib, uran rudalari tarkibida (1kg uranda  $5 \cdot 10^{-10}$  g) uchraydi.

*Oddiy modda* holatida Mn, Tc, Re lar kumushsimon oq rangli qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{suyuq}=1245, 2200, 3190^\circ C$ ) metallardir. Mn–Tc–Re qatorida metallarning kimyoviy faolligi kamayib boradi. Metallarning elektrokimyoviy faollik qatorida marganes vodoroddan oldin tursa, Tc va Re lar keyin joylashgan. Marganes suyultirilgan HCl va  $H_2SO_4$  eritmaları bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Marganes suyultirilgan kislotalar eritmalarida marganes(II) gacha oksidlanadi:



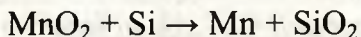
Texnesiy va reniy faqatgina  $HNO_3$  bilan ta'sirlashadi:



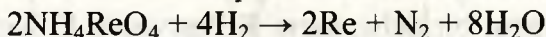
Kukun holidayi marganes qizdirilganda kislorod, oltingugurt, galogenlar bilan ta'sirlashadi. Yaxlit holdagi metall esa oksid qavat hisobiga passivlanadi. Soviq nitrat kislota eritmasida yanada mustahkamroq oksid qavati:

yuzaga keladi. Texnesiy hamda reniy metallmaslar bilan yetarlicha qizdirilganda ta'sirlashadi. Kislorod atmosferasida yonib  $E_2O_7$  oksidlarini hosil qiladilar.

Marganesni uning sulfati eritmasini elektroliz qilib yoki oksidlarini alyuminotermik yoxud silikotermik usulda qaytarib olinadi:



Reniy esa, odatda,  $NH_4ReO_4$ ,  $KReO_4$  lar vodorod oqimida  $1000^\circ C$  haroratda qizdirib olinadi:



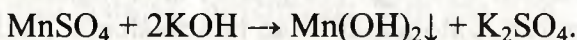
Texnesiyning asosiy xomashyosi atom reaktorlari chiqindisi tarkibiga kiruvchi uranning parchalanish mahsuloti hisoblanadi.

Marganes asosan po'latga korroziyaga chidamlilik va mustahkamlik bag'ishlaydi. Reniy elektrotexnika sanoatida katalizator sifatida ishlatiladi.

**Marganesning +2 va +4 oksidlanish darajali birikmalari.** Marganes(II) tuzlarining aksariyat qismi suvda yaxshi eriydi.  $MnS$ ,  $Mn(OH)_2$ ,  $MnCO_3$  va  $Mn_3(PO_4)_2$  kam eruvchan birikmalardir. Marganes tuzlari eritmada va kristallogidrat holda pushti rangli moddalardir.

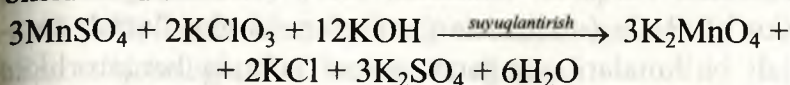
Marganes(II) oksid  $MnO$  osh yashil rangli qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{suyuq}=1780^\circ C$ ) modda bo'lib, asosan  $MnO_2$  ni vodorod atmosferasida qizdirib yoki  $MnCO_3$  ni termik parchalab olinadi.

$MnO$  suv bilan ta'sirlashmaydi. Marganes gidroksid  $Mn(OH)_2$  (oq rangli) marganes(II) tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi:

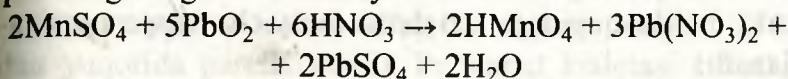


Marganes(II) birikmalari kuchli qaytaruvchilik xossalari namoyon qiladilar.  $Mn(OH)_2$  havodagi kislorod

ishtirokida ham oksidlanadi. Shuning uchun ion-almashinish reaksiyasi orqali olingan gidroksid tezda qo'ng'ir tusdagi  $MnO_2 \cdot nH_2O$  hosil qiladi. Kuchli oksidlovchilar ta'sirida marganes(II) tuzlari manganatgasha oksidlanadi:



Kuchli oksidlovchilar ( $PbO_2$  kabi) kislotali muhitda permanganatgacha oksidlaydilar:



Marganes(IV) birikmalari qatorida marganes(IV) oksid  $MnO_2$ , fluorid  $MnF_4$  lar barqaror.  $MnCl_4$  oson parchalanadi,  $MnF_4$  esa yuqori kimyoviy faollikka ega.

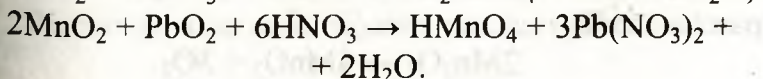
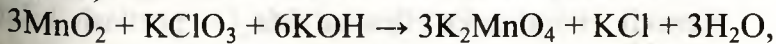
Marganes(IV) oksid  $MnO_2$  qora-qo'ng'ir tusli qattiq modda. U marganesning nisbatan barqaror birikmasi bo'lganligi uchun tabiatda keng tarqalgan. Oddiy sharoitda  $MnO_2$  suvda erimaydi, kimyoviy jihatdan inert. Qizdirishsiz aksariyat kislotalar bilan ta'sirlashmaydi.

Marganes(IV) birikmalari oksidlovchilardir. Masalan,  $MnO_2$  xlorid kislotani oson oksidlaydi:



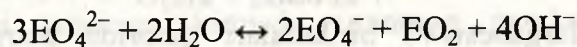
$H_2SO_4$  va  $HNO_3$  lar bilan ta'sirlashganda esa kislorod hosil qilib parchalanadi.  $MnO_2$  arzon oksidlovchi sifatida laboratoriyada, gugurt ishlab chiqarishda, shisha sanoatida shishalarni rangsizlantirishda ishlatiladi.

Marganes(IV) birikmalariga kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirilganda Mn(VI) yoki Mn(VII) birikmalari hosil bo'ladi, masalan:

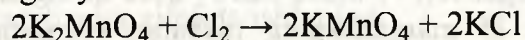




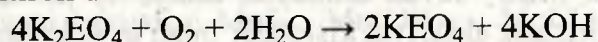
**Marganes, texnesiy va reniyni +6 oksidlanish darajali birikmalari.** Marganes va uning analoglari uchun +6 oksidlanish darajali birikmalari ko'p sonli emas. Ular orasida reniy va texnesiyni birikmalari nisbatan barqaror. Masalan,  $\text{ReF}_6$  (osh sariq),  $\text{ReOF}_4$  (ko'k),  $\text{ReO}_3$  (qizil). Marganesning +6 oksidlanish darajali birikmalari manganat anioni sifatida barqarorlikka erishadi.  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{TcO}_4^{2-}$  va  $\text{ReO}_4^{2-}$  anionlari faqatgina mo'l miqdordagi ishqoriy muhitda mavjud bo'la oladi. Aks holda quyidagi tenglama bo'yicha disproporsiyalanadi:



Marganes(VI) birikmalari ayniqsa, kislotali muhitda kuchli oksidlovchi xossaga ega. Lekin xlor ta'sirida permanganatga aylanadi:



Texnesiy(VI) va reniy(VI) birikmalari esa havo kislorodi ishtirokida ham oson oksidlanadi:

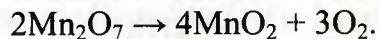


**Marganes, texnesiy va reniyni +7 oksidlanish darajali birikmalari.** Mn(VII)–Tc(VII)–Re(VII) qatorida birikmalarning barqarorligi ortib boradi. Shuning uchun marganes uchun faqat  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  va  $\text{MnO}_3\text{F}$  ma'lum bo'lsa, reniy(VII) birikmalariga  $\text{ReF}_7$ ,  $\text{ReO}_3\text{F}$ ,  $\text{Re}_2\text{O}_7$  va boshqa birikmalar misol bo'ladi.

Marganes(VII) oksid  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  beqaror to'q yashil rangli moysimon suyuqlik. Uni kaliy permanganatga konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:

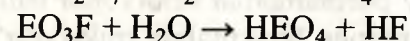
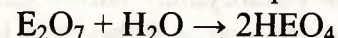


Kerakli choralar ko'rilmasa,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  portlash bilan parchalanadi:



Texnesiy(VII) va reniy(VII) oksidlari sariq rangli barqaror birikmalardir.  $\text{Tc}_2\text{O}_7$  qizdirilganda ( $260^\circ\text{C}$ ) parchalansa,  $\text{Re}_2\text{O}_7$  parchalanishsiz ( $359^\circ\text{C}$  da) qaynaydi. Texnesiy(VII) va reniy(VII) oksidlari oddiy moddalarni oksidlab olinadi.

E(VII) birikmalari kislotali xossaga ega bo'lib, suv bilan ta'sirlashganda kislotalar hosil qiladi:

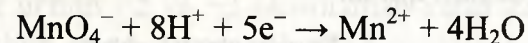


Permanganat kislotasi  $\text{HMnO}_4$  beqaror modda ( $3^\circ\text{C}$  dan yuqorida parchalanadi). Perteksnat kislotasi  $\text{HTcO}_4$  qizil rangli kristall modda bo'lsa, perrenat kislotasi  $\text{HReO}_4$  esa ma'lum emas. Bu kislotalar suvli eritmalarda kuchli kislotali xossaga ega bo'lib,  $\text{HMnO}_4$ – $\text{HTcO}_4$ – $\text{HReO}_4$  qatorida bu xossa kamayib boradi.

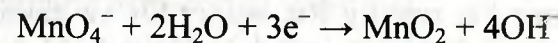
Aksariyat permanganat, perteksnat va perrenat tuzlari suvda yaxshi eruvchan moddalardir.  $\text{MnO}_4^-$  ionini qizilpushti rangli bo'lsa,  $\text{TcO}_4^-$  va  $\text{ReO}_4^-$  ionlari esa rangsizdir.

Marganes(VII) birikmalari kuchli oksidlovchilik xossasini namoyon etadi. Masalan  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  spirt va efirni alangalatib yuboradi. Permanganatlarning oksidlovchilik xossalardan laboratoriyada keng qo'llaniladi.  $\text{MnO}_4^-$  ionini eritma muhitiga ko'ra turlicha qaytariladi.

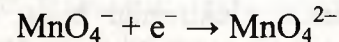
Kislotali muhitda:



Neytral muhitda:

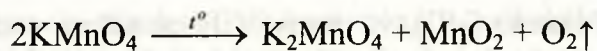


Ishqoriy muhitda:



Permanganatlar qizdirilganda parchalanadi:





Bu reaksiyadan laboratoriyada kislorod olish uchun foydalaniladi.

Marganes birikmalari orasida  $\text{MnO}_2$  katta ahamiyatga ega. Undan deyarli barcha marganes birikmalari olinadi.  $\text{MnO}_2$  katalizator, arzon oksidlovchi sifatida, cho'ntak batareyalari ishlab chiqarishda foydalaniladi. Kaliy permanganat tibbiyotda ishlatiladi. Bundan tashqari marganes birikmalari mikroo'g'it sifatida ham ahamiyatli. Reniy va uning birikmalari katalizator sifatida ishlatiladi.

### 15.7. VIII guruh d-elementlari

VIII guruh d-elementlari 12 ta bo'lib, ular 3 ta guruhchani tashkil etadi: temir guruhchasi (temir Fe, ruteniy Ru, osmiy Os, xassiy Hs), kobalt guruhchasi (kobalt Co, rodiy Rh, iridiy Ir, meytneriy Mt), nikel guruhchasi (nikel Ni, palladiy Pd, platina Pt, darmshtadiy Ds).

Bu elementlar orasida temir, kobalt va nikellar kimyoviy faolligi boshqalariga nisbatan kuchliroq namoyon bo'ladi. Bu V, VI va VII davrdagi elementlardagi f-kirishim bilan tushuntiriladi. Shuning uchun Fe, Co, Ni lar temir oilasini, qolgan elementlar esa platina oilasini tashkil qiladi.

#### Temir guruhchasi

Temir Fe, ruteniy Ru, osmiy Os va xassiy Hs elementlarining har biri o'z davrlarida tashqidan oldingi d-orbitallari ikkinchi elektronlar bilan to'lib boshlanadi. Xassiy elementi birinchi bo'lib, 1984-yili Germaniyaning Darmshtadt shahrida joylashgan og'ir ionlar

tadqiqoti markazida  $^{208}\text{Pb}$  ni tezlatgichda tezlashtirilgan  $^{58}\text{Fe}$  ionlari bilan bombardimon qilish yo'li bilan sintez qilingan. 1997-yili IUPAC unga xassiy nomi berishni taklif etdi. Bu element radioaktiv bo'lgani uchun uning va birikmalarining xossalari to'liq o'rganilmagan. Shuning uchun quyida faqat Fe, Ru va Os elementlari kimyosi beriladi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari quyidagicha:

15.6.-jadval. Temir guruhchasi elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi

	$^{26}\text{Fe}$	$^{44}\text{Ru}$	$^{76}\text{Os}$
Atom massasi	55,847	101,07	190,2
Valent elektronlari	$4s^23d^6$	$5s^14d^7$	$6s^25d^6$
Atom radius, nm	0,126	0,134	0,135
$E^{2+}$ ion radiusi, nm	0,080	0,085	0,089
$E^{3+}$ ion radiusi, nm	0,067	0,077	0,081
$E^{4+}$ ion radiusi, nm	–	0,062	0,065
$E^{8+}$ ion radiusi, nm	–	–	0,054
Ionlanish energiyasi, eV	7,89	7,37	8,5
Nisbiy elektromanfiyligi	1,8	2,2	2,2
Oksidlanish darajalari	+2, +3, +6	+2, +3, +4, +6, +8	+2, +3, +4, +6, +8
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	4,7	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$

Temir uchun +2 va +3 oksidlanish xarakterli bo'lsa, ruteniy uchun +4 va osmiy uchun +8 oksidlanish darajali birikmalarining barqarorligi yuqoriroq.

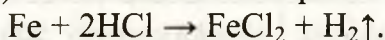
Temir yer qatlamida keng tarqalgan elementlardan biri bo'lib, temir rudalarini tashkil etuvchi juda ko'p minerallar hosil qiladi. Ularga *qo'ng'ir temirtosh* (asosiy minerali  $\text{limonit } \text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), *qizil temirtosh* (asosiy

minerali *gemati*  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *magnitli temirtosh* (asosiy minerali *magnetit*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *sideritli rudalar* (asosiy minerali *siderit*  $\text{FeCO}_3$ ) va boshqalarni misol qilib keltirish mumkin. Temir tabiiy suvlar tarkibida ham bo'ladi. Bundan tashqari kosmik jismlar, meteoritlar tarkibida erkin holdagi temir ham uchraydi. Temir issiqqonli organizmlarda kislorod almashinuvida muhim rol o'ynaydi. U gemoglobin asosini tashkil etadi. Ruteniy va rodiiy platina va palladiy rudalari tarkibida uchraydi.

Fe va Ru *oddiy modda* holatida kumushsimon oq rangli metall bo'lsa, Os esa och havorang tusli eng og'ir va juda qattiq metallidir.

Temir kimyoviy jihatdan o'rta faollikka ega bo'lgan metall. Quruq havoda passivlanadi. Ammo nam havoda oson oksidlanib, g'ovak qatlam – zang hosil qiladi. Qizdirilganda (ayniqsa, maydalangan holda) deyarli barcha metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi.

Temir suyultirilgan kislotalarda kislorodsiz sharoitda oksidlanib Fe (II) birikmalarini hosil qiladi:



Konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmalarida passivlanadi. Oddiy sharoitda ishqorlarda erimaydi.

Ruteniy va osmiy kimyoviy jihatdan kam faollikka ega bo'lgan metallardir. Oddiy sharoitda ularga hatto faol metallmaslar ham ta'sir etmaydi. Maydalangan holda osmiy kislorod va  $\text{HNO}_3$  ta'sirida  $\text{OsO}_4$  gacha oksidlanadi. Ruteniy esa kislorod bilan  $450^\circ\text{C}$  dan yuqoridagina ta'sirlashib  $\text{RuO}_2$  hosil qiladi. Yuqoriroq haroratda esa uchuvchan  $\text{RuO}_4$  ni hosil qiladi.

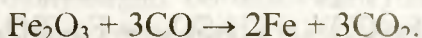
Ru va Os kislotalar va ularning aralashmasiga chidamli metallardir. Oksidlovchilar ishtirokida esa ishqorlarda eriydi:





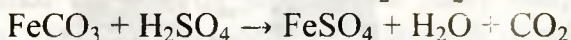
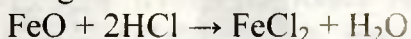
Temir asosan rudalarini kuydirib oksid holatiga keltirish va uni uglerod yordamida qaytarish yo'li bilan olinadi. Bu jarayon domna jarayoni deb atalib, domna pechlarida amalga oshiriladi (15.1.-rasm). Bunda asosan uglerodli qo'shimchalari ko'p bo'lgan qotishma *cho'yan* olinadi. Cho'yan tarkibida *sementit*  $Fe_3C$  shaklidagi uglerod tutgan qotishma bo'lib, uglerodning umumiy miqdori 2–4 % ni tashkil etadi. 2 % dan kam uglerod tutgan qotishma *po'lat* deyiladi. U maxsus pechlarda qayta ishlab olinadi (13.2.-rasm). Tarkibida 0,4 % gacha uglerodi bo'lgan temir qotishmasi esa yumshoq po'lat deyiladi. Po'latga maxsus legirlovchi qo'shimchalar (Cr, Mn, Ni, Co, Ti, W, Mo, Cu, Si, B, V, Zr v.b.) qo'shilib, mustahkamligi va korroziyaga chidamliligi oshiriladi.

Domna jarayonini umumiy tenglama bilan quyidagicha ifodalash mumkin:



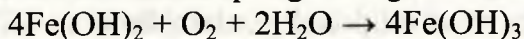
**Temirning +2 va +3 oksidlanish darajali birikmalari.** Fe(II) birikmalarida Fe(III) birikmalariga qaraganda asos xossasi kuchliroq namoyon bo'ladi.

Fe(II) birikmalari oksid FeO (qora), gidroksid  $Fe(OH)_2$  (yashil), sulfid FeS (qora), karbonat  $FeCO_3$  (oq) larga Suyultirilgan kislotalar ta'sir ettirib olinadi:

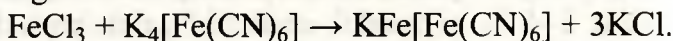


Fe(II) ioni deyarli barcha anionlar bilan tuz hosil qiladi. Ular eritmalaridan  $Fe(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  (mo'r tuzi) kabi kristallogidratlar holida ajraladi.

Yangi hosil bo'lgan  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  havo kislorodi ishtirokida oson oksidlanib qo'ng'ir tusga kiradi:



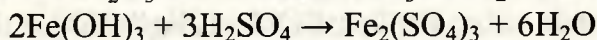
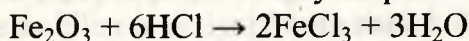
Bundan tashqari  $\text{Fe}(\text{II})$  ioni boshqa metall ionlariga nisbatan barqaror kompleks birikmalarini hosil qiladi. Masalan, sariq qon tuzi  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ni olish mumkin. Uning eritmasiga  $\text{Fe}^{3+}$  ioni ta'sir ettirilsa, to'q ko'k rangli *berlin lazuri* hosil bo'ladi:



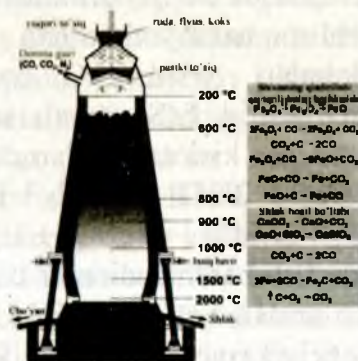
Temir(III) oksid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (to'q qizildan qora rangga) ikki xil modifikatsiyada bo'lib  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (gematit) paramagnit,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  esa ferromagnit xossalarga ega.

Temir(III) gidroksid  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  qizil-qo'ng'ir rangli cho'kma bo'lib, asosan  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  tarkibga ega.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  lar Suyultirilgan kislotalar bilan ta'sirlashganda asos xossasini namoyon qiladi:

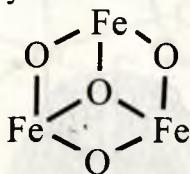


$\text{Fe}(\text{III})$  birikmalari eritmadan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  kabi kristallogidratlar holida ajraladi.



15.1.-rasm. Domna ishlab chiqarish jarayoni.

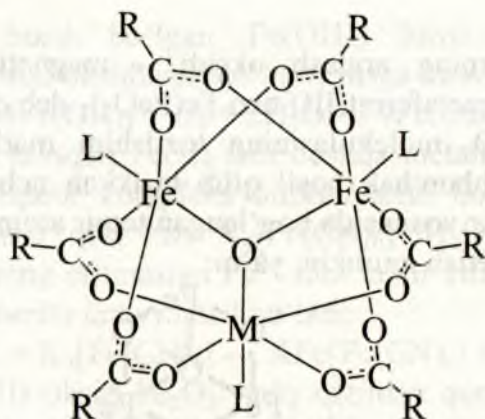
Temirning aralash oksidi – magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ni temir(II) metaferat(III) tuzi  $\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2$  deb qarash mumkin.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  molekulasining tuzilishini markaziy kislorodga uchburchak hosil qilib birikkan uchta bir-biriga kislorodlar vositasida bog‘langan temir atomlari shaklida tasavvur etish mumkin, ya’ni:



Markaziy kislorod atomi temir bilan uchinchi bog‘lanishni, gidroksoniy ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$  kabi, donor-akseptor mexanizmi bo‘yicha hosil qilgan deb qabul qilinsa,  $\text{Fe}^{3+} - \text{Fe}^{3+} - \text{Fe}^{2+}$  ( $d^5 - d^5 - d^6$ ) sistemadagi oltinchi d-elektron to‘rtala kislorod atomlari orqali barcha temir atomlariga delokallashgan bo‘ladi. Temirning tabiatda eng ko‘p tarqalgan birikmasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  barqarorligining yuqori ekanligiga asosiy sabab yuqoridagi holat bo‘lishi mumkin.

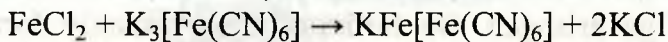
Mazkur kitob mualliflari Sh.H.Abdllayev va O.Sh.Abdullayev Fransiyada D.Xretiyeu, Ruminiyada D.Lupu, Rossiyada V.V.Zelentsov, Tojikistonda X.M.Yakubov, T.A.Nasonova, T.X.Abdullayev, V.R. Fisher, Moldaviyada K.I.Turte, AQShda A.Blake kabi olimlar bilan bir qatorda shu sohada ilmiy tadqiqotlar olib borib, 100 dan ortiq temirning aralash oksidlanish darajali uch yadroli kompleks birikmalarini sintez qilishga erishgan. Bu birikmalarning umumiy formulasi  $[\text{Fe}^{3+}_2\text{M}^{2+}\text{O}(\text{RCOO})_6\text{L}_3]$  bo‘lib, uning tuzilish quyidagicha:





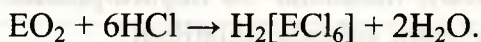
Bunda M – Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn kabi oksidlanish darajasi +2 bo‘lgan metallar; RCOO<sup>-</sup> – karbon kislotalar va ularning hosilalari anionlari; L – H<sub>2</sub>O, piridin, lutidin kabi neytral elektronodonor ligandlardir. Temirning yangi olingan bu birikmalari molekulasi markazidagi kislorod ioni uchta metall ionlari (ikkitasi Fe<sup>3+</sup>, uchinchi Fe<sup>2+</sup> yoki boshqa ikki valentli metall ioni)ga bevosita bog‘langan bo‘lib, ularning suvdagi va boshqa erituvchilardagi barqarorligi boshqa temirning eruvchan birikmalariga nisbatan yuqori ekanligi aniqlangan. Shu sababli bu kompleks birikmalar organizmda temir yoki boshqa biometall yetishmovchiligida dorivor vositalar, stimulyatorlar va oziq-ovqat qo‘shilmalari sifatida qo‘llanilishga tavsiya etilgan.

Fe(III) kompleks birikmalari qatorida qizil qon tuzi K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] ning barqarorligi yuqori. Uning eritmasiga Fe<sup>2+</sup> ionlari ta’sir ettirilsa, turunbul ko‘ki hosil bo‘ladi:

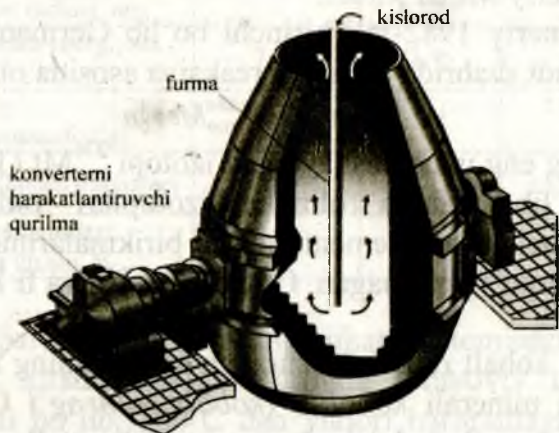


**Ruteniy va osmiylarning +4, +6, +8 oksidlanish darajali birikmalari.** Ru(IV) va Os(IV) birikmalari

kislotali xossaga ega bo'lib, oksidlari qora rangli moddalardir. Lekin kislotalar bilan ham ta'sirlashadilar:

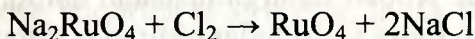


Ru(VI) va Os(VI) birikmalaridan  $\text{RuF}_6$  (qo'ng'ir tusli,  $t_{\text{suyuq}}=54^\circ\text{C}$ ),  $\text{OsF}_6$  (sariq-yashil rangli,  $t_{\text{suyuq}}=33^\circ\text{C}$ ) lar nisbatan barqarordir. Lekin ular ham fluor va quyi fluoridlarga parchalanib ketadi. Kislorodli birikmalari oson oksidlanib ketadi.



15.2.-rasm. Cho'yandan po'lat olish uchun konverter

Ruteniy(VIII) oksid  $\text{RuO}_4$  (oltinsimon sariq) va osmiy(VIII) oksid  $\text{OsO}_4$  (rangsiz) oson suyuqlanuvchan va uchuvchan moddalardir.  $\text{RuO}_4$  rutenatlarni oksidlab olindi:



Bu modda beqaror bo'lib, ishqorda kislorod hosil qilib eriydi:

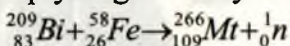


RuO<sub>4</sub> ozonni eslatuvchi, OsO<sub>4</sub> esa xlor hidini eslatuvchi zaharli moddalar bo'lib, ko'pincha organik sintezda katalizator sifatida ishlatiladi.

### Kobalt guruhchasi

Kobalt guruhchasiga kobalt Co, rodiy Rh, iridiy Ir va meytneriy Mt lar kiradi.

Meytneriy 1982-yili birinchi bo'lib Germaniyaning Darmshtadt shahrida quyidagi reaksiya asosida olingan:



Uning eng uzoq yashaydigan izotopi <sup>276</sup>Mt (T<sub>1/2</sub>=0,72 sek) bo'lib, barcha olingan izotoplari radioaktiv. Shuning uchun bu elementning va birikmalarining xossalari to'liq o'rganilmagan. Quyida Co, Rh va Ir kimyosi beriladi.

Toza kobalt rudasini uchratish qiyin. Uning ko'proq tarqalgan minerali *kobaltin* (*kobalt yaltirog'i* CoAsS). Kobalt mis, nikel, kumush, temir, polimetall rudalari, o'simlik va hayvon organizmida uchraydi.

Iridiy ko'proq osmiy bilan qotishma holatida (osmiyli iridiy), erkin platina va mis-nikel rudalari tarkibida uchraydi.

Kobalt, rodiy va iridiy *oddiy modda* holatida yaltiroq metallar bo'lib, Co och sariq, Rh va Ir kumushsimon rangga ega. Kobalt temirga nisbatan qattiq, lekin qattqlik jihatdan rodiy va iridiylar oldingi o'rinlarda turadi.

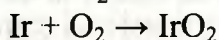
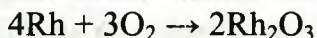


15.7.-jadval. Kobalt guruhchasi elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi.

	<sup>27</sup> Co	<sup>45</sup> Rh	<sup>77</sup> Ir
Atom massasi	58,933	102,905	192,2
Valent elektronlari	4s <sup>2</sup> 3d <sup>7</sup>	5s <sup>1</sup> 4d <sup>8</sup>	6s <sup>2</sup> 5d <sup>7</sup>
Atom radiusi, nm	0,125	0,134	0,135
E <sup>2+</sup> ion radiusi, nm	0,078	—	0,089
E <sup>3+</sup> ion radiusi, nm	0,064	0,075	0,081
E <sup>4+</sup> ion radiusi, nm	—	0,065	0,065
Ionlanish energiyasi, eV	7,87	7,46	9,1
Nisbiy elektromanfiyligi	1,9	2,2	2,2
Oksidlanish darajalari	+2, +3	+2, +3, +4, +6	+3, +4, +6
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	4,0 · 10 <sup>-3</sup>	1,0 · 10 <sup>-6</sup>	5,0 · 10 <sup>-6</sup>

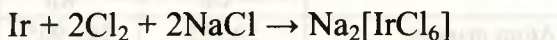
Kobalt kimyoviy faolligi jihatdan temirdan keyingi o'rinda turadi. Oddiy sharoitda kimyoviy ta'sirlarga chidamli bo'lib, 300°C dan yuqori haroratdagina kislorod bilan reaksiyaga kirishadi. Kobalt yuqori haroratda deyarli barcha metallmaslar bilan ta'sirlashadi. Kislotalar bilan ta'sirga esa temirdan chidamliroq bo'lsa, ishqorlar bilan amalda ta'sirlashmaydi.

Rodiy, ayniqsa, iridiy kimyoviy jihatdan passivligi bilan ajralib turadi. Ular metallmaslar bilan cho'g'lanish haroratidagina reaksiyaga kirishadi. Rh havoda kislorod bilan 600°C dan yuqorida ta'sirlashsa, Ir esa 1000°C dan yuqorida oksidlanadi:



Bu metallarning boshqa nodir metallardan farqi shuki, ular hech qaysi kislotalar va ularning

aralashmasida erimaydi. Ularni ion holatga o'tkazish uchun maydalangan metallni NaCl kristallari bilan qizdirilgan holda xlor atmosferasidan o'tkaziladi:



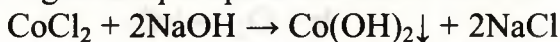
Kobalt, iridiy va rodiylar qattiq qotishmalar hosil qilib turli maqsadlar uchun ishlatiladi. Ular orasidan asosan kobaltli qotishmalar ahamiyatliroqdir. Masalan, *vitallium* (65% Co, 28% Cr, 3% Ni, 4% Mo) 800-900°C haroratda ham yuqori inertligini saqlagani uchun reaktiv samolyotlarning dvigatellari va gaz trubinalarini ishlab chiqarishda ishlatiladi. *Alniko* (50% Fe, 24% Co, 14% Ni, 9% Al, 3% Cu) doimiy magnit ishlab chiqarishda foydalaniladi, bundan tashqari kobalt po'latga asosiy legirlovchi qo'shimcha sifatida qo'shiladi.

Rodiy va iridiyning yuqori qattiqligi va kimyoviy inertligi jihatdan nazorat-o'lchov asboblarning asosiy qismini tayyorlashda ishlatiladi.

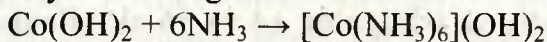
**Kobaltning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Xrom uchun asosan +2 oksidlanish darajasi xarakterli.

Kobalt(II) oksid CoO (kulrang-yashil tusli kristall) oddiy moddalar reaksiyasi natijasida yoki Co(OH)<sub>2</sub>, CoCO<sub>3</sub> larni termik parchalanishi natijasida olinadi. Galogenidlari CoHal<sub>2</sub> ham oddiy moddalardan yoki tegishli kristallogidratlarni suvsizlantirish natijasida olish mumkin. CoF<sub>2</sub> dan tashqari barcha galogenidlari suvda yaxshi eriydi.

Kobalt(II) gidroksid Co(OH)<sub>2</sub> ko'k va qizil modifikatsiyalarni hosil qiladi. Ko'k rangli modifikatsiyasi Co(II) tuzlariga sovuq ishqor ta'sir ettirib olinadi:

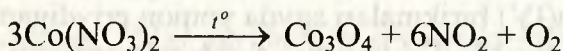


Hosil bo'lgan cho'kma qizdirilganda qizil modifikatsiyaga aylanadi.  $\text{Co}(\text{OH})_2$   $\text{CoO}$  singari asos xossasi ko'proq namoyon bo'ladigan amfoter modda:



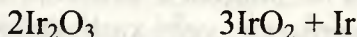
Kobalt tuzlari eritmada  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  ionlari hisobiga yorqin qizil rangga ega bo'ladi. Sovutilganda esa  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  kabi kristallogidratlar holida ajraladi.

**Co, Rh va Ir larning +3 oksidlanish darajasidagi birikmalari.** Kobalt(III) uchun binar birikmalar xarakterli emas. Nisbatan barqaror bo'lgan birikmasi esa  $\text{Co}_3\text{O}_4$  ( $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$ ) bo'lib  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  ehtiyotlik bilan qizdirib olinadi:

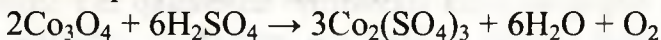


$\text{Co}_3\text{O}_4$  – kuchli oksidlovchi.

Rodiy va iridiylar esa  $\text{E}_2\text{O}_3$  tarkibli oksid,  $\text{E}(\text{OH})_3$  tarkibli gidroksid,  $\text{EHal}_3$  tarkibii galogenid va  $\text{E}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{E}(\text{NO}_3)_3$  kabi tuzlarni hosil qiladi. Iridiy(III) birikmalari oson oksidlanib Ir(IV) birikmalarini hosil qiladi. Masalan,  $\text{Ir}(\text{OH})_3$  havoda oksidlanib  $\text{Ir}(\text{OH})_4$  hosil qiladi.  $\text{Ir}_2\text{O}_3$  esa qizdirilganda disproporsiyalanadi:



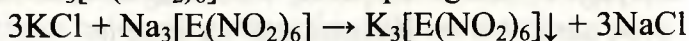
Kobalt(III) tuzlari beqaror bo'lib, kuchli oksidlovchi xossasini namoyon etadi. U hatto suvni ham oksidlaydi. Shuning uchun ham  $\text{Co}_3\text{O}_4$  kislotalarda eritilganda kislorod ajralib chiqadi:



Kobalt(III), rodii(III) va iridiy(III) birikmalari uchun kompleks birikma hosil qilish xarakterli bo'lib,  $\text{M}_3[\text{E}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{M}_3[\text{E}(\text{NO}_2)_6]$  tarkibli komplekslarning barqarorligi nisbatan yuqori. Ular orasida geksanitritokobal-

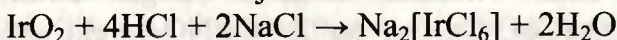


tat(III) tuzlari kaliy va uning analoglarini aniqlashda ishlatiladi.  $M_3[E(NO_2)_6]$  tuzlari sariq rangli cho'kmalardir:



**Rodiy va iridiyning +4 va +6 oksidlanish darajali birikmalari.** Iridiy(IV) birikmalari qatoriga qora iridiy(IV) oksid  $IrO_2$ , gidroksidi  $Ir(OH)_4$  va galogenidlari  $IrHal_4$  ni misol qilish mumkin. Galogenidlar suvda to'liq gidrolizga uchrab ketadi.

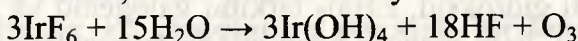
Iridiy(IV) ning eng xarakterli birikmalari  $M_2[IrCl_6]$  tarkibli komplekslari bo'lib,  $IrO_2$  va xloridlarning xlorid kislotada ta'sirlashishi natijasida olinadi:



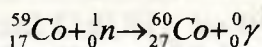
$(NH_4)_2[IrCl_6]$  kuydirilganda toza iridiy hosil bo'ladi.

Rh(IV) birikmalari suvda yomon eriydigan moddalar bo'lib, kuchli oksidlovchi xossalarni namoyon etadi.

Rodiy(VI) va iridiy(VI) ftoridlari beqaror va kuchli oksidlovchi bo'lib, suvni ham oksidlay oladi:



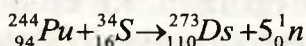
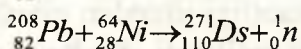
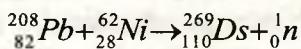
Yuqorida ko'rib o'tilgan elementlar orasida kobalt birikmalari keng qo'llaniladi. Yuqorida sanalganlardan tashqari kobalt birikmalari bo'yoq va laklar tayyorlashda, qishloq xo'jaligida o'simliklar uchun mikroo'g'it sifatida, hayvonlarga yem-xashaklarga qo'shimchalar sifatida ishlatiladi. Quyidagi reaksiya natijasida olingan  $^{60}Co$  ( $T_{1/2}=5,24$  yil) izotopi tibbiyotda saratonga qarshi kurash vositasi sifatida ishlatiladi:



### Nikel guruhchasi

Nikel guruhchasiga nikel Ni, palladiy Pd, platina Pt va darmshtadiy Ds lar kiradi. Ular orasida darmshtadiy sun'iy ravishda birinchi bo'lib 1994-yili 9-noyabrda

Germaniyaning Darmshtadt shahridagi Og'ir ionlar tadqiqot instituti olimlari S.Xoffmann, V.Ninov, F.PXessberger, P.Armbruster, X.Folger, G.Myunsenberg, X.Shott va boshqalar tomonidan quyidagi reaksiyalar natijasida olingan:



Darmshtadiyning eng barqaror izotopi  ${}^{281}\text{Ds}$  ( $T_{1/2}=9,6$  sek) bo'lib, uning va birikmalarining xossalari deyarli o'rganilmagan. Shuning uchun quyida faqat nikel, palladiy va platina kimyosi beriladi.

15.8.-jadval. *Nikel guruhchasi elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsifi*

	${}^{28}\text{Ni}$	${}^{46}\text{Pd}$	${}^{78}\text{Pt}$
Atom massasi	58,71	106,4	195,99
Valent elektronlari	$4s^2 3d^8$	$5s^0 4d^{10}$	$6s^1 5d^9$
Atom radius, nm	0,124	0,137	0,138
$E^{2+}$ ion radiusi, nm	0,074	0,088	0,090
$E^{4+}$ ion radiusi, nm	—	0,064	0,064
Ionlanish energiyasi, eV	7,64	8,34	8,9
Nisbiy elektromanfiyligi	1,9	2,2	2,2
Oksidlanish darajalari	+2, +3	+2, +4	+2, +4, +6
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$

Nikel Yer qatlamida birmuncha keng tarqalgan element, palladiy va platina esa boshqa platina metallari kabi kamyob elementlar qatoriga kiradi. Platina metallari orasida platina ko'p tarqalgan. Nikel asosan mis-nikel sulfidli rudalari holatida uchraydi. Platina erkin holatda

boshqa metallar (Ir, Pd, Rh, Fe, ba'zan Ni, Cu v.b.) bilan qotishma hosil qilgan holda ham uchraydi.

*Oddiy modda* holatida Ni ( $t_{\text{suyuq}}=1455^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2900^{\circ}\text{C}$ ) va Pt ( $t_{\text{suyuq}}=1772^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=3900^{\circ}\text{C}$ ) kumushsimon, Pd ( $t_{\text{suyuq}}=1554^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2940^{\circ}\text{C}$ ) esa kulrangsifat yaltiroq metallardir.

Kimyoviy faolligi jihatdan nikel temir va kobaltdan keyingi o'rinni egallaydi. Kislород bilan u  $500^{\circ}\text{C}$  dan yuqorida ta'sirlasha boshlaydi. Qizdirilganda (ayniqsa, maydalangan holatida) galogenlar, oltingugurt, fosfor, mishyak, surma va boshqa metallmaslar ta'sirida oksidlanadi.

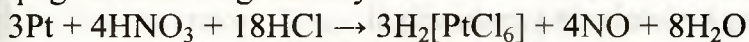
Palladiy va platina boshqa platina metallariga qaraganda kimyoviy jihatdan aktiv metallardir. Lekin ular kimyoviy reaksiyaga faqat yuqori haroratda juda maydalangan holatda kirishadi. Hosil bo'lgan mahsulotlar esa beqaror bo'lib, davomiy qizdirishda parchalanib ketadi.

Palladiyning asosiy xususiyati vodorodni o'ziga singdirishidir.  $80^{\circ}\text{C}$  haroratda 1 hajm palladiy 900 hajm vodorodni adsorbsiya qiladi. Palladiy va nikel gidrogenlash reaksiyasida yaxshi katalizator hisoblanadi. Platina esa kislородni yutadi. Platinaning amaliy ahamiyati ammiakni kislород ishtirokida oksidlash reaksiyasida, vodorodni oksidlashda ( $\text{O}_2$  ni  $\text{H}_2$  aralashmasidan tozalashda) va boshqa ishlab chiqarish jarayonlarida katalizator sifatida namoyon bo'ladi.

Metallarning elektrokimyoviy faollik qatorida nikel vodoroddan oldin, palladiy va platina esa vodoroddan keyin turadi. Nikel kislotalar bilan temir va kobalt singari ta'sirlashadi. Boshqa platina metallaridan farqli o'laroq palladiy konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  va qaynoq kon-



sentrlangan  $H_2SO_4$  eritmalarida yaxshi eriydi. Platina esa faqatgina shoh arog'ida eriydi:



Suyuqlantirilgan holda palladiy va platina ishqorlar, ishqoriy metallarning sulfidlari va sianidlari bilan oksidlovchilar ( $O_2$  ham) ishtirokida tegishli kompleks birikmalarni hosil qiladi.

Nikel asosan mis-nikel rudalaridan olinadi. Rudadan nikelni ajratib olish ko'p bosqichli murakkab jarayon bo'lib, dastlab pirometallurgik usul bilan  $NiO$  hosil qilinadi. So'ng  $NiO$  ni qaytarib (asosan ko'mir yordamida)  $Ni$  olinadi. Toza nikel sulfatli eritmasida elektrokimyoviy rafinatsiya qilish yo'li bilan olinadi.

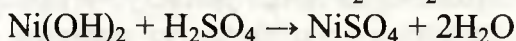
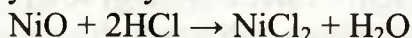
Nikelning asosiy qismi (80% atrofida) nikelli qotishmalar va legirlangan po'latlar (zanglamaydigan, mustahkam, olovbardosh v.b.) olishda ishlatiladi. Bundan tashqari nikeldan boshqa metallar sirtiga bezakli korroziyadan himoyalovchi qoplama hosil qilishda ham foydalaniladi.

Palladiy va platina korroziyaga chidamli laboratoriya idishlari, kimyoviy sanoat uskunalari, anodlar tayyorlashda ishlatiladi. Bundan tashqari zargarlik ishlarida ham bu metallardan foydalaniladi.

**Nikel, palladiy va platinalarning +2, +4 oksidlanish darajali birikmalari.** Nikel, platina va palladiy metallarining oksidlari, gidroksidlari, galogenidlari va boshqa birikmalarining barqarorligi qatorda kamayib boradi.

Nikel(II) oksidi va gidroksidi yashil rangli moddalardir.  $NiO$  nikel(II) gidroksidi, karbonati yoki nitratlarini termik parchalab olinadi.  $Ni(OH)_2$  nikel(II) birikmalari eritmalarining ishqorlar bilan ta'sirlashishi na-

tijasida hosil bo'lib, yashil rangli gelga o'xshash mas-saga ega. NiO va Ni(OH)<sub>2</sub> suvda deyarli erimaydi, ammo kislotalarda yaxshi eriydi:

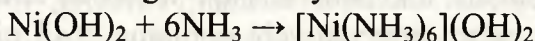


Pd(II) va Pt(II) oksid va gidroksidlari qora rangli moddalar bo'lib, suvda amalda erimaydi. PtO kislotalarda ham erimaydi.

Nikel(II) va uning analoglari sulfidlari qora rangli moddalar bo'lib, NiS kislotalarda eriydi. PdS va PtS kislotalarda erimaydi.

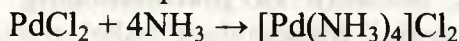
Nikel(II) ioni suvda  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  ioni hisobiga yorqin yashil rang hosil qilib, sovutilganda Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O, Ni(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O kabi kristallogidranlar holida ajraladi.

Nikel va uning analoglari eritmada kompleks birikma hosil qilish hisobiga suvda eriydi:



Palladiy(II) birikmalari eritmada  $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  ioni hisobiga qizil-qo'ng'ir rangli bo'lib, tuzlari eritmadan Pd(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, PdCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O kabi kristallogidratlar holida ajraladi. Platinaning akvakomplekslari beqarordir.

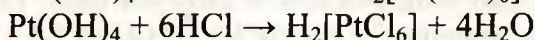
Pd(II) va Pt(II) komplekslari barqaror bo'lib, oson aminokomplekslar hosil qiladi:



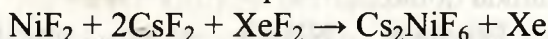
Bundan tashqari Ni(II), Pd(II) va Pt(II) larning organik ligandlar bilan ham hosil qilgan komplekslari ma'lum.

Nikel guruhchasi elementlari orasida +4 oksidlanish darajasi Pt uchun xosdir. Pd(IV) birikmalari nisbatan beqarordir. Ni(IV) birikmalari esa deyarli uchramaydi. Pt(IV) birikmalariga qo'ng'ir rangdagi platina(IV) oksid

PtO<sub>2</sub>, gidroksid Pt(OH)<sub>4</sub>, galogenidlar PtHal<sub>4</sub>, sulfid PtS<sub>2</sub> va bir qancha anion, neytral va kation komplekslari misol bo'lishi mumkin. Binar birikmalari oddiy moddalarining yuqori haroratda ta'sirlashuvidan yoki kompleks birikmalarining kuydirilishi orqali olinadi. Platina(IV) birikmalari asos xossasi kuchli bo'lgan amfoter xossani namoyon qiladi:



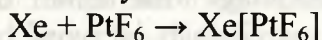
Nikel(IV) birikmalarini nikel(II) ftoridini XeF<sub>2</sub> va CsF<sub>2</sub> ishtirokida oksidlash orqali olinadi:



Ni(IV) birikmalari kuchli oksidlovchilardir.

**Platina va platinaning +6 oksidlanish darajali birikmalari.** Platina boshqa 5d elementlar singari PtF<sub>6</sub> shaklidagi geksftoridni hosil qiladi. Bu uchuvchan to'q qizil rangli kristall modda ( $t_{\text{suyuq}}=61^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=69^\circ\text{C}$ ) platinani ftor atmosferasida yondirib olinadi.

Geksftoridlarning barqarorligi WF<sub>6</sub>>ReF<sub>6</sub>>OsF<sub>6</sub>>IrF<sub>6</sub>>PtF<sub>6</sub> qatorida kamayib boradi. Shuning uchun PtF<sub>6</sub> kuchli oksidlovchi va ftorlovchi reagent sifatida ishlatiladi. U BrF<sub>3</sub> ni BrF<sub>5</sub> gacha oksidlaydi, suvdan kislorod ajratib chiqaradi, shisha bilan ham ta'sirlashadi. PtF<sub>6</sub> hatto ksenonni ham oksidlay oladi:



Xe[PtF<sub>6</sub>] sariq rangli kristall modda bo'lib, shu reaksiyadan so'ng nodir gazlarning birikmalari o'rganila boshlandi.

Palladiyning ham geksftoridi PdF<sub>6</sub> olingan bo'lib, oson parchalanuvchi to'q qizil rangli moddadir.



## Platina metallarining olinishi

Platina metallarining asosiy qismi mis va nikelning elektrolitik rafinatsiyasi natijasida hosil bo'lgan anod shlamalaridan ajratib olinadi. Platina metallarini bir-biridan ajratib olish (*afinaj*) quyidagi bosqichlardan iborat murakkab kimyoviy jarayonni o'z ichiga oladi:

1. Anod shlami (boyitishdan so'ng) qizdirilgan holatda «shoh arog'i» bilan ta'sirlashtiriladi. Pt, Pd, Rh, Ir va Ru metallari  $H_2[PtCl_6]$ ,  $H_2[PdCl_4]$ ,  $H_3[RhCl_6]$ ,  $H_2[IrCl_6]$  va  $H_2[RuCl_6]$  shaklida eritmaga o'tkaziladi, Os esa shlamda qoladi.

2. Eritmaga  $NH_4Cl$  ta'sir ettirilib avval  $(NH_4)_2[PtCl_6]$  so'ng  $(NH_4)_2[IrCl_6]$  va  $(NH_4)_2[RuCl_6]$  cho'kmaga tushiriladi. Jarayon davomida ammiak ta'sirida  $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$  va  $[Rh(NH_3)_2Cl_3]$  lar ham cho'kmaga tushadi.

3. Shoh arog'ida erimagan cho'kma  $BaO_2$  bilan suyuqlantiriladi. Bunda  $OsO_4$  hosil bo'ladi va uni haydab ajratib olinadi. Shunday yo'l bilan ruteniyning iridiydan ham ajratib olinadi.

4. Hosil bo'lgan birikmalarni qaytaruvchi atmosfera (odatda vodorod oqimi) da qizdirilib erkin metallar olinadi.

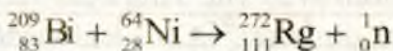
Yuqori darajadagi toza metall olish uchun eritish, cho'ktirish va parchalash jarayoni bir necha marotaba bajariladi.

## 15.8. I guruh d-elementlari

I guruh d-elementlariga mis Cu, kumush Ag, oltin Au va rentgeniy Rg lar kiradi. Mis guruhchasi elementlari atomida  $(n-1)d$ -qobiqchasida elektronlarning  $d^{10}$  holati barqaror bo'lgani uchun ns-qobiqchasidan 1 ta elek-

tron  $(n-1)d$ -qobiqchasiga ko'chib o'tadi va  $(n-1)d^{10} ns^1$  elektron konfiguratsiyasi ular uchun asosiy holatni tashkil qiladi.

Rentgeniy 1994-yil 8-dekabrda Germaniyaning Darmshtadt shahrida sintez qilingan:



Rentgeniyning eng barqaror izotoplari  ${}^{280}\text{Rg}$  ( $T_{1/2}=3,6$  sek) va  ${}^{281}\text{Rg}$  ( $T_{1/2}=1\div 10$  sek) bo'lib, ularning xossalari hamda birikmalari to'liq o'rganilmagan. Shuning uchun quyida Cu, Ag va Au kimyosi beriladi.

Mis guruhchasi elementlarining birinchi ionlanish energiyalari ishqoriy metallarga qaraganda  $(n-1)d^{10}$ -qobiqcha himoyasi tufayli katta qiymatga ega.  $\text{Cu}\rightarrow\text{Ag}$  tomon ionlanish energiyasi tashqi elektron qavat bosh kvant soni ortib borishi sababli kamayadi. Au elementi atomining ionlanish energiyasining Ag atomiga nisbatan yuqoriligining sababi esa 6s-orbitalning nafaqat  $5d^{10}$ -orbital, balki  $4f^{14}$ -orbital himoyasi ostida bo'lishidir. Bu elementlarning ikkinchi ionlanish energiyalari qiymat jihatdan bir-biriga yaqin va ishqoriy metallarnikiga qaraganda kichik.

Mis guruhchasi elementlari nafaqat +1, balki +2 va +3 oksidlanish darajalarini namoyon etadi. Cu uchun +2, Ag uchun +1, Au uchun +3 oksidlanish darajalari xarakterlidir. Kumushning +1 oksidlanish darajasiga ega bo'lishi  $4d^{10}$ -orbitalning turg'unligi bilan tushuntiriladi.

Bundan tashqari bu elementlar atomlarining elektronga moyilligi ishqoriy metallarga nisbatan (Au atomida esa hatto kislorod va oltingugurtga nisbatan) yuqori qiymatga ega. Bu s-elektronlarning yadroga kuchli tortilishi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun mis



guruhchasi elementlari birikmalarda kovalent tabiatli kimyoviy bog‘lanish hosil qiladi.

*Cu, Ag va Au ning barcha eruvchan tuzlari zaharli!*

15.9.-jadval. I guruh d-elementlarning asosiy fizik-kimyoviy tavsifi

	<sup>29</sup> Cu	<sup>47</sup> Ag	<sup>79</sup> Au
Atom massasi	63,546	107,868	196,966
Vaiant elektronlari	4s <sup>1</sup> 3d <sup>10</sup>	5s <sup>1</sup> 4d <sup>10</sup>	6s <sup>1</sup> 5d <sup>10</sup>
Atom radius, nm	0,128	0,144	0,144
E <sup>+</sup> ion radiusi, nm	0,098	0,113	0,137
Ionlanish energiyasi, eV	7,53	7,58	9,23
Nisbiy elektromanfiyligi	1,9	1,9	2,1
Oksidlanish darajalari	+1, +2, +3	+1, +2, +3	+1, +3
Izotoplari	<sup>63</sup> Cu (69,1%), <sup>65</sup> Cu (30,9%)	<sup>107</sup> Ag (51,35%), <sup>109</sup> Ag (48,65%)	<sup>197</sup> Au (100%)
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	0,01	1,0·10 <sup>-5</sup>	5,0·10 <sup>-7</sup>

Mis birikmalari orasida *mis kolchedani (xalkopirit) CuFeS<sub>2</sub>, mis yaltirog‘i Cu<sub>2</sub>S, kuprit Cu<sub>2</sub>O, malaxit CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>* v.b. ahamiyatli o‘rin tutadi. Kumush boshqa metallar (Pd, Zn, Cd v.b.) sulfidli minerallari tarkibida uchraydi. Cu, Ag va Au uchun arsenidli, stibidli hamda sulfidarsenidli birikmalari ham xarakterli bo‘lib, asosan erkin metall holida ham keng tarqalgan.

*Oddiy modda* holida mis qizil ( $t_{\text{suyuq}}=1084,5^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2540^{\circ}\text{C}$ ), kumush oq ( $t_{\text{suyuq}}=961,2^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2170^{\circ}\text{C}$ ), oltin sariq ( $t_{\text{suyuq}}=1064,4^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2880^{\circ}\text{C}$ ) rangli metallar. Bu metallarning suyuqlanish va qaynash haroratlarning ishqoriy metallarga nisbatan yuqori bo‘lishi metall atomlari orasida nafaqat ns-orbitallar, balki (n-1)d-

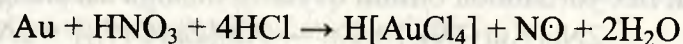
orbitallar ishtirokidagi kimyoviy bog‘lanishlarning hosil bo‘lishidir.

Mis guruhchasi elementlarining kimyoviy faolligi yuqori emas va atom massasi ortib borishi bilan kamayib boradi.

Kislorod bilan faqatgina mis bevosita ta’sirlashadi. Cho‘g‘lanish haroratida CuO, yuqoriroq haroratda esa Cu<sub>2</sub>O hosil bo‘ladi. Oltinugurt bilan Cu ham Ag ham ta’sirlasha oladi.

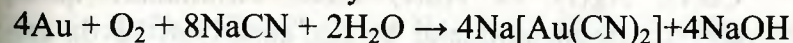
Mis havoda oksidlanishi natijasida yashil-kulrang tusli asosli karbonat ((CuOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) qavati hosil qiladi. Kumush esa havoda H<sub>2</sub>S bo‘lganda qora Ag<sub>2</sub>S qatlam hosil qiladi. Vodorod bilan mis va uning analoglari ta’sirlashmaydi.

Cu, Ag va Au metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida vodoroddan keyin joylashadi. Shuning uchun kislotalar bilan vodorod hisobiga emas, anion hisobiga reaksiyaga kirishadi. Cu va Ag HNO<sub>3</sub> va konsentrlangan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da, Au qaynoq konsentrlangan H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> da eriydi. Oltinni xlor bilan to‘yintirilgan HCl va shoh arog‘i yaxshi eritadi:

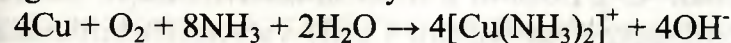


Oksidlovchilar bo‘lmagan sharoitda Cu, Ag va Au ishqorlar ta’siriga chidamli.

Mis va uning analoglari havo kislorodi ishtirokida sianidlar eritmalarida eriydi:



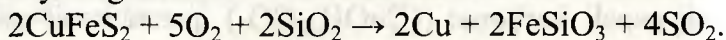
Bundan tashqari mis kislorod ishtirokida ammiakning suvli eritmasida ham eriydi:





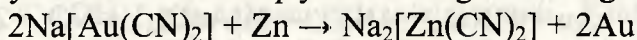
Cu, Ag va Au o'zaro va boshqa metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Mis qotishmalari orasida *bronzalar* (90% Cu, 10% Sn), *tompak* (90% Cu, 10% Zn), *melxior* (68% Cu, 30% Ni, 1% Mn, 1% Fe), *neyzilber* (65% Cu, 20% Zn, 15% Ni), *latun* (60% Cu, 40% Zn) va tanga qotishmalarining ahamiyati katta.

Mis olish uchun pirometallurgik va gidrometallurgik usullardan foydalaniladi. Pirometallurgik usul bilan misni oltingugurtli birikmalaridan ajratib olish quyidagi umumiy tenglama bilan ifodalanadi:



Gidrometallurgik usulda mis minerallari suyultirilgan sulfat kislota eritmasida yoki ammiakda eritiladi va temir yoki elektr toki yordamida mis ajratib olinadi.

Erkin holdagi oltinni ajratib olish uchun qazilmalar suv yordamida yuviladi va simobda eritiladi. Olingan amalgama quruq haydash yo'li bilan oltin ajratib olinadi. Tuproqdan oltinni ajratib olishning eng yaxshi usuli sianidli usuldir. Bu usul oltinni NaCN eritmasida havo kislorodi ishtirokida eritib olingan natriy disianoaurat(I) dan rux yordamida oltinni qaytarib olishga asoslangan:

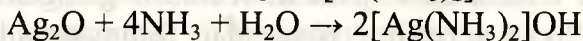
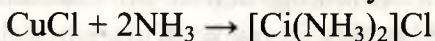


**Cu, Ag, Au ning +1 oksidlanish darajali birikmalari.** Yuqorida aytilganiday +1 oksidlanish darajasi Ag uchun xarakterli. Cu ning, ayniqsa, Au ning +1 oksidlanish darajali birikmalari kam uchraydi.

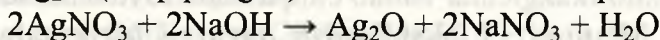
Cu(I), Ag(I) va Au(I) binar birikmalari qattiq holdagi tuzsimon moddalar bo'lib, aksariyati suvda erimaydi. Ag(I) birikmalari kumushning oddiy moddalar bilan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlashuvi, Cu(I) va Au(I) birikmalari esa tegishli Cu(II) va Au(III) birikmalarini qaytarib olinadi. Kislorodli kislotalar tuzlari orasida ku-

mush tuzlari barqaror ( $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{AgClO}_4$ ,  $\text{AgClO}_3$  suvda eruvchan,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  v.b. suvda yomon eriydi).

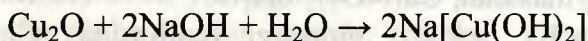
$\text{Cu(I)}$ ,  $\text{Ag(I)}$  va  $\text{Au(I)}$  ionlari akvokomplekslari beqaror va bu metall tuzlari kristallogidrat hosil qilmaydi. Lekin  $\text{Cu(I)}$  va  $\text{Ag(I)}$  ionlari  $[\text{E}(\text{NH}_3)_2]^+$  tipidagi aminokomplekslarni hosil qiladi. Shuning uchun  $\text{Cu(I)}$  va  $\text{Ag(I)}$  tuzlari ammiak ishtirokida oson eriydi:



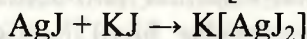
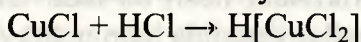
$\text{Cu(I)}$ ,  $\text{Ag(I)}$  va  $\text{Au(I)}$  gidroksidlari beqaror asos ( $\text{AgOH}$  uchun  $K=5,0 \cdot 10^{-3}$ ) bo'lib, almashinish reaksiyalari orqali hosil qilish jarayonida parchalanib,  $\text{Cu}_2\text{O}$  (qizil),  $\text{Ag}_2\text{O}$  (to'q qo'ng'ir) cho'kmalarini hosil qiladi:



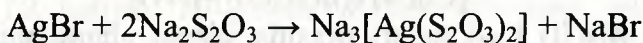
$\text{E(I)}$  birikmalarining kislotali xossasi ularning asosli moddalar bilan reaksiyasida namoyon bo'lib, kuprat(I), argenat(I) va aurat(I) anionlarini hosil qiladi. Masalan,  $\text{E}_2\text{O}$  oksidlari konsentrlangan ishqor eritmalarida qisman eriydi:



Suvda yomon eriydigan  $\text{EHal}$  tuzlari galogenid kislotalari va tuzlari eritmalarida eriydi:

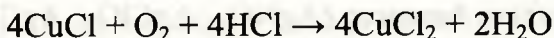


Bunday reaksiyalar orasida kumush galogenidlari natriy tiosulfat eritmasida erishi katta ahamiyatga egadir:

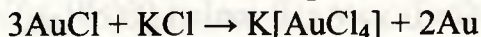


Shu yo'l bilan fotoplyonkalar «ochartiriladi».

$\text{Cu(I)}$  va  $\text{Au(I)}$  birikmalari oson (hatto havo kislorodi ishtirokida) oksidlanib,  $\text{Cu(II)}$  va  $\text{Au(III)}$  birikmalarini hosil qiladi:



Cu(I) va Au(I) birikmalari uchun disproporsiyalanish reaksiyasi xarakterlidir:

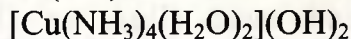


E(I) birikmalarining aksariyati yorug'lik ta'sirida parchalanadi. Shuning uchun bu moddalar to'q rangli shisha idishlarda saqlanadi. Kumush galogenidlarining yorug'likka sezgirligi xossasidan fotomateriallar ishlab chiqarishda ishlatiladi.  $\text{AgNO}_3$  boshqa kumush birikmalarini ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi.  $\text{Ag}_2\text{O}$  shisha va emallarni bo'yashda, shuningdek, yarimo'tkazgichlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

**Misning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** +2 oksidlanish darajasi faqat mis uchun xarakterlidir. Cu(II) birikmalari suvli eritmalarda havorangli  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  akvakomplekslarini hosil qiladi. Shuning uchun Cu(II) tuzlari eritmalaridan havo rangli kristallogidratlarni hosil qiladi, masalan,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Cu(II) tuzlari gidrolizi natijasida  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  kabi tarkibli asosli birikmalar hosil bo'ladi. Ularning aksariyati tabiatda minerallar shaklida ham uchraydi.

Amminokomplekslar hosil bo'lishi evaziga Cu(II) gidroksid suvda eriydi:



Mis(II) birikmalari orasida sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan vakili  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – *mis kuporosidir*. Undan mineral bo'yoqlar olishda, qishloq xo'jaligida zararkunandalarga va o'simlik kasalliklariga qarshi ku-

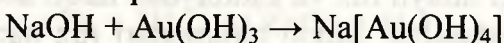


rashda, mis va uning birikmalari olishda asosiy xomashyo sifatida foydalaniladi.

**Oltinning +3 oksidlanish darajali birikmalari.** Au(III) birikmalaridan  $Au_2O_3$  (qo'ng'ir-qora),  $AuF_3$  (sariq),  $AuCl_3$  (qizil),  $AuBr_3$  (to'q qo'ng'ir),  $Au(OH)_3$  (qizil-qo'ng'ir) lar ma'lum.

Oltin birikmalari olishning asosiy xomashyosi sifatida  $AuCl_3$  ning ahamiyati kattadir. U kukunsimon oltinni  $Cl_2$  atmosferasida  $200^\circ C$  da qizdirib olinadi.

Au(III) galogenidlari, oksid va gidroksidlari kislota xossasini namoyon etuvchi amfoter birikmalar. Masalan,  $Au(OH)_3$  ishqor eritmalarida erib, gidroksoaurat(III) komplekslarini hosil qiladi:



### 15.9. II guruh d-elementlari

II guruh d-elementlariga rux Zn, kadmiy Cd, simob Hg va kopernitsiy Cn lar kiradi.

Kopernitsiy 1996-yilning 9-fevralida Germaniyaning Darmshtadt shahrida bir guruh olimlar tomonidan qo'rg'oshin-208 izotopini tezlashtirilgan rux-70 izotopi yadrosi bilan bombardimon qilib olindi. Kopernitsiyning izotoplari orasida eng uzoq yashaydigan vakillari  $^{283}Cn$  ( $T_{1/2}=4$  sek) va  $^{285}Cn$  ( $T_{1/2}=29$  sek) bo'lib, ularning va birikmalarining xossalari to'liq o'rganilmagan. Shuning uchun quyida Zn, Cd va Hg kimyosi beriladi.

15.10.-jadval. II guruh d-elementlarning asosiy fizik-kimyoviy tavsifi

	$^{30}Zn$	$^{48}Cd$	$^{80}Hg$
Atom massasi	65,38	112,41	200,59
Valent elektronlari	$4s^2 3d^{10}$	$5s^2 4d^{10}$	$6s^2 5d^{10}$
Atom radius, nm	0,139	0,156	0,160

$E^{2+}$ ion radiusi, nm	0,083	0,099	0,112
Ionlanish energiyasi, eV	9,39	8,99	10,44
Nisbiy elektromanfiyligi	1,6	1,7	1,9
Oksidlanish darajalari	+2	+2	+1, +2
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	0,02	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$

Rux va uning analoglarining birinchi va ikkinchi ionlanish energiyalari nisbatan kichik qiymatlarga ega. Uchinchi ionlanish energiyasi qiymati juda katta bo'lib, ular asosan +2 oksidlanish darajasini namoyon qiladilar.

Simob atomida  $6s^2$ -elektron juftining barqarorligi yuqoriligi tufayli rux va kadmiydan farqli xossalarga ega bo'ladi. Masalan, simob birikmalari rux hamda kadmiy birikmalariga nisbatan beqaror. Bundan tashqari simob rux va kadmiydan farqli ravishda  $Hg_2^{2+}$  ionini hosil qiladi. Bu yerda simob atomlari o'zaro kovalent bog'lanish orqali bog'langan bo'lib, +1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Yer qatlamida rux 6 ta, kadmiy 8 ta, simob esa 7 ta barqaror izotoplardan iborat holda tarqalgan.

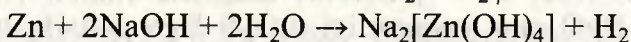
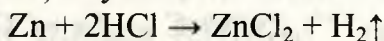
Zn, Cd va Hg larning muhim minerallari sifatida *rux aldamasi* – ZnS, *kinovar* – HgS, *sminsonit* – ZnCO<sub>3</sub>, *grinokit* – CdS larni sanash mumkin. Rux va uning analoglari polimetall rudalar tarkibiga kiradi. Bundan tashqari rux tabiatda erkin holda ham uchraydi.

*Oddiy modda* holida rux, kadmiy va simob kumushsimon oq rangli metallar. Lekin nam havoda ular oksid qavat hosil qilib, yaltiroqligini yo'qotadi. Bu uchala metallar ham oson suyuqlanuvchan (Zn uchun  $t_{\text{su-yuq}}=419,5^\circ\text{C}$   $t_{\text{qayn}}=906^\circ\text{C}$ ; Cd uchun  $t_{\text{su-yuq}}=321^\circ\text{C}$ ,

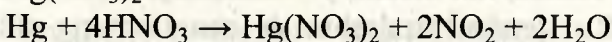
$t_{\text{qayn}}=767^{\circ}\text{C}$ ; Hg uchun  $t_{\text{suyuq}}=-38,9^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{qayn}}=357^{\circ}\text{C}$ ) bo'lib, hatto simob oddiy sharoitda suyuq agregat holatida bo'ladi.

Rux va uning analoglari kimyoviy faolliklari bo'yicha ishqoriy-yer metallaridan keyingi o'rinlarni egallaydi. Ishqoriy-yer metallaridan farqli ravishda bu metallar atom massasining ortib borish tartibida (xuddi boshqa d-elementlar kabi) kimyoviy faolligi kamayib boradi. Shuning uchun metallarning elektrokimyoviy faollik qatorida rux va kadmiy vodoroddan oldin, simob esa vodoroddan keyin joylashgan.

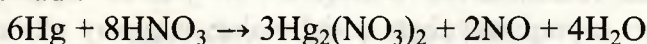
Rux – kimyoviy faol metall. Kislotalar va ishqorlarda (qizdirilganda) eriydi:



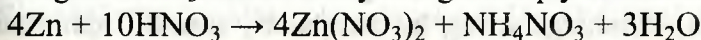
Kadmiy ishqorlarda amalda erimaydi. Lekin kislotalarda ruxga nisbatan sekin eriydi. Simob ham faqat anion hisobiga kuchli oksidlovchi bo'lgan kislotalarda eriydi. Bunda Hg(II) va Hg(I) birikmalarini olish mumkin. Masalan, Hg ga konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  ta'sir ettirilsa,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  hosil bo'lsa:



suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  ta'sir ettirilganda esa  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  hosil bo'ladi:



Rux va kadmiy  $\text{HNO}_3$  va konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ga nisbatan faolroq ta'sir ko'rsatadi. Masalan, rux juda suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  ni ammoniy ionigacha qaytaradi:



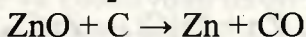
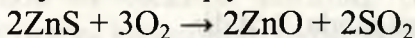
Rux va uning analoglari qizdirilganda faol metallmaslar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Simob



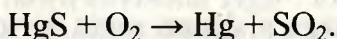
oltingugurt va yod bilan oddiy sharoitda ham ta'sirlashadi.

Rux, kadmiy va simob o'zaro hamda boshqa metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Simobning qotishmalari *amalgama* deyiladi. Amalgamalar suyuq yoki g'ovak massani hosil qiladi.

Rux va kadmiyni birikmalaridan kimyoviy yoki elektrolitik usulda qaytarib olish mumkin. Ularni oltingugurtli birikmalaridan pirometallurgik usulda ajratib olish ikki bosqichni o'z ishiga oladi. Birinchi bosqichda rudalar kuydiriladi va olingan oksidlar ikkinchi bosqichda ko'mir yordamida qaytariladi:



HgO ning beqarorligi tufayli HgS dan Hg olish bir bosqichda amalga oshiriladi:

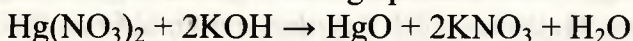


Rux olishning gidrometallurgik usulida boyitilgan rudalar suyultirilgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  da eritiladi. Olingan  $\text{ZnSO}_4$  eritmasi elektroliz qilinadi. Kadmiy sulfatli eritmalari-dan, odatda, rux metalli yordamida ajratib olinadi.

Rux temirni ruxlashtirish (zanglashning oldini olish uchun), turli qotishmalar olishda ishlatiladi. Kadmiydan atom reaktorlarida boshqaruv sterjenlari tayyorlashda, oson suyuqlanuvchan qotishmalar, ishqoriy akkumulyatorlar elektrodleri tayyorlashda foydalaniladi. Simob elektrokimyoviy usul bilan natriy gidroksid va xlor olishda katod sifatida, organik sintezda katalizator sifatida, kunduzgi yorug'lik lampalari, simobli manometrlar, termometrlar tayyorlashda ishlatiladi.

**Rux, kadmiy va simobning +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Kalsiy guruhchasi elementlaridan

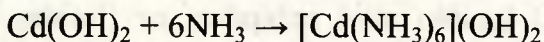
farqli o'laroq, rux guruhchasi elementlarining atom mas-sasi ortishi bilan binar birikmalarining barqarorligi ka-mayib boradi. Ayniqsa, bu holat Cd dan Hg ga o'tishda yaqqol namoyon bo'ladi. Masalan,  $Zn(OH)_2$  va  $Cd(OH)_2$  nisbatan barqaror bo'lsa, Hg(II) gidroksid ma'lum emas. Reaksiya mahsuloti sifatida hosil bo'lgan gidroksid o'sha zahoti suv va simob oksidiga parchalanib ketadi:



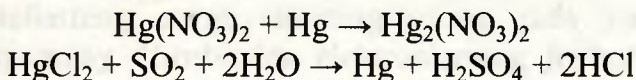
Rux va uning analoglari birikmalaridan suvda yaxshi eruvchanlari galogenidlari ( $ZnF_2$ ,  $HgBr_2$ ,  $HgI_2$  lardan tashqari), sulfatlari, nitratlari va ba'zi boshqa birikmala-ridir. Ularning aksariyati organik erituvchilarda ham eriydi.

E(II) ionlari eritmada  $[E(H_2O)_4]^{2+}$  va  $[E(H_2O)_6]^{2+}$  akvakomplekslarini hosil qiladi. Shuning uchun Zn(II), Cd(II) va Hg(II) birikmalari eritmadan  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Zn(BrO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $Hg(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Hg(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$  kabi kristallogid-ratlarni hosil qiladi.

$E(OH)_2$  gidroksidlari ammiak ishtirokida oson eriy-di:



Hg(II) birikmalari oksidlovchi xossalarni namoyon qiladi:

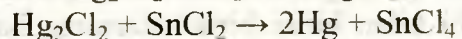
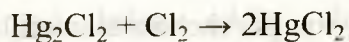


### **Simobning +1 oksidlanish darajali birikmalari**

Simob(I) birikmalari orasida oksid  $Hg_2O$  (qora) va galogenidlari  $Hg_2Hal_2$  ma'lum.

$Hg_2^{2+}$  birikmalari sharoitga qarab oksidlovchi hamda qaytaruvchi xossalarni namoyon etadi, masalan:





$\text{Hg}_2^{2+}$  birikmalari oson disproporsiyalanib, erkin simob va Hg(II) birikmalarini hosil qiladi:



Ba'zi holatlarda bunday reaksiyalar tez sodir bo'ladi va  $\text{Hg}_2^{2+}$  birikmalarini olishning imkoni bo'lmaydi. Masalan,  $\text{Hg}_2\text{S}$  va  $\text{Hg}_2(\text{CN})_2$  lar shular jumlasidandir. Nisbatan barqaror birikmalari  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  va  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$  lardir.

*Simob va uning birikmalari o'ta zaharli!*

Rux va uning analoglari sulfidlari mineral bo'yoqlar olishda,  $\text{HgCl}_2$  (*sulema*),  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  (*kalomel*) va boshqa preparatlar tibbiyotda ishlatiladi.

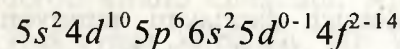
## 16-BOB. DAVRIY JADVALNING F-ELEMENTLARI

f-elementlar d-elementlar singari oraliq elementlar hisoblanadi. Ular davriy jadvalning 6- (4f-elementlar) va 7-(5f-elementlar) davrda joylashgan. 4f-elementlar lantanoidlar oilasiga, 5f-elementlar esa aktinoidlar oilasiga birlashtiriladi. Odatda f-elementlar III guruh skandiy yonaki guruhchasiga joylashtiriladi.

### 16.1. Lantanoidlar oilasi

Lantanoidlarga seriy Ce, prazeodim Pr, neodim Nd, prometiy Pm, samariy Sm, yevropiy Eu, gadoliniiy Gd, terbiy Tb, disproziy Dy, golmiy Ho, erbiy Er, tuliy Tm, itterbiy Yb va lyutetsiy Lu lar kiradi.

Lantanoidlar atomlarining elektron tuzilishini umumiy ravishda quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:



Ularning atomida tashqaridan uchinchi (4f-orbital) pog'ona elektron bilan to'lib boradi. Ularning barchasida tashqi ( $6s^2$ -orbital) va tashqidan bitta oldingi ( $5s^2 5p^6$ ) pog'onalarining bosh kvant sonlari qiymatlari bir xil. Kimyoviy va spektroskopik ma'lumotlarga ko'ra 4f- va 5d-orbitallarning energiyalarining o'zaro juda yaqinligiga qaramay 4f-orbitalda elektronlarning joylashuvi yuqori qulaylikni ta'minlaydi. Shuning uchun lantanoidlarda (Gd dan tashqari) 5d-elektron 4f-orbitalga ko'chib o'tadi.

Lantanoidlar 4f-orbitalning to'lib borish tartibiga ko'ra oilachalarga bo'linadi. Birinchi yetti element (Ce-Gd) – *seriy oilachasi* elementlarida Xund qoidasiga bi-



noan 4f-orbitallarga bittadan elektron to'lib boradi. Qolgan yetti element (Tb-Lu) – *terbiy oilachasi* elementlarida esa 4f-orbitallar ikkinchi elektronlar bilan to'lib boradi:

							La 5d <sup>1</sup> 4f <sup>0</sup>
Seriy oilachasi	Ce 4f <sup>2</sup>	Pr 4f <sup>3</sup>	Nd 4f <sup>4</sup>	Pm 4f <sup>5</sup>	Sm 4f <sup>6</sup>	Eu 4f <sup>7</sup>	Gd 5d <sup>1</sup> 4f <sup>7</sup>
Terbiy oilachasi	Tb 4f <sup>7+2</sup>	Dy 4f <sup>7+3</sup>	Ho 4f <sup>7+4</sup>	Er 4f <sup>7+5</sup>	Tm 4f <sup>7+6</sup>	Yb 4f <sup>7+7</sup>	Lu 5d <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup>

Gd va Lu elementlari atomlarida 4f<sup>7</sup> va 4f<sup>14</sup> orbitalarning yuqori barqarorligi sababli 5d<sup>1</sup> elektron saqlanib qoladi.

Lantanoidlarning valent elektronlari 5d<sup>1</sup> va 6s<sup>2</sup>-elektronlar bo'lganligi sababli ular birikmalarda +3 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Lekin lantan (4f<sup>0</sup>), gadoliniiy (4f<sup>7</sup>) va lyutetsiy (4f<sup>14</sup>) elementlari +3 dan tashqari o'zgaruvchan oksidlanish darajalarini namoyon etishi mumkin. Seriy (6s<sup>2</sup>4f<sup>2</sup>) va prazeodim +3 bilan birga +4 oksidlanish darajasini namoyon etsa, yevropiy (6s<sup>2</sup>4f<sup>7</sup>) uchun +2 oksidlanish darajasi xarakterli.

Lantanoidlar Yer qatlamida tarqalishi jihatdan yod, surma va mislardan qolishmaydi, lekin ular juda siyrak tarqalgan. Ularning 200 dan ortiq minerallari ma'lum. Juft tartib raqamli lantanoidlar toq tartib raqamli lantanoidlarga nisbatan ko'proq tarqalgan.

Lantanoidlar o'zaro va lantan hamda ittriy bilan birgalikda uchraydi. Lantanoidlarning muhim minerallari qatorida *monotsit* EPO<sub>4</sub>, *bastnezit* EFCO<sub>3</sub>, *lopartit* (Na, Ca, E)<sub>2</sub>(Ti, Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> v.b. larni sanash mumkin.

Prometey – radioaktiv element bo'lib, Yer qatlamida deyarli uchramaydi. Bu element 1947-yili atom

reaktorlarida uranning yadroviy bo'linishi mahsulotlari tarkibida topilgan.

Lantanoidlar *oddiy modda* holida qiyin suyuqlanuvchan kumushsimon-oq (Pr va Nd och sariq) rangli metallardir. Ular g'ovak massa hosil qilib, zichligi yuqori emas. Elektr o'tkazuvchanligi esa simobga yaqindir.

Lantanoidlar kimyoviy faolligi jihatdan lantan singari ishqoriy va ishqoriy-yer metallaridan keyin turadi. Yaxlit holdagi metall quruq havoda barqaror bo'lib, nam havoda tez qorayadi. Qizdirilganda ( $200-400^{\circ}\text{C}$ ) havoda alangalanib, oksid va nitridlar aralashmasini hosil qiladi.

Lantanoidlar galogenlar bilan, qizdirilganda esa azot, oltingugurt, uglerod, kremniy, fosfor va vodorod bilan ta'sirlashadi.

Lantanoidlarning metallar elektrokimyoviy faollik qatoridagi o'rniga ko'ra suv, ayniqsa, qaynoq suv bilan ta'sirlashib vodorod ajratib chiqaradi. Kislotalar bilan ular shiddatli reaksiyaga kirishadi. HF va  $\text{H}_3\text{PO}_4$  da yomon eruvchan tuzlar hosil qilishlari evaziga erimaydi. Lantanoidlar ishqorda erimaydi.

Lantanoidlar xossalarining juda yaqinligi tufayli ularni bir-biridan ajratish kimyoviy texnologiyaning asosiy muammosidir. Ularni ionalmashgich smolalar va birkimallarining organik erituvchilarda ekstraksiya qilish yo'llari bilan ajratish mumkin.

Lantanoidlar ularning xlorid va ftoridlarini kalsiytermik qaytarish bilan olinadi.

Lantanoidlarning qo'llanilish maydoni juda keng. Metallurgiyada ular metallarning mexanik xossasini yaxshilash uchun legirlovchi qo'shimchalar sifatida, or-

ganik va noorganik sintezda katalizator sifatida, radio va elektrotexnikada, atom energetikasida ishlatiladi.

**Lantanoidlarning +2, +3 va +4 oksidlanish darajali birikmalari.** +2 oksidlanish darajasi yevropiyda yaqqolroq namoyon bo'ladi. Eu(II), Sm(II), Yb(II) birikmalari ishqoriy-yer metallari birikmalariga o'xshash bo'lib, oksid (EO) va gidroksid (E(OH)<sub>2</sub>) lari asosli moddalardir. ESO<sub>4</sub> sulfatlari BaSO<sub>4</sub> kabi suvda erimaydi.

Lantanoidlarning aksariyati uchun +3 oksidlanish darajasi xarakterlidir. E<sup>3+</sup> birikmalarining ranglari turlicha bo'lib, 4f<sup>0</sup>, 4f<sup>7</sup> va 4f<sup>14</sup> konfiguratsiyali elementlarning birikmalari rangsiz, boshqa elementlar birikmalari turli rangga ega.

E<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlari asos xossasiga ega bo'lib, suvda deyarli erimaydi. Lekin suv bilan ta'sirlashib gidroksid hosil qiladi va katta energiya ajratib chiqaradi. E<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlari HCl va HNO<sub>3</sub> da yaxshi eriydi.

Lantanoidlar(III) birikmalaridan xloridlari ECl<sub>3</sub>, nitratlari E(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> va sulfatlari E<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> suvda yaxshi eriydi. Ftorid EF<sub>3</sub>, karbonat E<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> va fosfat EPO<sub>4</sub> lari suvda erimaydi.

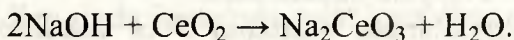
Lantanoidlarning oksid, sulfid, nitrid va karbidlarining yuqori haroratda suyuqlanishi tufayli olovbardosh keramika mahsulotlari tayyorlashda ishlatiladi. Bundan tashqari lantanoidlar maxsus shishalar ishlab chiqarishda ham ishlatiladi.

Seriy birikmalarida +4 oksidlanish darajasini ham namoyon qiladi. Seriy(IV) birikmalaridan oksidi CeO<sub>2</sub> (yorqin sariq), ftorid CeF<sub>4</sub> (oq), gidroksid Ce(OH)<sub>4</sub>·nH<sub>2</sub>O (sariq) va bir qancha tuzlari – Ce(ClO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> lar ma'lum. CeO<sub>2</sub> oddiy moddalarning

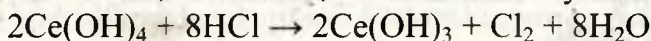


ta'sirlashuvidan yoki Ce(III) tuzlarining termik parchalanishidan olinadi. U juda qiyin suyuqlanib, yuqori haroratda passivlashadi va kislotalar bilan ta'sirlashmaydi.

$Ce(OH)_4 \cdot nH_2O$  Ce(III) gidroksiddan farqli ravishda amfoterlik xossalarini namoyon etadi. U suyuqlantirilganda ishqorlar bilan ta'sirlashadi:



Kislotali eritmada Ce(IV) birikmalari ancha kuchli oksidlovchi bo'lib, xlorid kislotani ham oksidlay oladi:



## 16.2. Aktinoidlar oilasi

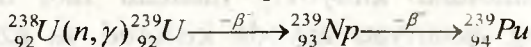
Aktinoidlar oilasining mavjudligi haqidagi gipoteza birinchi bo'lib 1940 yilda G.Siborg tomonidan aytilgan.

Aktinoidlar oilasiga toriy Th, protaktiniy Pa, uran U, neptuniy Np, plutoniy Pu, ameritsiy Am, kyuriy Cm, berkliy Bk, kaliforniy Cm, eynshteyniy Es, fermiy Fm, mendeleyeviy Md, nobeliy No va lourensiy Lr lar kiradi.

Uran, toriy va protaktiniy Yer qatlamida uchraydi. Boshqa aktinoidlar (neptuniy va plutoniylarning juda oz miqdorini hisobga olmaganda) tabiatda uchramaydi. Ular 1940 – 1961-yillari yadro reaksiyalarini yordamida sun'iy ravishda olingan.

Transuran elementlarini sintez qilishda 30-40 MeV energiyada neytron, deytron va  $\alpha$ -zarrachalar hamda 130 MeV energiyada ko'p zaryadli ionlar ( $^{10}B^{3+}$ ,  $^{12}C^{4+}$ ,  $^{14}N^{5+}$ ,  $^{16}O^{6+}$ ,  $^{22}Ne^{10+}$ ) dan foydalaniladi.

Yadro reaktorida uran-238 izotopini neytronlar oqimi bilan nurlantirish orqali Fm gacha bo'lgan barcha transuran elementlarni sintez qilish mumkin:



Aktinoidlar uchun spontan bo'linish hisobiga sodir bo'ladigan yadroviy yemirilish xarakterlidir. Ularning radioaktivligi yadro massasiga bog'liq ravishda ortadi. Uranning yarim yemirilish davri  $10^{16}$  yilga to'g'ri kelsa, plutoniy uchun  $10^{10}$  yil, kyuriy uchun  $10^6$  yil, kaliforniy uchun 1 yil, fermiy uchun bir necha soat,  $^{256}\text{No}$  uchun esa 1500 soniyani tashkil etadi.

Aktinoidlardan dastlabki 7 ta vakilining xossalari birmuncha o'rganilgan. Ularning kimyoviy xossalarini o'rganish radioaktiv yemirilish tufayli qiyinchilik tug'diradi.

Aktinoidlar qatorida ularning yuqori oksidlanish darajalari avval ortib, so'ngra kamayib boradi. Ular uchun +3 (Es, Fm, Md, No, Lr), +4 (Th, Bk, Cf), +5 (Pa), +6 (U, Cm) va +7 (Pu, Am) oksidlanish darajalari yuqori oksidlanish darajasi sifatida namoyon bo'ladi. Cf-No qatorida +2 oksidlanish darajasining barqarorligi ortib boradi.

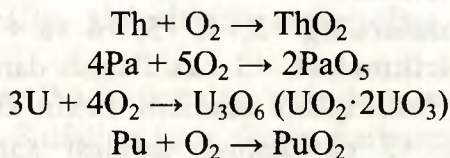
Lantanoidlarga analog sifatida aktinoidlarni *toriy oilachasi* (Th-Cm) va *berkliy oilachasi* (Bk-Lr) ga bo'lish mumkin.

Toriy va uran siyrak, protaktiniy esa kam tarqalgan element hisoblanadi. Toriy va uran minerallariga boy qazilmalar juda kam uchraydi. Ular qatoriga *torit*  $\text{ThSiO}_3$ , *uraninit*  $\text{UO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  larni kiritish mumkin. Protaktiniy uran bilan birgalikda uchraydi.

*Oddiy modda* holatida toriy, protaktiniy, uran, neptuniy, plutoniy, ameritsiy va kyuriylar kumushsimon oq rangli metallardir. Ular yuqori zichlik, qaynash va suyuqlanish haroratiga ega.

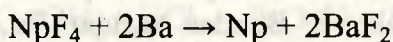
Aktinoidlar kimyoviy jihatdan faol moddalardir. Ularning aksariyati havoda kislorod va azot ta'sirida

to'xtovsiz ravishda oksidlanib turadi. Kislorodda yondirilganda barqaror oksidlanish darajali birikmalarni hosil qiladi:

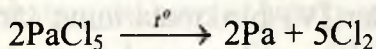


Aktinoidlar qizdirilganda ko'plab metallmaslar bilan ta'sirlashadi. Toriy, uran va boshqa aktinoidlar o'ziga vodorodni singdirib  $\text{EH}_2$  dan  $\text{EH}_4$  gacha bo'lgan turli tarkibli gidridlarni hosil qiladi. Elektrokimyoviy faollik qatorida vodoroddan ancha oldinda joylashgani uchun aktinoidlar suv va boshqa kislotalar ta'sirida oksidlanadi.

Aktinoidlarning kimyoviy faolligi yuqori bo'lgani uchun aktinoidlar birikmalarining suyuqlanmasini elektroliz qilish, metallotermik va birikmalarini yuqori vakuum va yuqori haroratda parchalab olish mumkin. U va Th ftorli komplekslari suyuqlanmalarini elektroliz qilib, Th, Np, Pu, Am, Cm larni esa ftoridlarini bariy, kalsiy va natriy bug'lari yordamida qaytarib olish mumkin:



Protaktiniy esa birikmalarini termik parchalab olinadi:



Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr elementlari juda oz miqdorda sintez qilingani sababli metall holatida ajratib olinmagan va xossalari juda kam o'rganilgan. Ularning fizik va kimyoviy xossalari lantanoidlar xossalariiga o'xshash bo'lishi taxmin qilinadi.



Aktinoidlarning asosiy qo'llanilish sohasi atom energetikasidir. Toriy qotishmalarga legirlovchi qo'shimcha sifatida ishlatiladi.

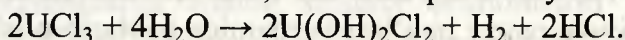
**Aktinoidlarning +3,+4, +5, +6 va +7 oksidlanish darajali birikmalari.** +3 oksidlanish darajasini barcha aktinoidlar hosil qilishi mumkin. Lekin Th-Pu elementlari uchun +3 oksidlanish darajasi xarakterli emas. Ularning kam sonli birikmalari faqat qattiq holatdagina barqaror.

Aktinoidlar(III) birikmalari (agar oksidlanish-qaytarilish faolligini hisobga olmasa) mos holda lantanoidlar xossalariga o'xshashdir.

Aktinoidlarning  $E(OH)_3$  gidroksidlari suvda kam eriydigan asos xossasiga ega bo'lgan birikmalardir. Ular kislotalar bilan oson ta'sirlashadi.

Birikmalaridan  $E(NO_3)_3$ ,  $ECl_3$ ,  $EBr_3$ ,  $EJ_3$ ,  $E_2(SO_4)_3$  lar suvda yaxshi erisa,  $EF_3$ ,  $EPO_4$  v.b. suvda yomon eriydi.

Th(III), Pa(III), U(III) va Np(III) birikmalari kuchli oksidlovchilardir. Masalan, ular suvni parchalaydi:



+4 oksidlanish darajasi toriy va plutoniy uchun ko'proq xarakterli. Bundan tashqari Pa, U, Np, Am va Cm elementlari ham +4 oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Aktinoidlar(IV) birikmalarining kimyoviy xossalari o'zaro, seriy(IV) va titan guruhchasi elementlarining birikmalariga o'xshash bo'ladi.

Aktinoidlar(IV) birikmalari orasida izomorf kristall oksidlari  $ThO_2$  (oq),  $PaO_2$  (qo'ng'ir-qora),  $UO_2$  (qo'ng'ir),  $NpO_2$  (sariq),  $AmO_2$  (qora) ma'lum. Ular qiyin suyuqlanuvchan suvda deyarli erimaydigan va ta'sirlashmaydigan moddalardir. Suyultirilgan kislotalar

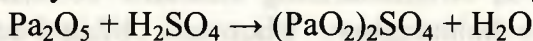
va suyuqlantirilgan holda ham ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi.

$E(OH)_4$  giroksidlari asos xossasi kuchsiz bo'lgan moddalardir. Ular almashinish reaksiyalari orqali olinadi.

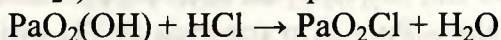
Aktinoidlar(IV) birikmalari orasida nitratlari suvda yaxshi eriydi. Sulfatlari kam, fosfat, karbonat, yodidlari v.b. suvda deyarli erimaydi. Eruvchan birikmalari suvda oson gidrolizlanadi.

+5 oksidlanish darajasi ko'proq protaktiniy va neptuniy, ba'zan plutoniy uchun xarakterli. Aktinoidlar(V) birikmalari xossalari jihatidan vanadiy guruhchasi birikmalariga o'xshashdir. Lekin ulardan farqli ravishda aktinoidlar(V) birikmalari asosli xossani namoyon etadi.

$Pa_2O_5$  hatto qaynoq suvda ham kislotalik xossa namoyon etmaydi. Aksincha sulfat kislotasida eriydi:



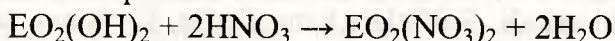
Xuddi shunday fikrni  $HPaO_3$  tarkibli gidroksid haqida ham aytish mumkin. Bu birikma kuchsiz asos xossasini namoyon etib, kislotalar bilan ta'sirlashganda protaktinil ( $PaO_2^+$ ) tuzlarini hosil qiladi:



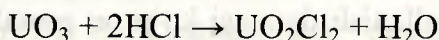
+6 oksidlanish darajasi neptuniy, plutoniy, ba'zan, ameritsiy va kyuriylarda namoyon bo'lishi mumkin. Lekin bu oksidlanish darajasi uran uchun ko'proq xarakterlidir.

Uran va boshqa aktinoidlar +6 va +7 oksidlanish darajasini namoyon qilganda kimyoviy reaksiyalarda o'zgarmas tarkibli  $EO_2^+$  va  $EO_2^{2+}$  ionlarni hosil qiladi. Ular aktinillar deb ataladi (masalan,  $UO_2^{2+}$  uranil,  $NpO_2^{2+}$  neptuniy va hokazo).

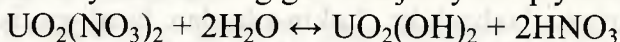
$\text{H}_2\text{EO}_4$  tarkibli gidroksidlari asos xossasi kuchli bo'lgan kislotali xossani ham namoyon qiluvchi birikmalardir. Kimyoviy reaksiya qobiliyatiga qarab ularni  $\text{EO}_2(\text{OH})_2$  tarkibli gidroksidlar deb qarash mumkin. Bu gidroksidlar kislotalar bilan oson ta'sirlashib oqtilil birikmalarni hosil qiladi:



Xuddi shunday birikmalar  $\text{UO}_3$  ning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan ham hosil bo'ladi:

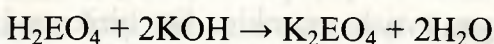


Ko'plab  $\text{EO}_2^{2+}$  birikmalari yaxshi kristallanadi va suvda oson eriydi. Ularning gidroliz jarayoni qaytardir:



Uranil nitrat  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  – uranning eng keng tarqalgan kimyoviy birikmasi.

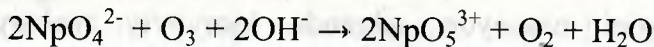
$\text{H}_2\text{EO}_4$  birikmalarining kislotalik xossasi suyuqlantirilgan holatdagina ishqorlar bilan reaksiyasida namoyon bo'ladi:



Bu yo'l bilan olingan uranat, neptunat va plutonatlar beqaror bo'lib, suv ta'sirida oson parchalanadi.

U – Np – Pu – Am qatorida E(VI) birikmalarining barqarorligi kamayib boradi.

Neptunat(VI) va plutonat(VI) birikmalariga ishqoriy muhitda kuchli oksidlovchilar ( $\text{O}_3$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{BrO}^-$ ) ta'sir ettirilganda neptuniy (VII) va plutoniy (VII) birikmalari hosil bo'ladi:



Bu eritmalaridan  $\text{Ba}_3(\text{NpO}_5)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}_3(\text{PuO}_5)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  va  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{NpO}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  kabi kristallogidratlarni ajratib olish mumkin.



Neptuniy(VII) va ayniqsa, plutoniy(VII) va ameritsiy (VII) birikmalari kuchli oksidlovchi xossalari namoyon etadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

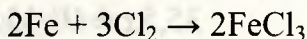
**1-misol.** Umumiy mol miqdori 1 mol bo'lgan Fe, Zn va Cd dan iborat 85,8 g aralashma xlor atmosferasida qizdirilganda olingan qattiq qoldiq massasi 167,45 g ni tashkil qildi. Aralashmadagi metallarning massalarini aniqlang.

- A) 11,2 g Fe, 19,5 g Zn, 56 g Cd;
- B) 5,6 g Fe, 13 g Zn, 48 g Cd;
- C) 16,8 g Fe, 13 g Zn, 56 g Cd;
- D) 5,6 g Fe, 6,5 g Zn, 62 g Cd.

#### Yechish:

Aralashmadagi Fe, Zn va Cd larning mol miqdorlarini mos ravishda  $x, y$  va  $z$  harflari bilan belgilab, quyidagi tenglamalarni tuzamiz:

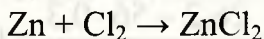
$$x + y + z = 1 \quad (1);$$



112 g Fe reaksiyasi natijasida 325 g  $\text{FeCl}_3$  hosil bo'lsa,

$$56x \text{ g Fe reaksiyasi natijasida } a = \frac{325 \cdot 56x}{112} = 162,5x \text{ g FeCl}_3$$

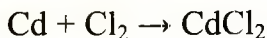
hosil bo'ladi.



65 g Zn reaksiyasi natijasida 136 g  $\text{ZnCl}_2$  hosil bo'lsa,

$$65y \text{ g Zn reaksiyasi natijasida } b = \frac{136 \cdot 65y}{65} = 136y \text{ g}$$

$\text{ZnCl}_2$  hosil bo'ladi.



112 g Cd reaksiyasi natijasida 183 g  $\text{CdCl}_2$  hosil bo'lsa,  
 112z g Fe reaksiyasi natijasida  $c = \frac{183 \cdot 112z}{112} = 183z$  g

$\text{CdCl}_2$  hosil bo'ladi.

$$56x + 65y + 112z = 85,8 \quad (2)$$

$$162,5x + 136y + 183z = 167,45 \quad (3)$$

(1), (2) va (3) tenglamalarni quyidagi 2 usulda yechish mumkin:

1-usul. Tenglamalar sistemasi tuzib yechish:

$$\begin{cases} x + y + z = 1 \quad (1) & |112 \\ 56x + 65y + 112z = 85,8 \quad (2) & | -1 \end{cases} +$$

$$56x + 47y = 26,2 \quad (4)$$

$$\begin{cases} x + y + z = 1 \quad (1) & |183 \\ 162,5x + 136y + 183z = 167,45 \quad (3) & | -1 \end{cases} +$$

$$20,5x + 47y = 15,55 \quad (5)$$

$$\begin{cases} 56x + 47y = 26,2 \quad (4) \\ 20,5x + 47y = 15,55 \quad (5) & | -1 \end{cases} +$$

$$35,5x = 10,65$$

$$x = \frac{10,65}{35,5} = 0,3 \text{ mol Fe};$$

(4) tenglamadan

$$y = \frac{26,2 - 56 \cdot 0,3}{47} = 0,2 \text{ mol Zn}$$

(1) tenglamadan

$$z = 1 - 0,3 - 0,2 = 0,5 \text{ mol Cd}$$

2-usul. Determinant usuli.

$$\begin{cases} x + y + z = 1 & (1) \\ 56x + 65y + 112z = 85,8 & (2) \\ 162,5x + 136y + 183z = 167,45 & (3) \end{cases}$$

Uch noma'lumli tenglamalar sistemasini yechish uchun quyidagi usuldan foydalanish mumkin:

$$\begin{cases} a_1x + a_2y + a_3z = A \\ b_1x + b_2y + b_3z = B \\ c_1x + c_2y + c_3z = C \end{cases}$$

Tenglamaning determinantini hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = (a_1b_2c_3 + a_2b_3c_1 + a_3b_1c_2) - (a_3b_2c_1 + a_2b_1c_3 + a_1b_3c_2)$$

So'ngra  $\Delta_x$  ni hisoblash uchun yuqoridagi determinant katakchalari har bir tenglamadagi  $x$  ning koeffitsiyentlari o'rniga mos ravishda tenglamalardagi ozod hadlar qiymatlari qo'yiladi.

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} A & a_2 & a_3 \\ B & b_2 & b_3 \\ C & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = (Ab_2c_3 + a_2b_3C + a_3Bc_2) - (a_3b_2C + a_2Bc_3 + Ab_3c_2)$$

Olingan qiymatlardan foydalanib,  $x$  ning qiymati aniqlanadi:

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}$$

Shu tarzda  $y$  va  $z$  larning qiymatlari ham hisoblanadi:



$$\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & A & a_3 \\ b_1 & B & b_3 \\ c_1 & C & c_3 \end{vmatrix} = (a_1 B c_3 + A b_3 c_1 + a_3 b_1 C) - (a_3 B c_1 + A b_1 c_3 + a_1 b_3 C)$$

$$y = \frac{\Delta_y}{\Delta};$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & A \\ b_1 & b_2 & B \\ c_1 & c_2 & C \end{vmatrix} = (a_1 b_2 C + a_2 B c_1 + A b_1 c_2) - (A b_2 c_1 + a_2 b_1 C + a_1 B c_2)$$

$$z = \frac{\Delta_z}{\Delta}.$$

Ko'rsatib o'tilgan ketma-ketlik tartibida (1), (2) va (3) tenglamalar sistemasi yechiladi:

$$\begin{cases} x + y + z = 1 & (1) \\ 56x + 65y + 112z = 85,8 & (2) \\ 162,5x + 136y + 183z = 167,45 & (3) \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 56 & 65 & 112 \\ 162,5 & 136 & 183 \end{vmatrix} = (1 \cdot 65 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 162,5 + 1 \cdot 56 \cdot 136) - (1 \cdot 65 \cdot 162,5 + 1 \cdot 56 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 136) = 37711 - 36042,5 = 1668,5$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 85,8 & 65 & 112 \\ 167,45 & 136 & 183 \end{vmatrix} = (1 \cdot 65 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 167,45 + 1 \cdot 85,8 \cdot 136) - (1 \cdot 65 \cdot 167,45 + 1 \cdot 85,8 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 136) = 42318,2 - 41817,65 = 500,55$$

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta} = \frac{500,55}{1668,5} = 0,3;$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 56 & 85,8 & 112 \\ 162,5 & 167,45 & 183 \end{vmatrix} = (1 \cdot 85,8 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 162,5 + 1 \cdot 56 \cdot 167,45) - (1 \cdot 85,8 \cdot 162,5 + 1 \cdot 56 \cdot 183 + 1 \cdot 112 \cdot 167,45) = 43278,6 - 42944,9 = 333,7$$

$$y = \frac{\Delta_y}{\Delta} = \frac{333,7}{1668,5} = 0,2;$$

$$z = 1 - 0,3 - 0,2 = 0,5$$

Metallarning mol miqdorlaridan ularning massalarini hisoblaymiz:

$$m_{\text{Fe}} = 56 \cdot 0,3 = 16,8 \text{ g Fe};$$

$$m_{\text{Zn}} = 65 \cdot 0,2 = 13 \text{ g Zn};$$

$$m_{\text{Cd}} = 112 \cdot 0,5 = 56 \text{ g Cd (C javob to'g'ri)}.$$

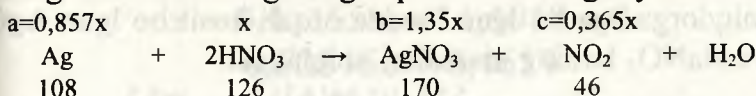
**2-misol.** 70% li 100 g nitrat kislota eritmasida kumush eritilganda kislota ning massa ulushi 54 % ga teng bo'ldi. Ushbu eritmaga 15 % li 39 g natriy xlorid eritmasi qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmadagi moddalarning konsentratsiyalarini aniqlang.

A) 9,7; 32,2;    B) 8,5; 57,4;

C) 12,2; 29,3;    D) 6,5; 43,8.

**Yechish:**

Bu misolda nitrat kislota da eritilgan kumushning, reaksiyaga kirishgan kislota ning, hosil bo'lgan  $\text{AgNO}_3$  ning va reaksiya natijasida ajralib chiqqan gazning massasi noma'lum. Shuning uchun reaksiyada qatnashgan  $\text{HNO}_3$  ning massasini  $x$  bilan belgilab, qolgan moddalarning massalarini  $x$  ga bog'liq ravishda belgilaymiz:



Boshlang'ich eritmadagi  $\text{HNO}_3$  ning massasi:

$$\frac{100 \cdot 70\%}{100\%} = 70 \text{ g.}$$

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan eritmadagi  $\text{HNO}_3$  ning massasi:  $70 - x$  g.

Eritmaning massasi:

$$100 + 0,857x - 0,365x = 100 + 0,492x \text{ g.}$$

Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib hosil bo'lgan eritmadagi  $\text{HNO}_3$  ning massa ulushini hisoblash uchun quyidagicha tenglama tuzish mumkin:

$$\frac{70 - x}{100 + 0,492x} = 0,54$$

$$70 - x = 54 + 0,266x$$

$$70 - 54 = x + 0,266x$$

$$16 = 1,266x$$

$$x = \frac{16}{1,266} = 12,6 \text{ g } \text{HNO}_3 \text{ reaksiyaga kirishgan.}$$

Eritmada qolgan  $\text{HNO}_3$  ning massasi:  $70 - 12,6 = 57,4$

Hosil bo'lgan  $\text{AgNO}_3$  ning massasi:  $1,35 \cdot 12,6 = 17 \text{ g.}$

Eritmaning massasi:  $100 + 0,492 \cdot 12,6 = 106,2 \text{ g.}$

Eritmaga qo'shilgan natriy xlorid eritmasidagi tuzning massasi:  $\frac{39 \cdot 15\%}{100\%} = 5,85 \text{ g.}$

$\text{AgNO}_3$  va  $\text{NaCl}$  ning massalari aniq holatda ularning mol miqdorlari aniqlanadi hamda kichik mol miqdorga ega bo'lgan modda orqali hosil bo'lgan  $\text{AgCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  larning massalari aniqlanadi:

17	5,85	$x=14,35$	$y=8,5$
$\text{AgNO}_3$	+	$\text{NaCl}$	$\text{AgCl} \downarrow$ + $\text{NaNO}_3$
<u>170</u>		<u>58,5</u>	143,5      85
0,1	:	0,1	

Reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan oxirgi eritmaning massasi:

$$106,2 + 39 - 14,35 = 130,85 \text{ g.}$$

Endi eritmadagi  $\text{HNO}_3$  va  $\text{NaNO}_3$  larning foiz konsentratsiyalarini hisoblaymiz:



$$C_{\%,HNO_3} = \frac{57,4}{130,85} \cdot 100\% = 43,8\%;$$

$$C_{\%,NaNO_3} = \frac{8,5}{130,85} \cdot 100\% = 6,5\%$$

**(D javob to'g'ri).**

**3-misol.** II valentli element oksididagi elektronlar soni uning fosfatidagi elektronlar sonining 15,385 % qismiga to'g'ri kelsa, shu tuzning necha gramida  $198,66 \cdot 10^{23}$  ta neytron bo'ladi.

A) 65,5; B) 35,5; C) 36,5; D) 44,7.

**Yechish:**

Element oksidi (EO) dagi elektronlar mol sonini  $x + 8$  ga, fosfati ( $E_3(PO_4)_2$ ) dagi elektronlar mol sonini  $3x + 2 \cdot (15 + 4 \cdot 8) = 3x + 94$  ga teng bo'lsa, quyidagi tenglamadan elementdagi elektronlar mol soni  $x$  ni aniqlash mumkin:

$$\frac{x + 8}{3x + 94} = 0,15385$$

$$x + 8 = 0,15385 \cdot (3x + 94) = 0,46155x + 14,4619$$

$$x - 0,46155x = 14,4619 - 8$$

$$0,53845x = 6,4619$$

$$x = \frac{6,4619}{0,53845} = 12 \text{ (Mg)}$$

262 g  $Mg_3(PO_4)_2$  da

$$(12 \cdot 3 + 2 \cdot (16 + 4 \cdot 8)) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,9464 \cdot 10^{23}$$

ta neytron bo'lsa,

$x$  g  $Mg_3(PO_4)_2$  da  $,66 \cdot 10^{23}$  ta neytron mavjud.

$x = 65,5$  g.

**Javob:** 65 g tuzda  $198,66 \cdot 10^{23}$  dona neytron bo'ladi.

**(A javob to'g'ri).**

## 17-BOB. DAVRIY JADVALNING P-ELEMENTLARI

### 17.1. III guruhning p-elementlari

III guruh p-elementlariga bor B, alyuminiy Al, galliy Ga, indiy In va talliy Tl lar kiradi. Ularning ba'zi fizik-kimyoviy xossalari quyida keltirilgan.

*17.1.-jadval. III guruh p-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy xossalari*

	<sup>5</sup> B	<sup>13</sup> Al	<sup>31</sup> Ga	<sup>49</sup> In	<sup>81</sup> Tl
Atom massasi	10,81	29,98	69,72	114,82	204,37
Valent elektronlari	2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>
Atom radius, nm	0,81	0,118	0,126	0,144	0,148
E <sup>3+</sup> ion radiusi, nm	0,020	0,057	0,062	0,092	0,105
Elektronga moyilligi, eV	0,3	0,5	0,39	0,2	0,32
Ionlanish energiyasi, eV	8,298	5,986	5,998	5,786	6,11
Nisbiy elektromanfiyligi	2,0	1,5	1,6	1,7	1,6
Oksidlanish darajalari	+3	+3	+1, +2, +3	+1, +2, +3	+1, +3
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	5·10 <sup>-3</sup>	7,5	4·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-4</sup>

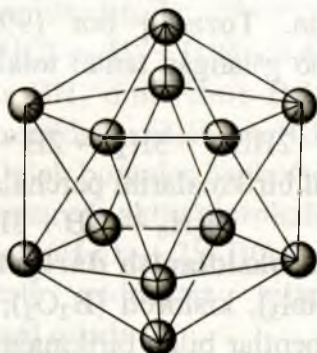
Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, bu guruh elementlari 3 ta tashqi valent elektronga ega bo'lib, yuqori oksidlanish darajasi +3 ga teng. Bu elementlar orasida Al va B alohida o'rin tutadi. Al tabiatda keng tarqalgan element. B esa ko'plab minerallar tarkibiga kiradi.

## Bor

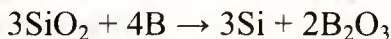
II davr elementlari orasida bor kuchsiz metallmaslik xossasi bilan alohida o‘rin tutadi. U ba’zi xossalari bilan kremniyga o‘xshab ketadi. Bor birikmalarida +3 oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Tabiatda borning ikki xil izotopi mavjud:  $^{10}\text{B}$  (19,57%),  $^{11}\text{B}$  (80,43%). Uning tabiatda  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – bura,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – kernit va  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – sassoli kabi birikmalar holida tarqalgan.

Bor oddiy modda sifatida 10 dan ortiq allotropik shakl o‘zgarishlarini hosil qiladi. Ularda bor atomlari  $\text{B}_{12}$  tarkibga ega bo‘lgan ikosaedrik shakldagi kristallardan tashkil topgan:

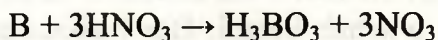


Bor kristallari to‘q kulrang tusdagi qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=2075^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qay}}=3700^\circ\text{C}$ ), yarimo‘tkazgich xossasiga ega bo‘lgan modda. U oddiy sharoitda faqat fluor bilan bevosita ta’sirlashadi. Qizdirilganda esa kislorod, oltingugurt, xlor va hatto azot bilan ham ( $1200^\circ\text{C}$  dan yuqori) reaksiyaga kirishadi. Bor vodorod bilan reaksiyaga kirishmaydi. Kuchli qizdirilganda  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  va boshqa moddalar bilan qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:

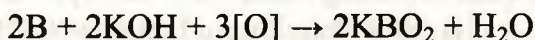




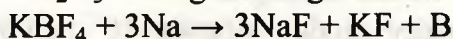
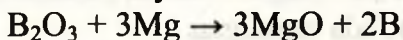
Bor faqatgina shoh arog'idagina oson eriydi. Amorf borga  $\text{HNO}_3$  ta'sir ettirilganda borat kislotasi hosil bo'ladi:



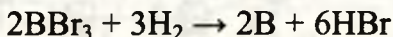
Ishqorda esa faqatgina oksidlovchilar ishtirokidagina eriydi:



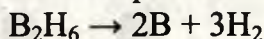
Erkin bor metallotermiya usulida olinadi:



Bunda amorf bor hosil bo'ladi. Uni qattiq qizdirib, qayta kristallash yo'li bilan kristall bor hosil qilinadi. Lekin bunday usulda borga boshqa moddalar aralashib qolishi mumkin. Tozaroq bor (99,5%) bor bromid bug'larining cho'g'langan tantal tolalari sirtida vodorod bilan qaytarib:



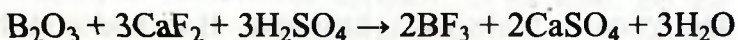
yoki vodorodli birikmalarini parchalab olish mumkin:



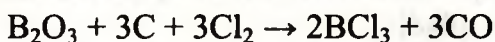
**Borning +3 oksidlanish darajali birikmalari.** Bor galogenlar ( $\text{BHal}_3$ ), kislorod ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), oltingugurt ( $\text{B}_2\text{S}_3$ ) va boshqa elementlar bilan birikmalarida +3 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi.

Bor galogenidlari orasida  $\text{BF}_3$  – oddiy sharoitda gaz,  $\text{BCl}_3$  va  $\text{BBr}_3$  – suyuq,  $\text{BI}_3$  – qattiq moddalar.

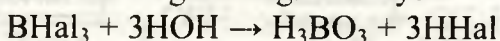
$\text{BF}_3$   $\text{B}_2\text{O}_3$  ga kalsiy ftoridni  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ishtirokida ta'sir ettirib olinadi:



$\text{BCl}_3$  esa  $\text{B}_2\text{O}_3$  va uglerod aralashmasiga xlor ta'sir ettirib olinadi:

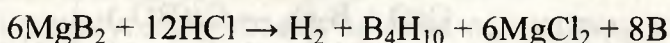


$\text{BF}_3$  va  $\text{BCl}_3$  dan akseptorlik xossasi kuchliligi tufayli organik reaksiyalarda katalizator sifatida foydalaniladi. Bor galogenidlari suvda gidrolizga uchraydi:

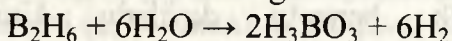


$\text{B}_2\text{O}_3$  – bor(III) oksid bir necha modifikatsiyalarda uchraydi.  $\text{B}_2\text{O}_3$  kristallarida uchburchak shakldagi  $\text{BO}_3$  yoki tetraedr shakldagi  $\text{BO}_4$  monomerlaridan iborat. Kristall holdagi bor(III) oksid ( $t_{\text{suyuq}}=450^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}}=2250^\circ\text{C}$ )  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ni suvsizlantirib olinadi.  $\text{B}_2\text{O}_3$  kislotali oksid sifatida suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi.

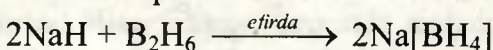
Bor gidridlari (boranlar) xossalari va olinishi bilan silanlarga o'xshab ketadi. Odatda boranlar ba'zi boridlariga kislotaga ta'sir ettirib olinadi:



Oddiy sharoitda  $\text{BH}_3$  dimerlanib  $\text{B}_2\text{H}_6$  ga aylanadi.  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{B}_4\text{H}_{10}$  – gaz moddalar,  $\text{B}_5\text{H}_9$  va  $\text{B}_6\text{H}_{10}$  – suyuqlik,  $\text{B}_{10}\text{H}_{14}$  – qattiq. Ko'plab boranlar badbo'y va juda zaharli moddalar. Diboran suvda aktiv gidrolizlanadi:



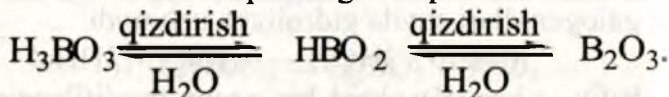
Boranlar metall gidridlari bilan ta'sirlashib gidridoboratlarni hosil qiladi:



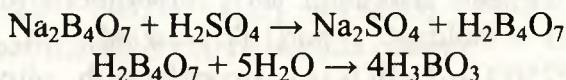
$\text{Na}[\text{BH}_4]$  – ion tuzilishli tuz bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Oddiy sharoitda juda sekin gidrolizlanadi. Gidridoboratlar kuchli qaytaruvchilardir.

Vodorod ortoborati –  $\text{H}_3\text{BO}_3$  oq kristall modda. Suvda eritilganda ortoborat kislotaga hosil bo'ladi. Ortoborat kislotaga suvda yomon eriydigan bir asosli kislotaga.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  boshqa kislotalardan farqli ravishda vodorod kationi ajratib emas, gidroksid anioni biriktirib kislotalik xossasini namoyon qiladi:

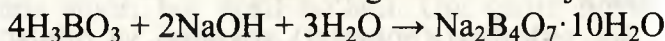
$B(OH)_3 + HOH \leftrightarrow [B(OH)_4]^- + H^+$ , ( $pK=9,15$ )  
 Ortoborat kislotasi qizdirilganda parchalanadi:



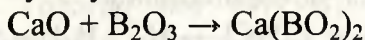
Poliborat kislotasi gidratlanib ortoborat kislotaga hosil qiladi:



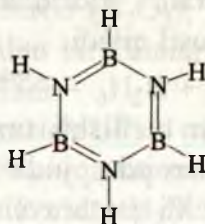
Lekin mo'1 miqdordagi ishqor eritmasida poliboratlar hosil bo'ladi va kristallogidrat holida ajraladi:



Suvsiz boratlar esa metall oksidlari  $B_2O_3$  yoki  $H_3BO_3$  bilan reaksiyasi yordamida olinadi:



Borning noorganik birikmalari orasida  $B_3N_3H_6$  alohida ahamiyatga ega. U oddiy sharoitda rangsiz suyuqlik ( $t_{\text{suyuq}}=-56^\circ C$ ,  $t_{\text{qayn}}=55^\circ C$ ) bo'lib, tuzilishi va xossalari bilan benzolga o'xshaydi. Shuning uchun bu modda «noorganik benzol» deyiladi. Uning tuzilishi quyidagicha:



Noorganik benzol tetragidridoboratlarga ammoniy xlorid ta'sir ettirib olinadi:



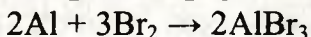
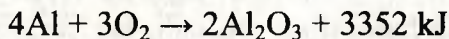


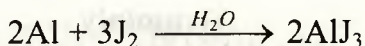
## Alyuminiy

Alyuminiy atomi bor atomidak o'ldam jihatdan katta va kam ionlanish energiyasiga ega. Alyuminiy uchun borga o'xshash +3 oksidlanish darajasi xarakterli. Alyuminiyning tabiatda bitta barqaror izotopi  $^{27}\text{Al}$ . U Yer qatlamida tarqalishi jihatdan kislorod va kremniydan so'ng uchinchi o'rinda (7,45%) turadi va asosan kislorodli birikmalar holda tarqalgan. Alyuminiy olish uchun asosiy xomashyo bo'lib xizmat qiladigan birikmalari boksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), kriolit ( $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ ) va korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )dir. Bundan tashqari alyuminiy alyumosilikatlar holda ham keng tarqalgan. Bularga kaolin ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dala shpati ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ), nefelin ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) lar misol bo'ladi.

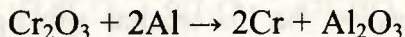
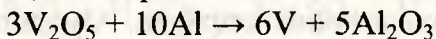
Alyuminiy oddiy modda holatida och kulrang tusli metall ( $t_{\text{suyuq}}=660^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qay}}\approx 2500^\circ\text{C}$ ). U yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik hamda plastiklik xossalriga ega.

Alyuminiy kimyoviy jihatdan yuqori aktivlikka ega bo'lib, havoda sirti ( $1 \cdot 10^{-5}$  mm) oksid qavat bilan qoplanadi. Bu esa alyuminiyga inertlik xossasini beradi va korroziyaga chidamli bo'lib qoladi. Shuning uchun alyuminiy kislorod bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishadi. Maydalangan kukun holda oksidlanishi osonlashadi. Xona haroratida faqatgina fluor, xlor va brom bilan ta'sirlashadi. Oltingugurt va yod bilan qizdirilganda yoki suv ta'sirida reaksiyaga kirishadi. Yuqori haroratda azot ( $800^\circ\text{C}$ ) va uglerod ( $2000^\circ\text{C}$ ) bilan ta'sirlashadi:

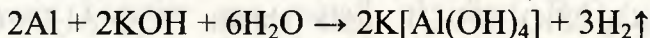
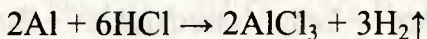




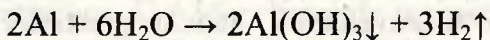
Alyuminiyning kislorodga moyilligi uchun ko'plab metallarni oksidli birikmalaridan qaytaradi (alyuminotermiya). Bunda odatda katta miqdorda energiya ajralib chiqadi va harorat 1200–3000°C gacha ko'tariladi. Alyuminotermiya usulida marganes, xrom, vanadiy, volfram, temir qotishmalari olinadi:



Alyuminiy kislotalar bilan ham asoslar bilan ham reaksiyaga kirishadi:



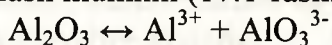
Agar mexanik usul yoki amalgamlash bilan oksid qavat olib tashlansa, alyuminiy suv bilan ham shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Oksid qavatning mavjudligi uning o'ta suyultirilgan va konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  hamda konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan reaksiyaga kirishishini cheklaydi. Bunday passivlanish evaziga alyuminiy korroziyaga chidamli bo'lib qoladi. Maxsus oksidlovchilar (kons.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) yoki anod ta'sirida oksid qavatining qalinligi oshiriladi va bunday alyuminiydan  $\text{HNO}_3$  saqlash va tashish uchun maxsus idishlar tayyorlanadi.

**Alyuminiy olish va uning ishlatilishi.** Sanoatda alyuminiy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ni suyuqlantirilgan kriolit  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  dagi eritmasini elektroliz qilib olinadi. Eritmadagi kriolitning ulushi 92–94% ni tashkil etganda aralashma eng past suyuqlanish haroratiga erishadi. Bu esa elektrolizni nisbatan past haroratda (800–1000°C) olib borish imkonini

beradi.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  elektrolizini umumiy ko‘rinishda quyidagicha tasvirlash mumkin (17.1-rasm):



katodda  $\text{Al}^{3+}$  ioni qaytariladi:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}^0$

anodda kislorod oksidlanadi:  $4\text{AlO}_3^{3-} - 12\text{e}^- \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2$

Elektrolizyor korpusi katod vazifasini o‘taydi. Uning atrofida suyuq alyuminiy to‘planadi ( $t_{\text{suyuq}}=660^\circ\text{C}$ ). Grafit anodi esa ajralib chiqqan kislorod ta’sirida yonadi. Shuning uchun anod doimiy almashtirib turiladi. Suyuq alyuminiy qattiq holatiga qaraganda yuqori zichlikka ega. Shuning uchun alyuminiy elektrolizyorning tubiga cho‘kadi. Xomaki alyuminiyni rafinatsiya usulida qayta tozalanib 99,99% Al bo‘lgan toza mahsulot olinadi.

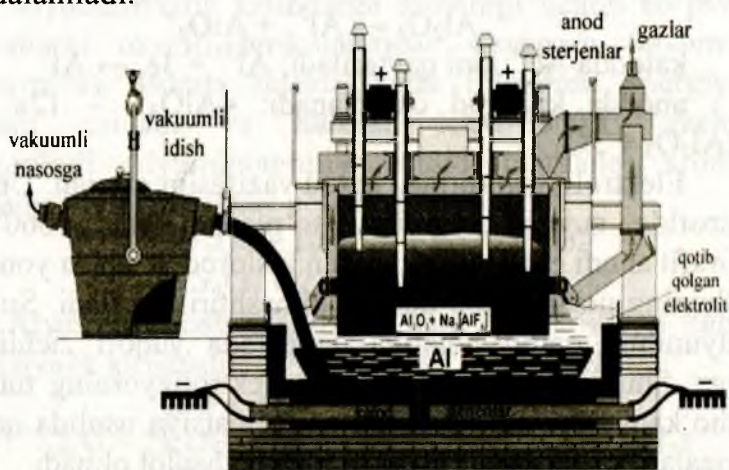
Anodda kisloroddan tashqari ftor gazi ham ajralib chiqadi. Uning atrof-muhitga ta’siri juda katta salbiy oqibatlarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun ftor turli birikma holiga o‘tkazilib ushlab qolinadi.

Alyuminiy metallar orasida ishlatilishi jihatdan oldingi o‘rinlarni egallagan metallardan biridir. Uning yuqori bo‘lmagan zichligi, mustahkamligi, korroziyaga chidamliligi va yaxshi o‘tkazuvchanligi amaliy ahamiyatini yanada oshiradi. Alyuminiydan kimyoviy apparaturalar, elektr tarmoqlari, kondensatorlar tayyorlanadi. Yupqa (0,005 mm) alyuminiy folgasi oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida mahsulotlarni qadoqlash maqsadida ishlatiladi.

Alyuminiyning asosiy qismi yengil qotishmalar tayyorlashda ishlatiladi. Duralyumin (94% Al, 4% Cu, 0,5% dan Mg, Mn, Fe va Si) va silumin (85–90% Al, 10–14% Si, 0,1% Na) va boshqa qotishmalardan mashi-



nasozlikda, kemasozlikda va aviatsiya sanoatida keng foydalaniladi.



17.1-rasm. Alyuminiy ishlab chiqarishning umumiy ko'rinishi.

**Alyuminiyning +3 oksidlanish darajali birikmalari.** Alyuminiyning binar birikmalari  $AlF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Al_2S_3$ ,  $AlN$ ,  $AlH_3$  lar oddiy sharoitda polimer moddalar. Ularning barchasi oq rangli qattiq moddalardir.

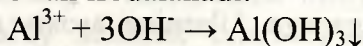
Alyuminiy oksid  $Al_2O_3$  bir necha modifikatsiyalarini hosil qiladi. Odatdagi sharoitda  $\alpha-Al_2O_3$  nisbatan barqaror. Odatda korinda tarkibidagi ba'zi Al(III) atomlari boshqa rang beruvchi elementlar bilan almashgan bo'ladi. Shaffof va turli rangdagi korundlarga qizil rangli voqut (tarkibida Cr(III) tutgan), ko'k rangli fernza Ti(III) va Fe(III) qo'shimchalari tutgan) qimmatbaho oshlar misol bo'ladi. ularni sun'iy ravishda olish ham mumkin.

Al—O—Al bog‘ining mustahkamligi tufayli korund qattiqligi jihatdan olmos, karborunddan keyingi o‘rinda turadi. Undan jilvirlovchi materiallar tayyorlanadi. Sun‘iy yoqutdan kvant generatorlar (lazer) sifatida foydalaniladi.

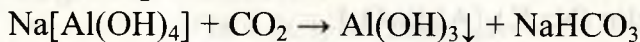
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> juda inert modda bo‘lib, kislota, asos va suv bilan ta‘sirlashmaydi. Uzoq qizdirish mobaynida parchalanishi mumkin.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asosan alyuminiy ishlab chiqarishda ishlatiladi. U boksit va nefelin minerallarini boyitish yo‘li bilan olinadi.

Alyuminiy gidroksid Al(OH)<sub>3</sub> polimer tuzilishdagi modda. Tabiiy holdagi gidroksid (gidrargillit minerali) qatlamsimon tuzilishni hosil qiladi. Ion-almashinish reaksiyalari natijasida olingan Al(OH)<sub>3</sub> iviqsimon oq cho‘kma. Odatda olib boriladigan reaksiya quyidagi yarim-ion tenglama bilan ifodalanadi:

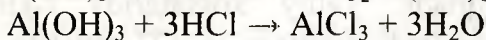


Cho‘kmaning uzoq vaqt turishi natijasida suv yo‘qotib kristall holdagi Al(OH)<sub>3</sub> ga aylanadi. Kristall holatdagi Al(OH)<sub>3</sub> alyuminatlarning ishqoriy muhitdagi eritmalaridan CO<sub>2</sub> o‘tkazib olinadi:



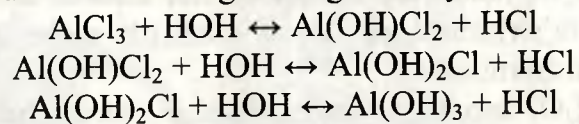
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O ni kuydirish natijasida suv yo‘qotib avval AlOOH (bemit) so‘ngra Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hosil bo‘ladi. Suv-sizlantirilgan Al(OH)<sub>3</sub> – alyumogeldan silikogel singari adsorbent sifatida foydalaniladi.

Al(OH)<sub>3</sub> amfoter xossaga ega. U asos va kislotalar bilan oson reaksiyaga kirishadi:





Alyuminiy tuzlari kislotali eritmalaridan kristallogidratlar shaklida ajraladi. Masalan,  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (kvastslar). Alyuminiyning kislorodli tuzlari suvda yaxshi eriydi. Faqatgina  $\text{AlPO}_4$  yomon eriydi. Alyuminiy tuzlari eritmada gidrolizga uchraydi:



Gidroliz tufayli alyuminiyning sulfid, karbonat, sianid va ba'zi boshqa tuzlarini eritmada olib bo'lmaydi. Alyuminiyning tuzlaridan sulfatlari va kvastslar katta amaliy ahamiyatga ega. Ulardan qog'oz ishlab chiqarishda, terilarni oqartirishda, matolarni rangsizlantirishda foydalaniladi.

Tabiatda tarqalgan birikmalarining aksariyat qismi alyuminosilikatlardir. Ulardan asosan dala shpatlari muhim ahamiyatga ega. Ularning asosiy namoyondalari – ortoklaz  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , albit  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  va anortit  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  minerallaridir. Bundan tashqari amaliy ahamiyatga ega bo'lgan va keng tarqalgan birikmalari slyudalar (masalan, muskovit  $\text{kAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ ) va nefelin  $(\text{Na},\text{K})_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ .

### Galliy. Indiy. Talliy

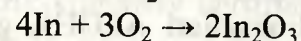
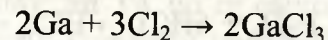
Galliy, Indiy va talliy elementlari davriy jadvalda joylashishi jihatdan d-elementlardan keyin joylashgan bo'lib, ularning xossalarida d-kirishim yaqqol namoyon bo'ladi. Shuning uchun guruh bo'ylab  $\text{Al} \rightarrow \text{Ga}$  o'tishda atom radius bir oz kichiklashadi va ionlanish energiyasi qisman ortadi. Talliy xossalarida f-kirishim ham namoyon bo'ladi. Natijada  $\text{In} \rightarrow \text{Tl}$  o'tishda atom hamda

ion radiuslari juda ham oz va ionlanish energiyasi bir muncha ortadi. Bu elementlarning boshqa xossalari ham shu tariqa o'zgaradi.

Ga, In va Tl elementlari mineral holida deyarli uchramaydi. Ular sochilib ketgan elementlar bo'lib, ko'plab polimetall rudalari tarkibida oz miqdorda uchraydi. Bu elementlarning birikmalardagi oksidlanish darajalari +3 bo'lib, talliy uchun +1 oksidlanish darajasi xarakterliroqdir.

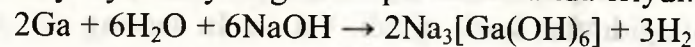
Oddiy modda holatida galliy, indiy va talliy elementlari oson suyuqlanuvchan och kulrang tusli metallardir. Suyuq galliy nisbatan barqaror va sovutish natijasida juda sekin kristallanadi. Boshqa moddalarga qaraganda galliy juda katta suyuqlik harorati intervaliga ( $29,8^\circ\text{C}$  dan  $2250^\circ\text{C}$  gacha) ega.

Alyuminiy singari galliy va indiy havoda oksid qavatga ega. Shuning uchun odatda kimyoviy jihatdan o'zgar olmaydi. Talliy sekinlik bilan oksidlanib turadi. Oksid qavati shilinganda Ga, In va ayniqsa Tl kislorod hamda oltingugurt bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Bu elementlar xlor, brom bilan oddiy sharoitda, yod bilan qizdirilganda ta'sirlashadi:



Ga, In va Tl metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatorida vodoroddan oldin joylashgan va suyultirilgan kislotalarda eriydi. Tl xlorid kislota bilan ta'sirlashganda suvda erimaydigan  $\text{TlCl}$  hosil bo'lishi hisobiga pas-sivlashadi.

Galliy alyuminiy singari ishqor eritmalarida eriydi:



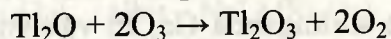
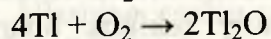
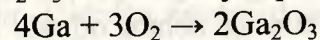


Indiy, ayniqsa talliy kuchli oksidlovchilarsiz ishqorlarga chidamli.

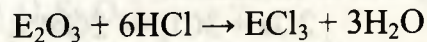
Galliyning sanoat miqyosidagi xomashyosi boksit va nefelinni qayta ishlash mahsulotlaridir. Galliy birikmalarini germaniy birikmalari singari ko'mirning yonish mahsulotlari tarkibidan ajratib olinadi.

Galliy va uning analoglari boshqa metallar bilan past suyuqlanish haroratiga ega bo'lgan qotishmalar hosil qiladi. Masalan, 18,1% In, 41% Bi, 22,1% Ga va 10,6% Sn tutgan qotishma 47°C da, 90% Ga, 8% Sn va 2% Zn bo'lgan qotishma esa 19°C da suyuqlanadi.

**Galliy(III), indiy(III) va talliy(III) birikmalari.** Ga, In va Tl larning kislorod bilan ta'sirlashishi natijasida oq  $Ga_2O_3$  va sariq  $In_2O_3$  hosil bo'ladi.  $Tl_2O_3$  esa hosil bo'lgan  $Tl_2O$  ni ozon bilan oksidlab olinadi. 100°C dan yuqorida esa  $Tl_2O_3$  kislorodni yo'qotadi:



$Ga_2O_3$ – $In_2O_3$ – $Tl_2O_3$  qatorida oksidlarning asoslik xossasi ortib boradi va kislotalar bilan ta'sirlashishi kuchayadi:

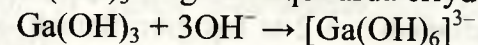


$E(OH)_3$  gidroksidlari  $Al(OH)_3$  ga o'xshash bo'lib,  $Ga(OH)_3$  (oq rangli) da asoslik va kislotalik xossalari teng darajada namoyon bo'ladi.  $In(OH)_3$  (oq rangli) asoslik xossa kuchliroq bo'lsa,  $Tl(OH)_3$  (qizil-qo'ng'ir rangli) deyarli asos xossasiga ega.

$Ga(III)$ ,  $In(III)$  va  $Tl(III)$  birikmalari eritmalardan  $EAl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $KE(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  (kvastslar) holatida kristallogidratlar hosil qiladi. Ga va In larning +3 oksid-

lanish darajali birikmalari alyuminiy birikmalariga o'xshash xossalarni namoyon qiladi.

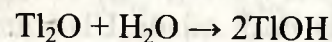
$Ga(OH)_3$   $Al(OH)_3$  singari ishqorlarda eriydi:



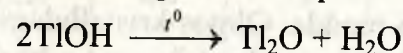
Galliy analoglarining galogenidlari alyuminiy galogenidlarini eslatadi. Galliy va indiy gidridlari  $EH_3$ ,  $AlH_3$  ga o'xshab polimer holatida.

Yuqoridagilardan tashqari talliy uchun +1 oksidlanish darajasidagi birikmalari nisbatan barqarordir.

Talliy(I) oksid –  $Tl_2O$  qora tusli ( $t_{suyuq}=300^\circ C$ ) suvda yaxshi eriydigan modda:



$TlOH$  sariq rangli kuchli asos, lekin  $NaOH$  va  $RbOH$  dan farqli ravishda qizdirilganda oson parchalanadi:



Talliy(I) birikmalari kumush birikmalari singari yorug'lik ta'sirida parchalanadi. Galliy, indiy va talliy bi-rikmalari zaharlidir.

## 17.2. IV guruh p-elementlari

IV guruh p-elementlariga uglerod C, kremniy Si, germaniy Ge, qalay Sn va qo'rg'oshin Pb lar kiradi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy tavsiflari 11.7.-jadvalda keltirilgan.

Bu guruhcha elementlarining fizik va kimyoviy xossalari yadro zaryadi ortib borish tartibida keskin o'zgaradi. Uglerod va kremniy tipik metallmas bo'lsa, germaniy, qalay, qo'rg'oshinlar amfoter xossasiga ega bo'lgan metallardir.

## Uglerod

Uglerod atomining valent elektron qavati  $2s^2 2p^2$  bo'lgani uchun birikmalarda 4 ta ( $sp^3$  gibridlanish), 3 ta ( $sp^2$  gibridlanish) va 2 ta ( $sp$  gibridlanish) sig'ma bog'li 4 ta kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Uglerod birikmalari juda xilma-xil. Ularning aksariyat qismi organik moddalardir. Organik moddalarda uglerod  $-4$  dan  $+4$  gacha barcha oksidlanish darajasini namoyon etadi. Noorganik birikmalarida esa asosan  $-4$ ,  $+2$  va  $+4$  oksidlanish daraja namoyon qiladi.

Oddiy modda holidagi uglerod bir necha allotropik shakl o'zgarishi hosil qiladi. Ular olmos, grafit, karbin, fullerenlardir.

Olmos – kristall holatdagi tetraedrik shakldagi kristall panjarali modda. Olmos kristallidagi har bir uglerod atomlari qo'shni atomlar bilan teng kuchdagi  $\sigma$ -bog'lar bilan bog'langan bo'ladi. C–C bog'ining masofasi 0,155 nm ni tashkil etadi. Shuning uchun olmos kristalli qattiq bo'ladi.

Grafit – qavat-qavat kristall tuzilishli qora tusli qattiq modda. Grafit kristallidagi atomlar  $sp^2$  gibridlangan uglerod atomlari joylashgan bo'lib, o'zaro uchtadan  $\sigma$ -bo'glar orqali bog'langan geksagonal yuzilishli qatlamlarni hosil qiladi. Har bir qatlam uglerod atomlaridagi gibridlanmagan p-orbitallari hisobida  $\pi$ -bog' yordamida bog'lanadi.

Qatlamlararo masofa 0,335 nm, kristall panjaradagi C–C masofasi 0,142 nm ni tashkil etadi. Bunday tuzilish grafit kristallidagi qatlamlararo bog'ning zaifligi tufayli oson uzilishiga va yemirilish xususiyatiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari qatlamlarni bo'g'lab turgan p-orbitallardagi elektronlar harakatchan bo'lib, elektr



o'tkazuvchanlikni keltirib chiqaradi. Grafitning zichligi (2,1–2,5 g/sm<sup>3</sup>) olmos zichligidan (3,5 g/sm<sup>3</sup>) past.

17.2.-jadval. IV guruh p-elementlarining ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari

	<sup>6</sup> C	<sup>14</sup> Si	<sup>32</sup> Ge	<sup>30</sup> Sn	<sup>82</sup> Pb
Atom massasi	12,011	28,086	72,59	118,69	207,19
Valent elektronlari	2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
Atom radius, nm	0,077	0,118	0,122	0,141	0,147
E <sup>+2</sup> ion radiusi, nm	—	—	0,065	0,102	0,126
E <sup>+5</sup> ion radiusi, nm	0,020	0,039	0,044	0,067	0,076
Elektronga moyilligi, eV	1,27	1,36	1,74	1,03	1,03
Ionlanish energiyasi, eV	11,26	8,15	7,9	7,34	7,42
Nisbiy elektromanfiyligi	2,5	1,8	1,8	1,8	1,9
Oksidlanish darajalari	-4, -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4	-4, +2, +4	+2, +4	+2, +4	+2, +4
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	9·10 <sup>-2</sup>	27,6	7·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-3</sup>	1,6·10 <sup>-3</sup>
Tabiiy izotoplari	<sup>12</sup> C (98,892%), <sup>13</sup> C (1,108%)	<sup>28</sup> Si (92,27%), <sup>29</sup> Si (4,68%), <sup>30</sup> Si (3,05%)	<sup>70</sup> Ge (20,52%), <sup>72</sup> Ge (27,43%), <sup>73</sup> Ge (7,76%), <sup>74</sup> Ge (36,54%), <sup>76</sup> Ge (7,75%)	10 ta asosiy qismini <sup>116</sup> Sn, <sup>118</sup> Sn, <sup>120</sup> Sn tashkil qiladi	<sup>202</sup> Pb (juda oz), <sup>204</sup> Pb (1,5%), <sup>206</sup> Pb (23,6%), <sup>207</sup> Pb (22,6%), <sup>208</sup> Pb (52,3%)



Karbin – qora tusli kukun bo‘lib ( $\rho=1,9-2 \text{ g/sm}^3$ ), u chiziqli tuzilishdagi uglerod zanjiridan tashkil topgan. Har bir atom o‘zaro qo‘shbog‘lar yoki oddiy va uchbog‘larning ketma-ketligi orqali bog‘langan. Zanjirdagi uglerod atomlari orasidagi masofa  $0,128 \text{ nm}$  ni, zanjirlararo masofa esa  $0,295 \text{ nm}$  ga teng. Uchbog‘li tuzilishga ega bo‘lgan karbin (poliin) dan oksalat kislotasi, qo‘shbog‘li tuzilishga ega bo‘lgan karbin (polikumulen) dan karbonat kislotasi sintez qilingan. Karbin o‘tgan asr-ning 60-yillarida sintez qilingan. Undan oldin faqat tabiiy holatdagina ma‘lum edi (11.2.-rasm).

Olmos, grafit va karbinlarning yonish issiqliklari ( $-395,3 \text{ kJ/mol}$ ,  $-393,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $-360,0 \text{ kJ/mol}$ ) ni solishtirish karbinning berqaror va olmosning beqaror modifikatsiyalar ekanligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Olmos  $1000-1500^\circ\text{C}$  haroratda (havosiz muhitda) qizdirilsa, grafit hosil bo‘ladi. Grafitni olmosga aylantirish uchun esa  $2000^\circ\text{C}$  harorat va  $6 \cdot 10^9-10 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$  bosim zarur bo‘ladi.

Organik birikmalarning parchalanishidan hosil bo‘lgan qora grafit yoki ko‘mir grafit mayda zarrachalaridan tashkil topgan. Amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan ko‘mir turlariga koks, yog‘och ko‘mir, qo‘ng‘ir ko‘mir va toshko‘mirlar kiradi. Ko‘mir asosan qattiq yoqilg‘i sifatida qo‘llaniladi (17.3.-jadval).

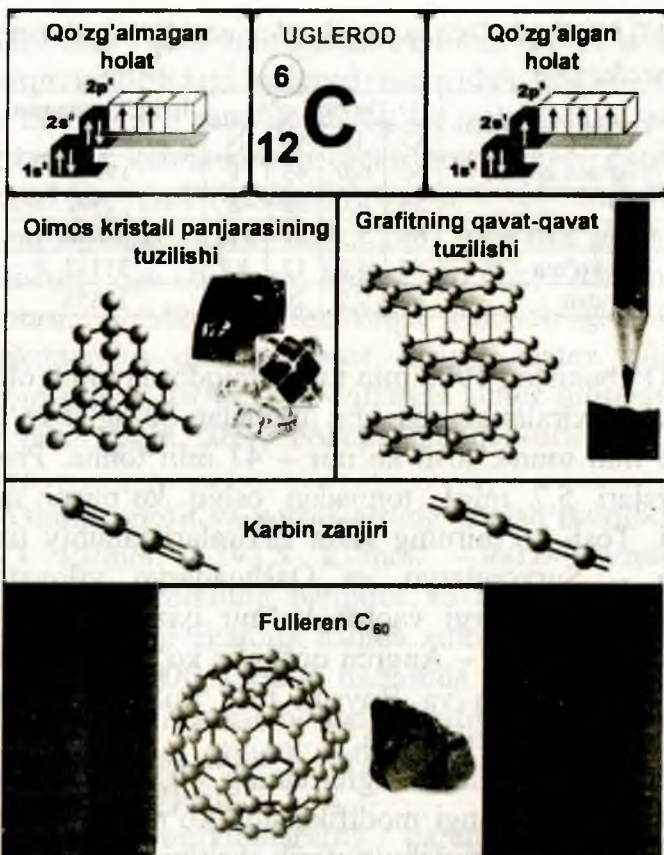
17.3-jadval. Qattiq yoqilg'ilar va ularning energetik samaralari

Yoqilg'i ko'rinishi	Tarkibi, ω%				Issiqlik samarasi, kJ/kg
	C	H	O	N	
Yog'och ko'mir	50	6,0	43	1	19228
Torf	59	6,0	33	2	22572
Qo'ng'ir ko'mir	69	5,5	24	1,5	28006
Toshko'mir	82	4,3	12	1,7	35112
Antratsit	95	2,2	20	0,8	33858

O'zbekiston 1900 mln tonna miqdorda topib olingan ko'mir zaxiralariga ega, shu jumladan qo'ng'ir ko'mir – 1853 mln tonna, tosh ko'mir – 47 mln tonna. Prognoz resurslari 5,7 mlrd. tonnadan oshiq ko'mirni tashkil etadi. Tosh ko'mirning katta zaxiralari janubiy tumanlarda – Surxondaryo va Qashqadaryo viloyatlarida to'plangan. Xozirgi vaqtda ko'mir qazish ishlari 3 ta ko'mir konlarida – Angren qo'ng'ir ko'mirining ko'mir konida, Sharg'un va Boysun tosh ko'mirining ko'mir konlarida olib borilmoqda.

So'nggi paytlarda uglerodning 60, 70 ta atomdan iborat bo'lgan yangi modifikatsion ko'rinishi – fulleren hosil qilindi. Bu molekula sferik shaklni hosil qilib, sfera yuzasida uglerod atomlari o'zaro beshburchak va oltiburchak shakllarni hosil qiladi. Fulleren geliy atmosferasida yuqori bosim ostida grafit bug'larining kondensatsiyasi natijasida olinadi.

Fulleren yuqori qattqlikka ega bo'lib, kimyoviy jihatdan inertdir. Fulleren molekulasining markaziga boshqa birikmalarni kiritish mumkinligi undan yuqori qattqlikka ega bo'lgan birikmalar olishda va zaharli hamda radioaktiv moddalardan tozalashda foydalanish imkonini beradi (17.2.-rasm).



17.2.-rasm. Uglerod allotropiyasi.

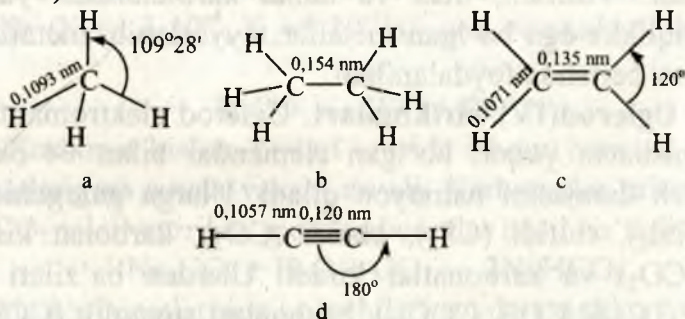
**Uglerodning manfiy oksidlanish darajali birikmalari.** Uglerodning o'zidan kichik elektromanfiylikka ega bo'lgan elementlar bilan birikmalari karbidlar deyiladi. Uglerodning zanjir hosil qilish xususiyati karbidlarda doim ham  $-4$  oksidlanish darajasi namoyon bo'lavermasligiga sabab bo'ladi. Karbidlarni kovalent, ion-kovalent va metall karbidlarga bo'lish mumkin.

Kovalent karbidlardan kremniy karbidi SiC va bor karbidi B<sub>4</sub>C – polimer tuzilishli moddalar. Ularga yuqori



qattiqlik, qiyin suyuqlanuvchanlik va kimyoviy jihatdan inertlik xos. Metan  $\text{CH}_4$  ni oddiy kovalent karbidlar misolida ko'rish mumkin. Uning molekulasini tetraedrik shaklni hosil qiladi (17.3 a-rasm). Metan – rangsiz, hidsiz gaz ( $t_{\text{suyuq}} = -182,49^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}} = -161,56^\circ\text{C}$ ). U kimyoviy jihatdan inert modda, kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi, lekin oson yonadi. Uning havo bilan aralashmasi favqulodda portlovchi xususiyatga ega. Metan – tabiiy, yo'ldosh va botqoqlik gazlarining asosiy tarkibini tashkil etadi.

Uglerodning vodorod bilan hosil qilgan birikmalari turlicha. Ular uglevodorodlar deyiladi. Uglevodorodlarning oddiylari etan, etilen va atsetilenlardir (17.3 b,c,d-rasmlar).

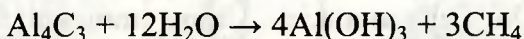


17.3.-rasm. Metan (a), etan (b), etilen (c) va atsetilen (d) molekularining tuzilishi

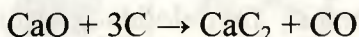
Ion-kovalent karbidlar kristall holatdagi tuzsimon moddalar. Ularning suv yoki kislotalar bilan ta'siri natijasida uglevodorodlar hosil bo'ladi. Shuning uchun karbidlarni uglevodorod hosilasi deb qarash mumkin.

Metan hosilasi sifatida metanidlarga  $\text{Be}_2\text{C}$  ( $t_{\text{suyuq}} = 2150^\circ\text{C}$ ) va  $\text{Al}_4\text{C}_3$  ( $t_{\text{suyuq}} = 2800^\circ\text{C}$ ) larni misol qilish mumkin. Ular qiyin suyuqlanuvchan kristall modda-

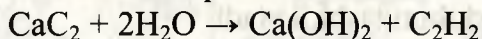
lardir. Bu karbidlar suv bilan ta'sirlashganda metan hosil bo'ladi:



Bundan tashqari, atsetilen hosilalari bo'lgan atsetilidlar ham mavjud. Ularga kalsiy karbid  $\text{CaC}_2$  ni misol qilish mumkin.  $\text{CaC}_2$  ni  $\text{CaO}$  ni ko'mir bilan qizdirib olinadi:



Atsetilidlar suvda oson parchalanadi:

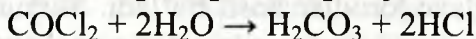
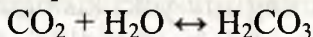


Bu reaksiyadan atsetilen olishda foydalaniladi.

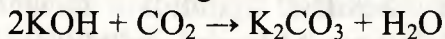
Metall karbidlari cho'yan va po'lat tarkibiga kirib, ularga mustahkamlik va boshqa noyob xususiyatlarni beradi. Volfram, titan va tantal karbidlaridan yuqori qattiqlikka ega bo'lgan metallar tayyorlanib, metallarga ishlov berishda foydalaniladi.

**Uglerod(IV) birikmalari.** Uglerod elektromanfiyiligi nisbatan yuqori bo'lgan elementlar bilan +4 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Ularga galogenidlari ( $\text{CHal}_4$ ), sulfidi ( $\text{CS}_2$ ), oksidi ( $\text{CO}_2$ ), karbonat kislota ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) va karbonatlar kiradi. Ulardan ba'zilar gaz ( $\text{CF}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{COCl}_2$ ), boshqalari suyuqlik ( $\text{CCl}_4$  va  $\text{CS}_2$ ) va bir qanchasi qattiq ( $\text{CBr}_4$ ,  $\text{CJ}_4$ ) moddalardir.

Uglerod(IV) birikmalari kimyoviy jihatdan kislotalik xossasiga ega. Ularning ba'zilar suv bilan ta'sirlashib karbonat kislota hosil qiladi:

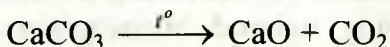


Ishqorlar bilan ta'sirlashganda esa tuz hosil qiladi:

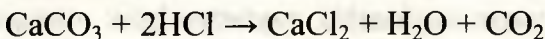


Uglerod(IV) oksidi chiziqli molekula hosil qilib, oddiy sharoitda gaz ( $t_{\text{sublim}} = -78,5^\circ\text{C}$ ,  $5 \cdot 10^5$  Pa bosimda

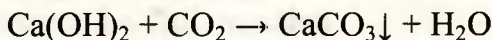
$t_{\text{suyuq}} = -56,5^{\circ}\text{C}$ ) modda. Sanoatda  $\text{CaCO}_3$  ni parchalab olinadi:



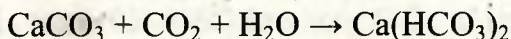
Laboratoriyada esa  $\text{CaCO}_3$  ga xlorid kislota ta'sir ettirib olish mumkin:



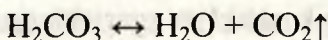
Ajralib chaqayotgan karbonat angidridni ohakli suvni loyqalanishidan bilish mumkin:



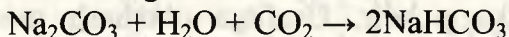
$\text{CO}_2$  o'tkazilishi davom ettirilsa, cho'kma erib ketadi:



$\text{CO}_2$  suvda yaxshi erimaydi ( $0^{\circ}\text{C}$  da 1 l suvda 1,7 l).  $\text{CO}_2$  ning bir qismi suv bilan ta'sirlashib karbonat kislota hosil bo'ladi. Karbonat kislota  $\text{H}_2\text{CO}_3$  kuchsiz kislota bo'lib ( $K_1 = 1,3 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_2 = 5 \cdot 10^{-11}$ ), oson parchalanib ketadi:



Karbonat kislota tuzlari orasida ishqoriy metall karbonatlarigina suvda yaxshi eriydi. Karbonatlar eritmasiga  $\text{CO}_2$  ta'sir ettirilsa, gidrokarbonatlar hosil bo'ladi:



Gidrokarbonatlarning ko'pchiligi suvda yaxshi eriydi.

Karbonatlar orasida  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – kristall soda,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  – potash,  $\text{CaCO}_3$  – ohaktosh, marmar katta amaliy ahamiyatga ega.  $\text{NaHCO}_3$  ichimlik sodasining asosiy tarkibini tashkil qiladi.

**Uglerod(II) oksidi.** Is gazi CO molekulasi quyidagicha tuzilishga ega:



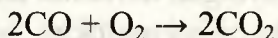
Atomlar orasidagi uchinchi bog' uglerodning bo'sh katakchasiga kislrorodning juft elektronining joylashishi



hisobiga donor-akseptor bog'lanish sodir bo'ladi. CO uglerodning kislorod yetishmagan muhitda yonishidan yoki CO<sub>2</sub> ning uglerod bilan ta'siri natijasida hosil bo'ladi:



Is gazining kuchli qaytaruvchilik xossasidan piro-metallurgiyada foydalaniladi. U kislorodda yonadi:



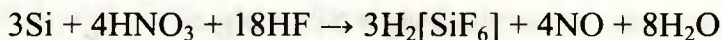
### Kremniy

Kremniy Si tabiatda tarqalishi jihatdan kisloroddan keyin ikkinchi o'rinni egallagan (27,6%) element bo'lib, yer qatlamining deyarli yarmini giltuproq SiO<sub>2</sub>, silikat va aluminosilikatlar tashkil qiladi.

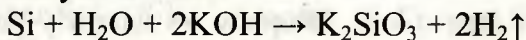
Kremniy oddiy modda sifatida uglerod singari bir nechta allotropik shakl o'zgarishlarini hosil qiladi. Olmosga o'xshash kristall tuzilishga ega bo'lgan shakli qiyin suyuqlanuvchan ( $t_{\text{suyuq}}=1415^{\circ}\text{C}$ ), to'q kulrang tusli metallga o'xshash qattiq modda. U xona haroratida yarimo'tkazgichdir. Grafitga o'xshash modifikatsiyasi esa barqaror emas.

Oddiy sharoitda kremniy inert. Ftordan tashqari barcha oddiy moddalar bilan haroratiz reaksiyaga kirishmaydi. Yuqori haroratda metallmaslar bilan reaksiyasida qaytaruvchi vasifasini o'taydi. U xlor bilan 400°C da, kislorod bilan 600°C da, azot bilan 1000°C hamda uglerod bilan 2000°C da ta'sirlashadi va mos ravishda SiCl<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> hamda SiC birikmalarini hosil qiladi.

Kislorodli kuchli oksidlovchi bo'lgan kislotalarda kremniy o'zini passivlashtirib qo'yadi. U faqat ftorid va nitrat kislotalar aralashmasidagina eriydi:

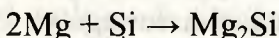


Kremniyda ishqoriy muhitda qaytaruvchilik xossasi kuchliroq namoyon bo'ladi:

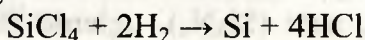


Bu yerda suv oksidlovchi vazifasini o'taydi. Neytral muhitda oddiy sharoitda kremniy suv bilan ta'sirlashmaydi.

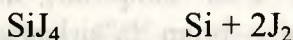
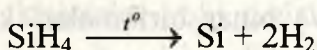
Kremniyning oksidlovchilik xossasi ba'zi metallar bilangina namoyon bo'ladi, masalan:



Sanoatda toza (95–98%) kremniy  $\text{SiO}_2$  ni koks bilan qaytarib olinadi. Laboratoriyada esa qaytaruvchi sifatida magniydan foydalaniladi. Yarimo'tkazgichlar uchun zarur bo'lgan toza kremniyni  $\text{SiCl}_4$  ni yuqori haroratda vodorod bilan qaytarib olish mumkin:

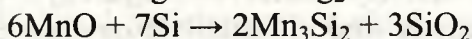
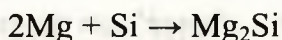


Bundan tashqari  $\text{SiH}_4$  va  $\text{SiJ}_4$  larni parchalab olish mumkin:

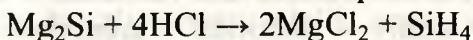


Olingan kremniyni qo'shimcha ravishda zonali suyuqlantirish usulida tozalanadi. Kremniyning katta qismidan yarimo'tkazgichlar olishda va elektrotexnikada foydalaniladi. Bundan tashqari kremniydan metallurgiyada po'latga korroziyaga chidamlilik va mustahkamlik berish uchun ham foydalaniladi.

**Kremniyning – 4 oksidlanish darajali birikmalari.** Metallarning kremniy ishtirokida oksidlanishi (700–1200°C) yoki metall oksidlarining kremniy bilan inert atmosferada qizdirilishi natijasida silitsidlar hosil bo'ladi:



Silitsidlar karbidlardan tuzilishi va xossalari jihatidan farq qiladi. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari silitsidlari suv va kislota ta'sirida oson parchalanadi:

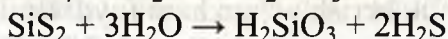
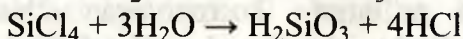
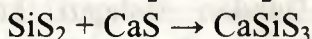
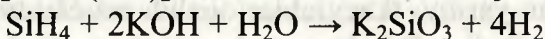
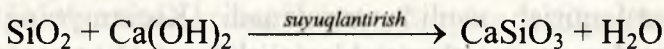


$\text{Ca}_2\text{Si}$ ,  $\text{CaSi}$  va  $\text{CaSi}_2$  lar yarimo'tkazgichlardir. s- va f-elementlar silitsidlari metall xossalarini namoyon qilib, yuqori qattqlik va qiyin suyuqlanuvchanlik xossalariga ega. Silitsidlar yuqori haroratga va kislotalarga chidamli qotishmalar, yarimo'tkazgichlar tayyorlashda foydalaniladi. f-elementlar silitsidlari atom elektr stansiya-larida neytron yutuvchi vosita sifatida ishlatiladi.

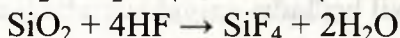
#### **Kremniyning +4 oksidlanish darajali birikmalari.**

Kremniy galogenlar ( $\text{SiHal}_4$ ), kislorod ( $\text{SiO}_2$ ), oltin-gugurt ( $\text{SiS}_2$ ), azot ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), uglerod ( $\text{SiC}$ ) va vodorod ( $\text{SiH}_4$ ) bilan hosil qilgan birikmalarida +4 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi.

Kremniy(IV) binar birikmalari kislotalik xossasini namoyon etadi. Ular ishqorlar, asos xossasiga ega bo'lgan birikmalar bilan ta'sirlashadi hamda gidroliz natijasida kislota hosil bo'ladi:

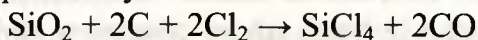


Kremniy galogenidlari oddiy moddalardan olinadi.  $\text{SiF}_4$  ni giltuproq va  $\text{CaF}_2$  aralashmasiga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olish mumkin:





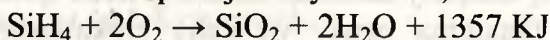
$\text{SiCl}_4$  esa  $\text{SiO}_2$  va uglerod aralashmasini xlor atmosferasida qizdirish yo'li bilan olinadi:



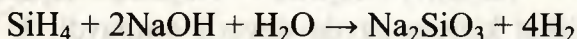
Oddiy sharoitda  $\text{SiF}_4$  – suyuq,  $\text{SiCl}_4$  va  $\text{SiBr}_4$  – suyuqlik va  $\text{SiI}_4$  – qattiq moddalardir.

Kremniyning vodorodli birikmalari (silanlar) uglevodorodlar singari tuzilish va xossalarga ega. Ularning umumiy formulasi  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  ga to'g'ri keladi.  $\text{SiH}_4$  – silan va  $\text{Si}_2\text{H}_6$  – disilan oddiy sharoitda gaz,  $\text{Si}_3\text{H}_8$  – trisilan suyuqlik va yuqori molekulali silanlar qattiq moddalardir.

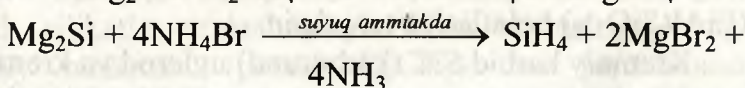
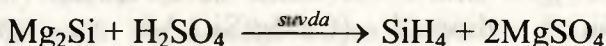
Silanlar katta issiqlik ajratib yonadilar, masalan:



Galogenlar bilan portlash orqali reaksiyaga kirishadi. Silanlar kislotali gidridlardir. Ular ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadilar:



Vodorod odatda kremniy bilan ta'sirlashmaydilar. Silanlar silitsidlarga kislotalar yoki tuzlar ta'sir ettirib olinadi:



Silitsidlarning suvda parchalanishiga qaraganda ammiakda parchalanishi unumliroq sodir bo'ladi.

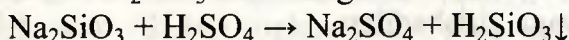
Kremniy(IV) oksid  $\text{SiO}_2$  (giltuproq) bir necha modifikatsiyalarni hosil qiladi. Tabiatda asosan kvars (geksagonal tuzilish), kristobalit (kubsimon tuzilish) va tridimit (geksagonal tuzilish)lar tarqalgan.  $\text{SiO}_2$  modifikatsiyalari tetraedr shaklidagi  $\text{SiO}_4$  monomerlarining turli holatda joylashishi tufayli farq qiladi. Giltuproq qiyin suyuqla-

nuvchan, juda qattiq va kimyoviy jihatdan inert modda. Unga faqat fluor, fluorid kislota va vodorod fluorid ta'sir etadi. Bundan tashqari ishqor eritmalari va fosfat kislota bilan ham reaksiyaga kirishadi.  $\text{SiO}_2$  suvda deyarli erimaydi.

Kvars kristall panjarasida  $\text{SiO}_4$  birliklari tartibsiz joylashgan bo'ladi. Kvars shishasi termik va kimyoviy jihatdan juda mustahkam. Undan kimyoviy va optik asboblari tayyorlashda foydalaniladi.

Amorf giltuproq shisha, chinni, sopol buyumlar va sement ishlab chiqarishda ishlatiladi.

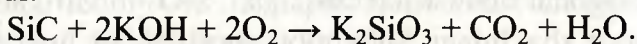
$\text{SiO}_2$  ishqoriy muhitda silikatlar hosil qiladi. Silikatlardan faqatgina natriy va kaliy silikatlarigina suvda eriydi. Silikatlarga kuchli kislotalar ta'sir ettirilsa, kuchsiz silikat kislota  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  cho'kmaga tushadi:



Silikat kislota suvda deyarli erimaydi. U shishasi-mon yoki amorf holatda cho'kma hosil qiladi.

Tabiatda tarqalgan silikatlar asosan olivin ( $[\text{Mg,Fe}]_2\text{SiO}_4$ ), berill ( $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ ), enstotit ( $\text{MgSiO}_3$ ), diopsid ( $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ ) va spodumen ( $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ ) holatlarida tarqalgan.

Kremniy karbid  $\text{SiC}$  (karborund) uglerod va kremniy singari olmossimon va geksagonal tuzilishlarni hosil qiladi. Toza holdagi olmossimon  $\text{SiC}$  elektr o'tkazuvchanlikka ega emas. U qiyin suyuqlanadi ( $t_{\text{suyuq}}=2830^\circ\text{C}$ ) va qattiqligi jihatidan olmosga yaqin turadi. Faqatgina  $\text{HF}$  va  $\text{HNO}_3$  eritmasi yoki ishqor eritmasidagina parchalanadi:



$\text{SiC}$  ni koks va  $\text{SiO}_2$  ni elektr o'choqlarda qizdirish orqali olinadi. U metall va boshqa buyumlarni silliqlash

va kesish ishlarida, shuningdek, olovbardosh materiallar tayyorlashda ishlatiladi.

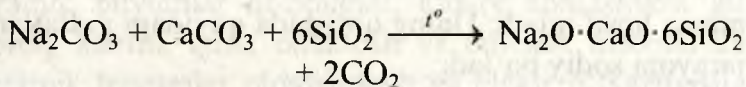
Kremniyning organik birikmalar bilan hosil qilgan hosilalari juda keng qo'llaniladi. U polimerlarga yuqori haroratga chidamlilik va mustahkamlik beradi.

### Silikat sanoati

Silikatlar qurilish va xalq xo'jaligida juda muhim ahamiyatga ega. Silikat sanoati ishlab chiqarish mahsulot turiga ko'ra uch turga bo'linadi:

1. Shisha ishlab chiqarish.
2. Keramika (chinni va sopol buyumlar) sanoati.
3. Sement ishlab chiqarish.

**Shisha ishlab chiqarish.** Oddiy shisha tayyorlash uchun soda (yoki  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), ohaktosh va  $\text{SiO}_2$  (kvars, qum) birgalikda qizdirib  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2$  hosil qilinadi:



Oddiy shisha suvda erimaydi va kimyoviy jihatdan inert. Shishaga bir qancha xossalar berish maqsadida turli silikatlar aralashtiriladi. Masalan, natriy o'rniga kaliy birikmasi (potash  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) dan foydalanilsa, olingan shisha termik jihatdan qiyin suyuqlanuvchan bo'lib qoladi. Bunday shishauan kimyoviy laboratoriya jihozlari tayyorlashda foydalaniladi.

Rangli shishalar olish uchun turli metall birikmalaridan foydalaniladi. Temir silikatlar shishaga to'q yashil rang, kobalt(II) silikatlar ko'k, xrom(III) silikatlar yashil rang, mis(I) silikatlar qizil rang beradi. Oltin silikatlar qo'shib tayyorlangan shisha faqat qizil nurlarni o'tkazuvchi bo'lib, rubin shishasi deyiladi.

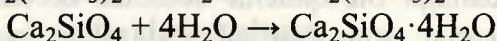
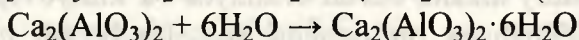
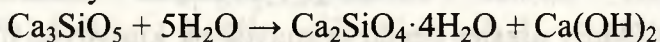


Bundan tashqari kaliy va qo'rg'oshin silikatlari xrustall – nurni sindirish ko'rsatkichi yuqori bo'lgan og'ir shisha hosil qiladi.

**Sement ishlab chiqarish.** Silikat sanoatining muhim sohalaridan biri sement ishlab chiqarishdir. Buning uchun ohaktosh va giltuproq aralashmasi maxsus silindr shaklidagi pechga solinadi va 450°C gacha qizdiriladi. Natijada olingan qattiq massa – klinker maydalanib sement olinadi (17.4.-rasm).

Portland sement tarkibida 58–66% CaO, 18–26% SiO<sub>2</sub>, 4–12% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,5–2,5% SO<sub>3</sub>, 1–5% MgO, 2–5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va 0–2% gacha Na hamda K bo'ladi.

Sement suv bilan aralashirilganda qayta kristallanish jarayoni yuz berib, silikatli jismlarni bog'lovchi xamirsimon massa hosil bo'ladi. Sementning mayda yoki yirik toshli shag'al bilan aralashmasiga suv qo'shilsa, beton hosil bo'ladi. Beton ma'lum vaqt o'tgach qattiq massa hosil qiladi. Uning qotishida quyidagi gidratlanish jarayoni sodiy bo'ladi:



Sementning bunday xususiyatidan qurilish va xalq xo'jaligida keng foydalaniladi.



17.4-rasm. Sement ishlab chiqarishning umumiy ko'rinishi.

**Keramika sanoati.** Giltuproqdan tayyorlangan buyumlar xalq xo'jaligi, elektrotexnika va qurilish sohalarida asosiy o'rinni egallaydi. Bunday buyumlar keramik buyumlar hisoblanib, asosiy xomashyosi giltuproq, kaolin, qum, ohaktosh va dolomit hisoblanadi. Keramik buyumlar olovbardosh va elektr o'tkazmasligi xossalari jihatidan alohida ajralib turadi. Keramik sanoati juda qadimdan rivojlangan bo'lib, asosan sopol, chinni va turli xil bezakli keramik buyumlar sifatida ishlab chiqarilgan. Sifatli chinni buyumlar dastlab Xitoyda ishlab chiqarilgan. Qadimgi va zamonaviy keramika sanoati bir necha bosqichlardan iborat bo'lgan umumiy jarayonni tashkil etadi. Bular asosan dastlabki komponentlarni tayyorlash, komponentlarni maydalash, aralashtirish, massa (loy) tayyorlash, yarim mahsulotni qoliplash (shakl berish), quritish, kuydirish va qo'shimcha jarayonlardan iborat. Qadimdan yurtimizda ham kulolchilik san'ati rivojlangan bo'lib, turli sopol buyumlar, chinni idishlar, bezak va boshqa maqsadlarda

qo'llash uchun har xil buyumlar tayyorlangan. Hozirgi kunda Farg'ona viloyatining Quvasoy tumanida turli maqsadlarda ishlatiladigan keramik buyumlar ishlab chiqarilmoqda.

Keramik buyumlar ishlatilish maqsadiga ko'ra quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Qurilish materiallari (g'isht, kafel, cherepitsa, kanalizatsiya quvurlari, bezak buyumlari v.b.).

2. Kulolchilik buyumlari (uy-ro'zg'or, sopol va chinni buyumlar).

3. Erlektroizolyatorlar.

4. Texnik maqsadlar uchun har xil buyumlar.

### **Germaniy. Qalay. Qo'rg'oshin**

Germaniy Ge, qalay Sn va qo'rg'oshin Pb tashqi elektron qavati  $ns^2np^2$  bilan tugaydigan uglerod va kremniyga elektron analoglar hisoblanadi. Germaniy tabiatda sochilib ketgan element bo'lib, alohida birikma holatida uchramaydi. U asosan silikatlar va sulfidlarga aralashgan holatda bo'ladi. Ko'mir tarkibida ham oz miqdorda germaniy uchraydi. Qalayning asosiy minerali kassiterit –  $SnO_2$  (qalayli tosh), qo'rg'oshinniki esa galenit  $PbS$  (qo'rg'oshin yaltirog'i) dir. Qo'rg'oshin radioaktiv yemirilishning so'nggi mahsuloti sifatida uran va toriy minerallari tarkibida ham uchraydi.

Germaniy kumushsimon-kulrang tusli metall yaltiroqligiga ega bo'lgan modda. Tashqi ko'rinishi jihatdan metallga o'xshasha-da, kristall panjarasi olmos kristall panjarasi singari tuzilgan. Qalay polimorf modda. Oddiy sharoitda ikki xil modifikatsiyasi uchraydi.  $\beta$ -modifikatsiyasi (oq qalay)  $14^\circ C$  dan yuqori haroratda barqaror bo'lib, kumushsimon oq metall.  $\beta$ -qalay

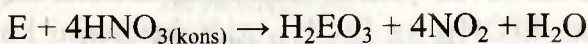


sovutilsa,  $\alpha$ -modifikatsiyaga o'tib, kristall panjarasi tuzilishi jihatdan olmosga o'xshash kulrang qalay hosil bo'ladi. Bu jarayon 25 % gacha hajm o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Qo'rg'oshin to'q kulrang metallidir. Germaniy va  $\alpha$ -qalay yarimo'tkazgich bo'lsa,  $\beta$ -qalay va qo'rg'oshin metallardir.

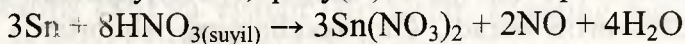
Ge, Sn va Pb bir-biri bilan qattiq eritmalar – qotishmalarni hosil qiladi. Tarkibi jihatdan 73,9 % Sn va 26,1 % Pb bo'lgan qotishmaning suyuqlanish harorati 181°C ga teng. Bunga o'xshash qotishmalardan metallarni payvandlashda va elektrotexnikada foydalaniladi.

Ge, Sn va Pb ga kislotalar ta'sirini nitrat kislota mi-solida ko'rish mumkin:

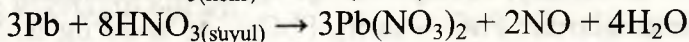
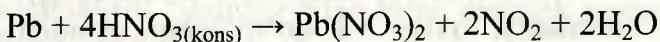
Germaniy va qalayga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirilsa, mos ravishda germanat  $H_2GeO_3$  va stannat  $H_2SnO_3$  kislotalar hosil bo'ladi:



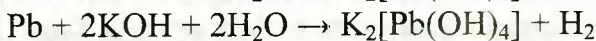
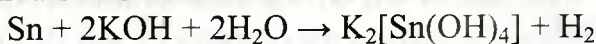
Qalayga suyultirilgan  $HNO_3$  ta'sir ettirilsa, metall xossasini namoyon etib, qalay(II) nitrat hosil qiladi:



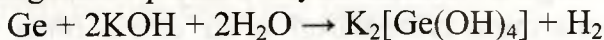
Qo'rg'oshin nitrat kislotaning turli konsen-tratsiyadagi eritmaları bilan ta'sirlashib  $Pb(NO_3)_2$  hosil qiladi:



Qalay va qo'rg'oshin qizdirilganda ishqor eritmaları bilan ham ta'sirlashadi:



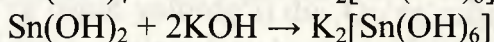
Germaniy faqatgina oksidlovchilar (masalan,  $H_2O_2$ ) ishtirokidagina ishqorlarda eriydi:



Germaniyni rangli metallar ishlab chiqarish jarayonida va ko'mir kulidan ajratib olinadi. Germaniy birikmalari avval  $\text{GeO}_2$  ga o'tkaziladi va vodorod bilan qaytariladi. Qo'shimcha tozalangandan so'ng olingan toza germaniyning asosiy qismi yarimo'tkazgichlar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Qalay kassiteritni uglerod bilan qaytarib olinadi. Uning asosiy ishlatilish sohasi temir sirtiga qoplash bo'lib, konserva idishlari olinadi. Qo'rg'oshin yaltirog'i kuydirilib, so'ng olingan  $\text{PbO}$  ni uglerod bilan qaytarib qo'rg'oshin olinadi. Qo'rg'oshindan akkumulyator plastinkalari, elektr tarmoqlarini ulovchi material, radiatsiyadan himoya vositasi va kimyo sanoatida korroziyaga chidamli metall sifatida foydalaniladi.

**+4 va +2 oksidlanish darajali birikmalari.** Ge, Sn va Pb lar suvda yomon eriydigan, amfoter xossaga ega bo'lgan  $\text{E}(\text{OH})_2$  va  $\text{E}(\text{OH})_4$  gidroksidlarini hosil qiladi.  $\text{Ge}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_4$  qatorida kislotalik xossa kamaysa,  $\text{Ge}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  qatorda asoslik xossa ortib boradi. Gidroksidlarning ishqorlarda erishi natijasida gidroksobirikmalar hosil bo'ladi:

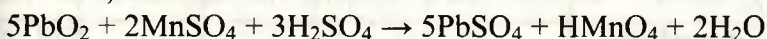


Germaniy, qalay va qo'rg'oshin oksidlari rangli birikmalardir:  $\text{PbO}$  – sariq,  $\text{PbO}_2$  – to'q-qo'ng'ir,  $\text{SnO}$  – qora,  $\text{SnO}_2$  va  $\text{GeO}_2$  – oq,  $\text{GeO}$  – kulrang. Bular orasidan faqat  $\text{GeO}_2$  suvda eriydi va germanat kislotaga  $\text{H}_2\text{GeO}_3$  hosil qiladi.

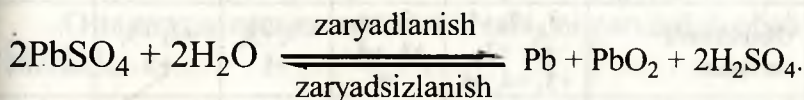
Kislorodli kislotalar tuzlari orasida faqat  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  va  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  largina suvda yaxshi eriydi. Sulfidlari ham rangli birikmalar bo'lib, oddiy moddalardan va  $\text{H}_2\text{S}$  ga tuzlarining eritmalarini ta'sir ettirib olish mumkin:

GeS<sub>2</sub> – oq, SnS<sub>2</sub> – sariq, GeS – qo‘ng‘ir-qizil, SnS – qo‘ng‘ir, PbS – qora.

Ge va Sn vodorod bilan beqaror EH<sub>4</sub> tarkibli birikmalar hosil qiladi. Germaniyaning +2 oksidlanish darajali birikmalari ko‘p tarqalmagan. Sn(II) birikmalari kuchli qaytaruvchi, Pb(IV) birikmalari esa kuchli oksidlovchidirlar, masalan:



Qo‘rg‘oshinning oksidlovchilik xossalaridan akkumulyatorlarda foydalaniladi. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar asosan to‘rsimon qo‘rg‘oshin plastinkalari, ularning orasida PbO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasidan iborat. Bu yerda quyidagi jarayonni kuzatish mumkin:



### 17.3. V guruh p-elementlari

V guruh p-elementlari azot (N), fosfor (P), mishyak (As), surma (Sb) va vismut (Bi) lardir. Ularning asosiy fizik xossalari 17.4.-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, N–P–As–Sb–Bi qatorida atom va ion radiuslari kattalashadi, ionlanish energiyalari kamayadi. Shuning bilan birga metallik xossalari ham kuchayib boradi.

#### Azot

Azot – metallmas element bo‘lib, elektromanfiyligi bo‘yicha (3,0) fluor va kisloroddan keyingi o‘rinda turadi. Azotning tabiatda havo tarkibidagi erkin azot ( $\varphi_{N_2} = 0,78$ ), nitratlar (NaNO<sub>3</sub> – chili selitrasi, KNO<sub>3</sub> – hind selitrasi) ko‘rinishida keng tarqalgan.



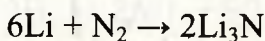
17.4.-jadval. V guruh p-elementlarining  
fizik-kimyoviy tavsifi

	<sup>7</sup> N	<sup>15</sup> P	<sup>33</sup> As	<sup>51</sup> Sb	<sup>83</sup> Bi
Atom massasi	14,01	30,97	74,92	121,75	208,98
Valent elektronlari	2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>
Atom radius nm	0,070	0,110	0,118	0,136	0,146
E <sup>3-</sup> ion radiusi, nm	0,148	0,186	0,192	0,208	0,213
E <sup>+3</sup> ion radiusi, nm	0,015	0,035	0,047	0,062	0,074
Elektronga moyilligi, eV	-0,2	0,8	1,07	0,94	0,95
Ionlanish energiyasi, eV	14,53	10,484	9,81	8,639	7,287
Nisbiy elektromanfiyligi	3,0	2,2	2,0	1,9	1,9
Oksidlanish darajalari	-3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5	-3, +1, +3, +4, +5	-3, +3, +5	-3, +3, +5	+3, +5
Yer qatlamidagi massa ulushi, %	4·10 <sup>-2</sup>	4·10 <sup>-2</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-6</sup>	5·10 <sup>-6</sup>
Tabiiy izotoplari	<sup>14</sup> N (99,64%), <sup>15</sup> N (0,36%)	<sup>31</sup> P (100%)	<sup>75</sup> As (100%)	<sup>121</sup> Sb (57,3%), <sup>123</sup> Sb (42,7%)	<sup>209</sup> Bi (100%)

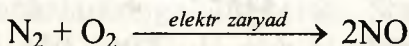
Azot molekulası – N<sub>2</sub> ikki atomli molekular orasida eng mustahkam molekula bo‘lib, unda azot atomlari uchbog‘ orqali bog‘langan. Azot-azot bog‘ini uzish uchun 940 kJ/mol energiya talab etiladi. Shuning uchun hatto 3000°C da azotning 0,1% qismigina atomlarga ajraladi.

Oddiy sharoitda azot N<sub>2</sub> gaz. Uning suyuqlanish (-210°C) va qaynash (-195,8°C) haroratlari juda past. Suvda va boshqa erituvchilarda yomon eriydi. Oddiy

sharoitda azot faqat litiy bilan ta'sirlashib, litiy nitrid  $\text{Li}_3\text{N}$  hosil qiladi:



Azot molekulasini faollashtirilganda (qizdirish, elektr uchquni, ionlovchi nurlar) esa asosan oksidlovchi xossasini namoyon etadi. Faqatgina kislorod va fluor bilan ta'sirlashganda qaytaruvchilik xossasi namoyon bo'ladi:



Sanoatda azot suyuq havoni fraksion haydash yo'li bilan olinadi. Laboratoriyada esa  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  ni parchalab olish mumkin:



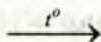
O'ta toza azotni natriy nitrid  $\text{NaN}_3$  ni parchalab olish mumkin:

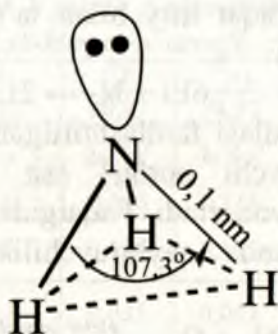


Azotning katta qismi ammiak ishlab chiqarish uchun sarflanadi. Bundan tashqari, kimyo sanoatida inert atmosfera hosil qilish uchun ham toza azotdan foydalaniladi.

**Azotning -3 oksidlanish darajali birikmalariga ammiak va nitridlar kiradi.**

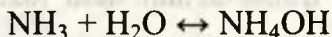
Ammiak –  $\text{NH}_3$  odatdagi sharoitda rangsiz, o'tkir hidli gaz.  $-77,8^\circ\text{C}$  da suyuqlanib,  $-33,4^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Azot molekulasini uchburchak asosli piramida shaklini hosil qiladi:



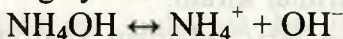


Uning suyuqlanish va qaynash haroratlarining nisbatan yuqori bo'lishi va bug'lanish energiyasining kattaligi sovutish vositalarida qo'llanilishiga sabab bo'lgan. Suyuq ammiak po'lat ballonlarda saqlanadi. Suyuq ammiak erituvchi sifatida ko'plab sintezlarda ishlatiladi.

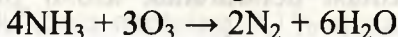
Ammiak suvda yaxshi ( $20^{\circ}\text{C}$  da bir hajm suvda 700 hajmgacha) eriydi. Uning suvda yaxshi eruvchanligi suv va ammiak molekullari orasida vodorod bog'lanish vujudga kelishi va Ammoniy gidroksid  $\text{NH}_4\text{OH}$  hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi:



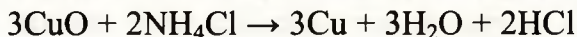
$\text{NH}_4\text{OH}$  (nashatir spirti) kuchsiz asos, uning dissotsi-  
lanish darajasi 0,4% ga yetadi:



Qizdirilganda ammiak qaytaruvchilik xossasini namoyon etib, havoda erkin azotgacha oksidlanadi:

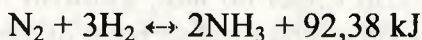


Qaytaruvchilik xossasidan metallarni payvandlashda oksid qavatdan tozalash uchun  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (nashatir) foydalaniladi:



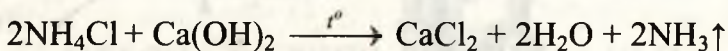


Sanoatda ammiak vodorod va azotdan sintez qilish yo'li bilan olinadi:



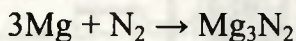
Bu jarayon qaytar bo'lganligi uchun muvozanatni o'ngga siljitish maqsadida jarayon yuqori bosim ( $10^7$ – $10^8$  Pa) da olib boriladi. Ma'lumki, azot molekulasini nisbatan mustahkam. Jarayonni o'ngga siljitish uchun esa harorat yuqori bo'lishi zarur. Ammo o'ta yuqori harorat ammiakning parchalanishiga olib keladi. Shuning uchun ammiak sintezi  $450$ – $500^\circ\text{C}$  da olib boriladi. Jarayonni tezlatuvchi katalizatorlar vazifasini asosan Ru, Os va Fe metallari bajaradi. Sanoatda ko'pincha Fe metallidan foydalaniladi (17.5.-rasm).

Ammiak toshko'mirni kokslash jarayonida ham ajralib chiqadi. Laboratoriyada ammoniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi:

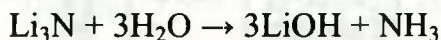


Ammiakning asosiy qismi nitrat kislotasi va azotli o'g'itlar (suyuq ammiak va uning tuzlari,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  v.b.) olish uchun foydalaniladi.

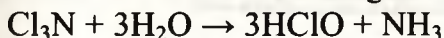
Azot metallar va metallmaslar bilan ta'sirlashib, nitridlarni hosil qiladi:



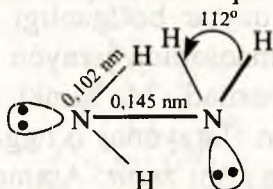
Metall nitridlari qattiq moddalar bo'lib, suv bilan oson ta'sirlashadi:



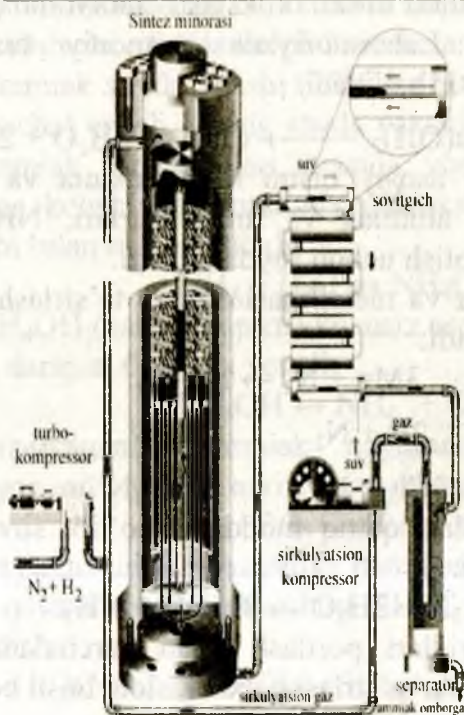
Galogen nitridlari portlash bilan parchalanadigan moddalar. Suv bilan ta'sirlashganda kislotasi hosil bo'ladi:



**Azotning -2 oksidlanish darajali birikmalariga**  $N_2H_4$  – gidrazin misol bo‘ladi. gidrazin molekulasini qutbli bo‘lib, quyidagicha tuzilish hosil qiladi:

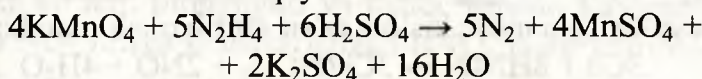


Gidrazin – rangsiz suyuqlik ( $t_{\text{suyuq.}}=2^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn.}}=113,5^{\circ}\text{C}$ ). Gidrazin va uning ionlari ammiak va ammoniy ionidan beqaror.

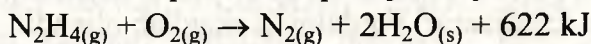


17.5.-rasm. Ammiak ishlab chiqarish jarayonining sxemasi.

Gidrazin – kuchli qaytaruvchi:

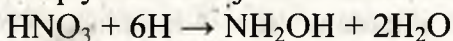


Havoda katta miqdorda issiqlik ajratib yonadi:

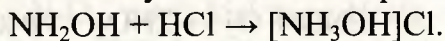


**Azotning –1 oksidlanish darajali birikmalari.**

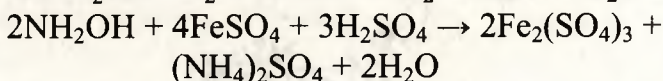
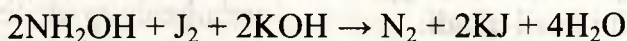
Gidroksilamin –  $\text{NH}_2\text{OH}$  oq kristall modda ( $t_{\text{suyuq.}}=33^\circ\text{C}$ ). Elektroliz jarayonida  $\text{HNO}_3$  ni vodorod atomi yordamida qaytarish natijasida hosil bo'ladi:



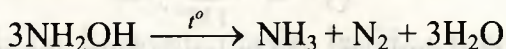
$\text{NH}_2\text{OH}$  – kuchsiz asos. Kislotalar bilan rangsiz kristallar – gidroksilammoniy tuzlarini hosil qiladi:



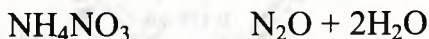
$\text{NH}_2\text{OH}$  ishqoriy muhitda kuchli qaytaruvchi, kislotali muhitda oksidlovchilik xossalarini namoyon qiladi:



$\text{NH}_2\text{OH}$  qizdirilganda oson parchalanadi:



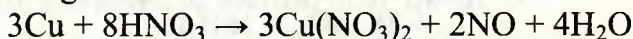
**Azotning +1, +2, +4 oksidlanish darajali birikmalari.** Azot(I) oksid (kuldiruvchi gaz) –  $\text{N}_2\text{O}$  inert gaz. U ( $\text{N}=\text{N}=\text{O}$ )  $\text{CO}_2$  ga izoelektron. Odatdagi haroratda hatto galogenlar bilan ham reaksiyaga kirishmaydi.  $\text{N}_2\text{O}$  ammoniy nitratni parchalab olinadi:



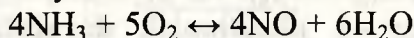
$\text{N}_2\text{O}$  tibbiyotda umumiy narkoz sifatida ishlatiladi.



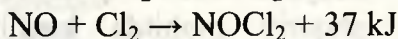
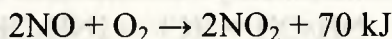
Azot(II) oksid – NO odatdagi sharoitda rangsiz gaz ( $t_{\text{suyuq.}} = -163,6^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn.}} = -151,6^{\circ}\text{C}$ ). Laboratoriyada misga suyultirilgan nitrat kislota ta'sir ettirib olish mumkin:



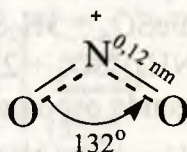
Sanoatda esa ammiak havo kislorodi ishtirokida platina katalizatori yordamida oksidlab olinadi:



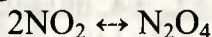
NO molekulasidagi qo'shbo'g' va donor-akseptor bog'lanish hisobiga molekula nisbatan mustahkam. Uning parchalanishi  $500^{\circ}\text{C}$  da ko'rinishi mumkin. NO kimyoviy jihatdan faol modda. Vodород bilan bo'g'uvchi aralashma hosil qiladi. Kislorod va galogenlar ta'sirida oson oksidlanadi:



Azot(IV) oksidi  $\text{NO}_2$  – qo'ng'ir tusdagi zaharli gaz ( $t_{\text{suyuq.}} = -11,2^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn.}} = 21^{\circ}\text{C}$ ). Molekulasi burchakli shaklni hosil qiladi:

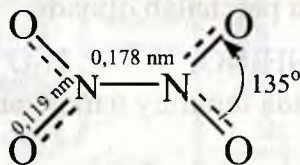


$\text{NO}_2$  molekulari gaz holatida ham dimerlanadi:

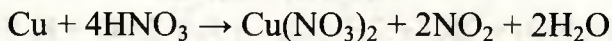


qo'ng'ir rangsiz

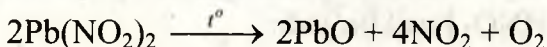
Suyuq va qattiq azot(IV) oksidi tekis  $\text{N}_2\text{O}_4$  molekularidan iborat:



Azot(IV) oksidi faol modda bo'lib, uning atmosferasida ko'mir, oltingugurt va fosfor yonadi. Laboratoriyada  $\text{NO}_2$  misga konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  ta'sir ettirib olinadi:



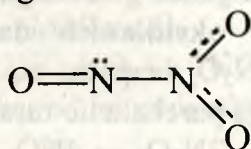
Bundan tashqari nitratlarni parchalab ham olish mumkin:



Azot(IV) oksidi nitrolovchi agent sifatida, suvsiz nitrat kislotasi olishda ishlatiladi.  $\text{N}_2\text{O}_4$  raketa yoqilg'isi oksidlovchisi sifatida foydalaniladi.

**Azotning +3 oksidlanish darajali birikmalariga** azot(III) oksid –  $\text{N}_2\text{O}_3$ , nitrit kislotasi –  $\text{HNO}_2$  va uning tuzlari ( $\text{M}(\text{NO}_2)_x$ ), azot(III) ftoridlari misol bo'ladi.

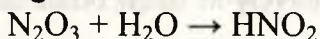
Azot(III) oksid  $\text{N}_2\text{O}_3$   $-100^\circ\text{C}$  dan past haroratda qattiq holatda barqaror kristall modda. Uning molekulyar tuzilishi quyidagicha:



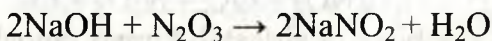
Suyuq  $\text{N}_2\text{O}_3$  havorang tusli bo'lib, oson parchalanadi:



$\text{N}_2\text{O}_3$  suvda eritilganda nitrit kislotasi hosil bo'ladi:



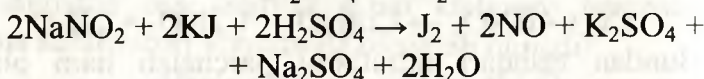
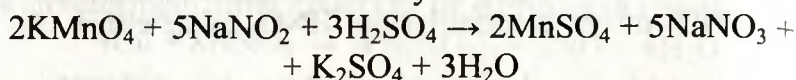
Ishqorlar bilan ta'sirlashganda esa nitritlarni hosil qiladi:



Nitrit kislotasi  $\text{HNO}_2$  faqat eritma holatida mavjud bo'lib, kuchsiz kislotasi xossasini namoyon qiladi:



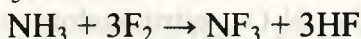
Nitrit kislota va uning tuzlari qaytaruvchilik va oksidlovchilik xossalarini namoyon etadi:



$\text{HNO}_2$  eritmasi qizdirilganda parchalanib, nitrat kislota  $\text{HNO}_3$  hosil bo'ladi:

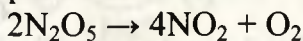


Azot(III) ftorid  $\text{NF}_3$  odatdagi sharoitda rangsiz gaz ( $t_{\text{suyuq.}} = -209^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn.}} = -129^\circ\text{C}$ ). ammiakni ftor bilan oksidlanganda  $\text{NF}_3$  hosil bo'ladi:

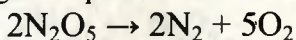


$\text{NF}_3$  kimyoviy jihatdan inert modda. U  $100^\circ\text{C}$  dan yuqoridagina kimyoviy aktivlikka ega bo'ladi. Suvda deyarli erimaydi. Uning suv bug'lari bilan aralashmasiga elektr uchquni berilganda gidrolizga uchraydi.

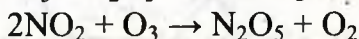
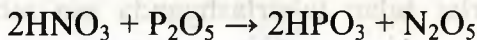
**Azotning +5 oksidlanish darajali birikmalari.** Azot(V) oksid –  $\text{N}_2\text{O}_5$  beqaror, oq kristall modda, asta-sekin  $\text{NO}_2$  va  $\text{O}_2$  ga parchalanib turadi:



$33^\circ\text{C}$  da haydalganda parchalanadi:

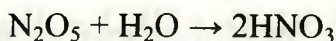


Qizdirilganda portlaydi.  $\text{N}_2\text{O}_5$  nitrat kislotani suvsizlantirish yoki  $\text{NO}_2$  ni ozon bilan oksidlash orqali olinadi:

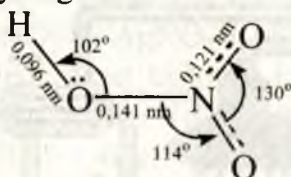


$\text{N}_2\text{O}_5$  suv bilan ta'sirlashib kimyo sanoati uchun eng muhim xomashyolardan biri bo'lgan nitrat kislota  $\text{HNO}_3$  hosil qiladi:

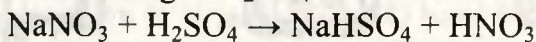




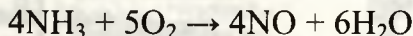
$\text{HNO}_3$  odatdagi sharoitda rangsiz, o'tkir hidli suyuqlik ( $t_{\text{suyuq.}} = -41,6^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn.}} = 82,6^\circ\text{C}$ ).  $\text{HNO}_3$  molekulasining tuzilishi quyidagicha:



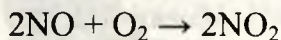
$\text{HNO}_3$  suv bilan istalgan nisbatda aralasha oladi. Uning suvdagi eritmasi kuchli kislota xossasini namoyon etib, nitrat kislota deyiladi. Laboratoriyada nitrat kislota  $\text{NaNO}_3$  ga konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:



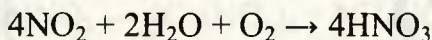
Sanoatda uch bosqichli sintez asosida olinadi: avval ammiak platina katalizatori ishtirokida  $\text{NO}$  gacha oksidlanadi:



so'ng  $\text{NO}$   $\text{NO}_2$  gacha oksidlanadi:

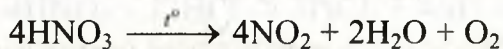


va oxirgi bosqichda havo kislorodi ishtirokida suvda eritiladi:

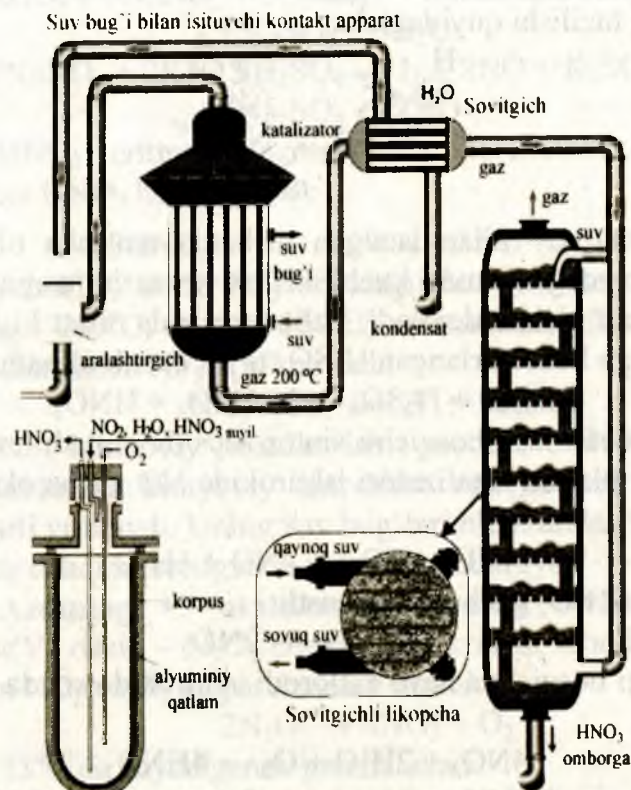
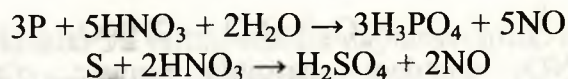


Olingan kislota eritmasining konsentratsiyasi 60% ga yetadi. Yuqori konsentratsiyali eritma olish uchun bu eritma konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan haydaladi (17.6.-rasm).

Yorug'lik va harorat ta'sirida  $\text{HNO}_3$  parchalanadi:



$\text{HNO}_3$  - kuchli oksidlovchi. U fosforni fosfat kislota gacha, oltingugurtni sulfat kislota gacha oksidlaydi:

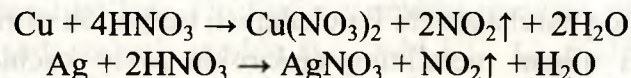


Konsentrlangan nitrat kislota sintez qiluvchi avtoklav

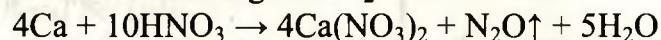
17.6.-rasm. Nitrat kislota ishlab chiqarish jarayonining umumiy sxemasi.

$HNO_3$  ning metallar bilan reaksiyasi mahsuloti kislota konsentratsiyasiga va metallning qaytaruvchilik xossasiga bog'liq:

1. Konsentrlangan nitrat kislota Mg, Mn, Zn, Co, Ni, Sn, Pb, Cu, Ag, Hg lar bilan ta'sirlashganda  $NO_2$  hosil bo'ladi:

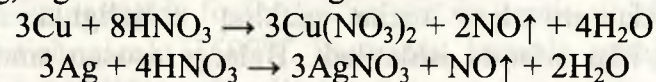


2. Konsentrlangan nitrat kislota Li, Na, Ba, K, Ca metallari bilan ta'sirlashganda  $N_2O$  hosil bo'ladi:

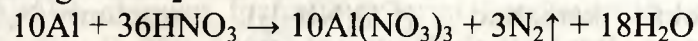


3. Konsentrlangan nitrat kislota Fe, Cr, Al bilan ta'sirlashmaydi. Bu holat metallarning  $NO_3^-$  ionlari ta'sirida passivlashishi bilan tushuntiriladi.

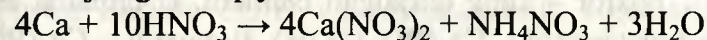
4. Suyultirilgan nitrat kislota Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, Cu, Ag, Hg lar bilan ta'sirlashganda NO hosil bo'ladi:



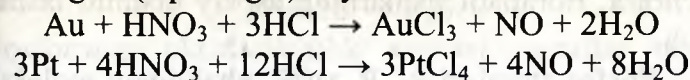
5. Suyultirilgan nitrat kislota Al, Fe, Zn lar bilan ta'sirlashganda  $N_2$  hosil bo'ladi:



6. Suyultirilgan nitrat kislota Ba, Na, Mg, Ca, Zn, Fe kabi metallar bilan ta'sirlashganda azot atomi -3 oksidlanish darajasigacha qaytariladi:



Bir mol qism  $HNO_3$  va uch mol qism HCl aralashmasi kuchli oksidlovchilik xossasini namoyon etib, hatto oltin va platinalarni ham eritadi. Bu aralashma «Shoh arog'i» (aqua regia) deyiladi:

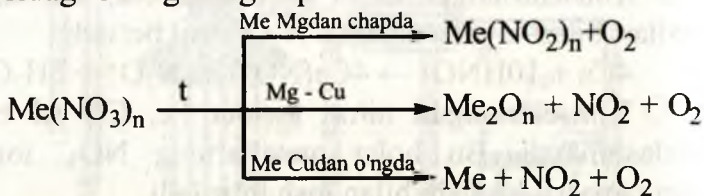


Nitrat kislota ning katta qismi mineral o'g'itlar ishlab chiqarish uchun sarflanadi. Bundan tashqari turli bo'yoqlar, sun'iy tolalar, kinoplyonkalar, portlovchi



moddalar, zargarlik uchun «shoh arog‘i», dori-darmonlar kabilar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Nitrat kisloata tuzlari suvda yaxshi eriydi, yuqori haroratda parchalanadi. Parchalanish mahsuloti nitrat tuzini hosil qilgan metallning elektrokimyoviy kuchlanishlar qatoridagi o‘rniga bog‘liq:



Azot o‘simliklar o‘shish jarayonida muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Shuning uchun tarkibida azot tutgan suvda eruvchan tuzlar qishloq xo‘jaligida mineral o‘g‘itlar sifatida ishlatiladi. Bularga asosan ammoniyli va nitrat tuzlari kiradi. Chili selitrası ( $\text{NaNO}_3$ ), kaliyli selitra ( $\text{KNO}_3$ ), ammiakli selitra ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), mochevina yoki karbamid ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), ammoniy sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) shular jumlasidandir.

### Fosfor

Fosfor – keng tarqalgan element. U tabiatda asosan gidroksoapatit –  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ , ftorapatit –  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  va fosforit uni (asosan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  dan iborat) minerallar holida tarqalgan. Bundan tashqari fosfor tirik organizmlar tarkibiga kiradi. Gidroksilapatit suyakda uchrasa, ftorapatit tishlarning asosiy qismini tashkil qiladi.

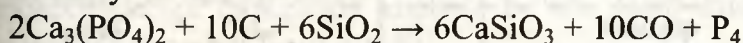
Fosfor atomlari  $\text{P}_2$ ,  $\text{P}_4$  va  $\text{P}_\infty$  shaklidagi molekularni hosil qiladi.  $\text{P}_2$  molekulari  $\text{N}_2$  ga o‘xshash tuzilishni hosil qilib,  $1000^\circ\text{C}$  dan yuqori haroratdagina mavjud bo‘ladi. Undagi P–P bog‘ining uzunligi 0,19 nm ga teng.



Suyuq va erigan holatda, shuningdek, 1000°C dan past haroratda fosfor molekulari tetraedr shaklidagi P<sub>4</sub> molekularidan iborat bo'ladi. Kondensatlansa, oq fosfor hosil bo'ladi. Oq fosfor yumshoq, rangsiz, mumsimon, juda zaharli modda (t<sub>suyuq</sub>=44,1°C, t<sub>qayn</sub>=237°C). Oq fosfor juda aktiv modda. Havoda o'z-o'zidan alanganib ketadi. Havosiz joyda qizdirish natijasida qizil fosfor hosil bo'ladi.

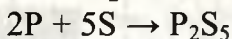
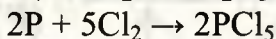
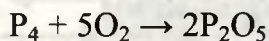
Qora fosfor atom kristall panjarali qavatlarni hosil qiladi. Qora fosfor ko'rinish jihatdan grafitga o'xshab ketadi, lekin yarimo'tkazgich xossasi jihatdan farq qiladi. Uni oq fosfordan 220°C da 1200 atm bosimida qizdirish yo'li bilan olinadi (17.7.-rasm).

Fosfor sanoatda fosforitga ko'mir va tuproq qo'shib, elektroo'choqlarda 1500°C haroratda havosiz muhitda qizdirish yo'li bilan olinadi:

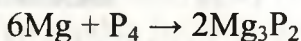


Ajralib chiqqan fosfor bug'larini kondensatlab, oq fosfor olinadi. 280–340°C haroratda qizdirish bilan qizil fosfoga aylantiriladi. Qizil fosforning asosiy qismi gugurt ishlab chiqarishga sarflanadi.

Fosfor oksidlovchilik va qaytarnuvchilik xossalarini namoyon qiladi. U kislorod, galogenlar, oltingugurt ta'sirida oson oksidlanadi:

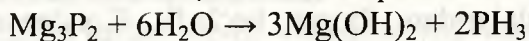


Fosforning oksidlovchilik xossasi metallar bilan reaksiyasida namoyon bo'ladi:

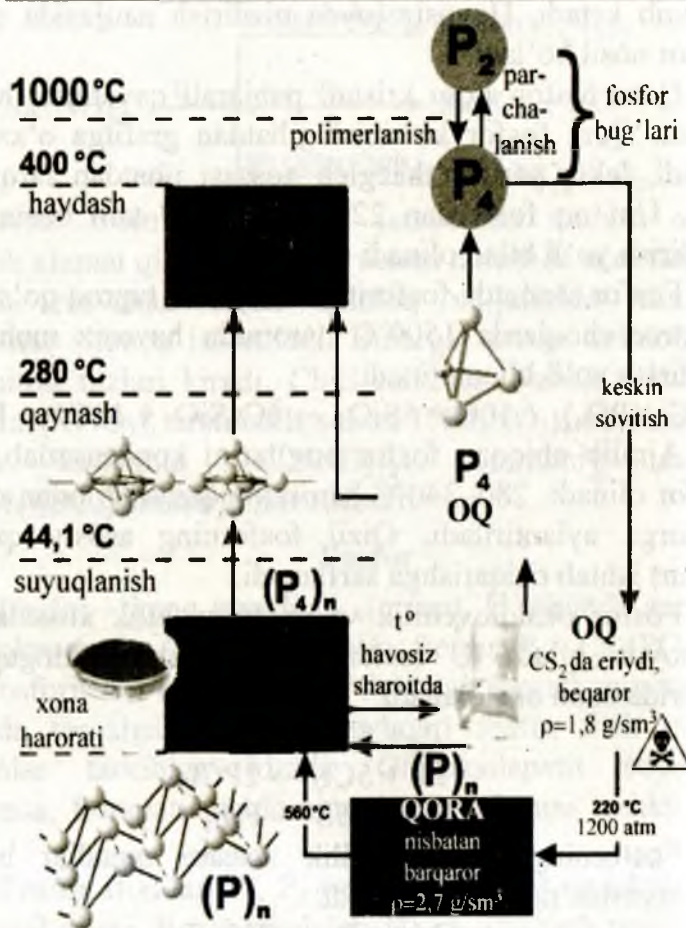


**Fosforning –3 oksidlanish darajali birikmalari.** Yuqori haroratda fosfor deyarli barcha metallarni oksid-

lab, fosfidlarni hosil qiladi. Ishqoriy-yer metallari fosfidlari tuzga o'xshash bo'lib, suvda oson parchalanadi:

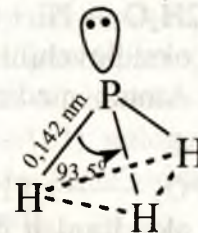


d-elementlar fosfidlari kulrang yoki qora tusli metall yaltiroqligiga ega bo'lgan yaxshi elektr o'tkazuvchan moddalardir. Ular kimyoviy jihatdan passiv.

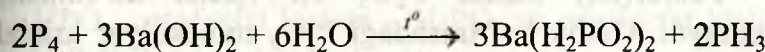


17.7.-rasm. Fosforning allotropik shakl o'zgarishlari

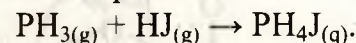
Fosforning vodorodli birikmasi  $\text{PH}_3$  – fosfin ( $t_{\text{suyuq}} = -133,8^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qayn}} = -87,42^\circ\text{C}$ ) bo'lib, trigonal piramida shaklidagi molekullardan iborat:



Fosfor amalda vodorod bilan ta'sirlashmaydi.  $\text{PH}_3$  ni fosfidlarning gidrolizi natijasida yoki fosforni ishqorlar bilan reaksiyasidan olinadi:

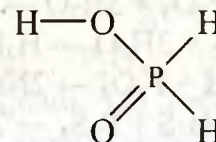


Fosfin – yoqimsiz hidli juda zaharli gaz. Fosfin molekulasining elektrodonorlik xususiyati ammiak molekulalariga qaraganda kuchsiz bo'lib, faqat kuchli kislotalar bilan tuz hosil qiladi:



Fosfoniyl tuzlari beqaror bo'lib, suv ta'sirida oson parchalanadi. Fosfin va fosfoniyl tuzlari kuchli qaytaruvchilardir.

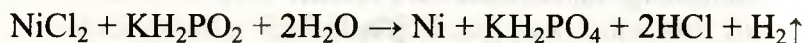
Fosforning +1 oksidlanish darajali birikmalariga gipofosfit kislotasi –  $\text{H}_3\text{PO}_2$  misol bo'ladi. Uning tuzilishi quyidagicha:



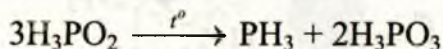
Gipofosfit kislotasi – odatdagi sharoitda rangsiz, qattiq ( $t_{\text{suyuq}} = 26,5^\circ\text{C}$ ) modda bo'lib, suvda yaxshi eriydi.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  eritmasi kuchli bir asosli kislotasi.



Gipofosfit tuzlari suvda yaxshi eriydi.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  va uning tuzlari kuchli qaytaruvchi bo'lib, fosfatgacha oksidlanadilar:

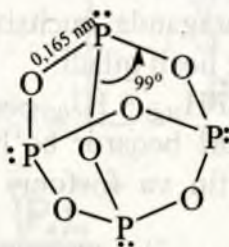


Gipofosfitlar oksidlovchilik xossasini deyarli namoyon etmaydi. Ammo qizdirilganda disproporsiyalanadi:

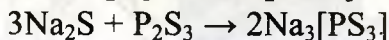
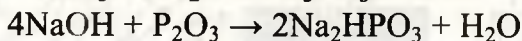
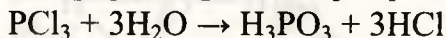
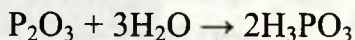


**Fosforning +3 oksidlanish darajali birikmalariga** fosfor(III) oksidi –  $\text{P}_2\text{O}_3$ , fosfor(III) galogenidlari –  $\text{P}\text{Hal}_3$  va fosfit kislotasi misol bo'ladi.

Fosfor(III) oksidi  $\text{P}_2\text{O}_3$  bir necha ko'rinishda uchraydi. Oddiy ko'rinishdagi  $\text{P}_2\text{O}_3$  molekulyar kristall panjara hosil qilib, kristall panjara tugunlarida  $\text{P}_4\text{O}_6$  molekullari joylashgan bo'ladi:



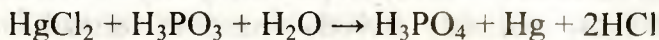
Fosfor oksidi, sulfidi va galogenidlari kislotalik xossa namoyon etadi:



$\text{H}_3\text{PO}_3$  – oddiy sharoitda rangsiz, gignoskopik, suvda yaxshi eriydigan qattiq ( $t_{\text{suyuq}} = 74^\circ\text{C}$ ) modda. Uning suvdagi eritmasi o'rta kuchli ikki asosli fosfit kislotadir. Odatda  $\text{PCl}_3$  ning gidrolizi natijasida hosil bo'ladi.



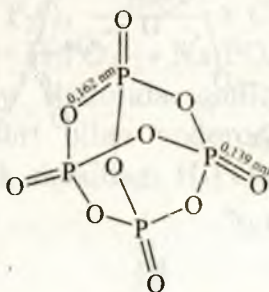
Fosfor(III) birikmalari kuchli qaytaruvchilardir. Masalan, passiv metallarni ularning eritmalaridan siqib chiqaradi:



Fosfit kislotasi galogenlar, azot(IV) oksidi va boshqa oksidlovchilar ta'sirida oksidlanib, fosfat kislota  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ni hosil qiladi. Fosfor(III) galogenidlari ftor ta'sirida oksidlanib  $\text{P}\text{Hal}_5$ , kislorod ta'sirida oksidlanib  $\text{PO}\text{Hal}_3$  birikmalarini hosil qiladi.

**Fosforning +5 oksidlanish darajali birikmalariga** fosfor(V) oksidi –  $\text{P}_2\text{O}_5$ , fosfor(V) galogenidlari –  $\text{P}\text{Hal}_5$ , fosfor(V) oksogalogenidlari –  $\text{PO}\text{Hal}_3$ , metafosfat kislota –  $\text{HPO}_3$ , ortofosfat kislota –  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va pirofosfat kislota –  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  lar misol bo'ladi.

Fosfor(V) oksid  $\text{P}_2\text{O}_5$  – turli ko'rinishlarni hosil qiladigan kislotali xossaga ega bo'lgan oksid. Uning bug' holatdagi ko'rinishi  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  tarkibli molekullardan tashkil topgan:



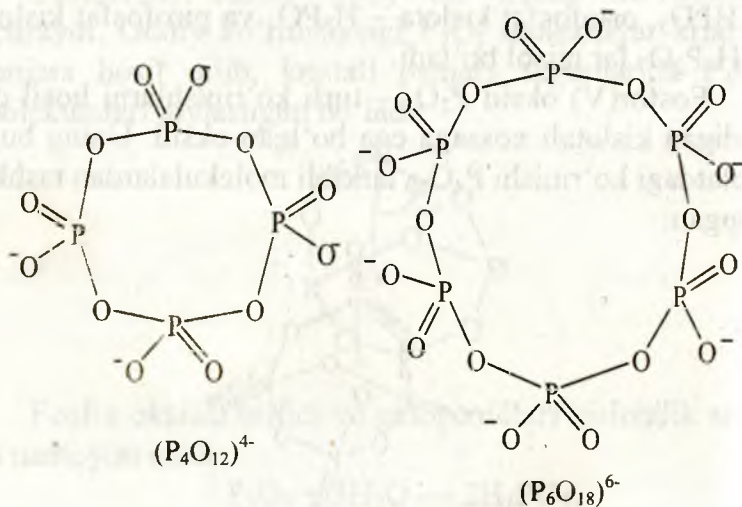
Qattiq holatdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  turli modifikatsion ko'rinishlarni hosil qiladi. Oq fosforning oksidlanishi natijasida uchuvchan modifikatsiyali  $\text{P}_2\text{O}_5$  hosil bo'ladi. U molekulyar kristall panjarali bo'lib, panjara tugunlarida  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  molekullari joylashgan. Bunday modifikatsion ko'rinishdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  suv bilan oson ta'sirlashadi. Boshqa

modifikatsiyadagi  $P_2O_5$  cheksiz joylashgan tetraedr shakldagi  $PO_4$  zanjiridan iborat bo'lib, yuqori suyuqlanish harorati ( $\approx 580^\circ C$ ) va past kimyoviy aktivlikka ega.

$P_2O_5$  fosforni havoda yondirib olinadi. Texnik mahsulot oq qorsimon massaga ega bo'lib, turli modifikatsiyadagi  $P_2O_5$  aralashmasidan iborat.

$P_2O_5$  suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Undan gazlar va suyuqliklarni suvsizlantirishda foydalaniladi.

Fosfat kislotasi turli tarkibga ega bo'ladi. Fosfat ion  $PO_4^{3-}$  turli ochiq va yopiq zanjirlarni hosil qiladi. Yopiq zanjirli fosfat ionlari metafosfatlar deyilib,  $(P_nO_{3n})^n$  tarkibga ega bo'ladi:

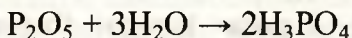


Ochiq zanjirli fosfat ionlari zanjirdagi fosfor soniga ko'ra  $PO_4^{3-}$  fosfat,  $P_2O_7^{4-}$  difosfat (pirofosfat),  $P_3O_{10}^{5-}$  trifosfat va hokazo zanjirlarni hosil qiladi. Shaunga ko'ra ularning metafosfat  $HPO_3$ , ortofosfat (fosfat)  $H_3PO_4$  va pirofosfat  $H_4P_2O_7$  tarkibli kislotalari va ularning tuzlari mavjud.

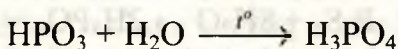
$P_2O_5$  ning oddiy sharoitda suvda eritilishidan metafosfat kislotasi hosil bo'ladi:



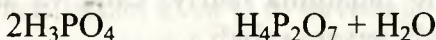
Reaksiya yuqoriroq haroratda olib borilsa, fosfat kislota hosil bo'ladi:



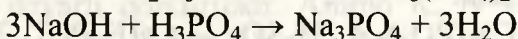
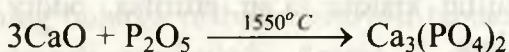
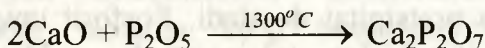
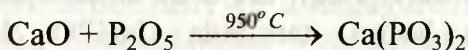
$HPO_3$  eritmasi qizdirilganda ham  $H_3PO_4$  hosil bo'ladi:



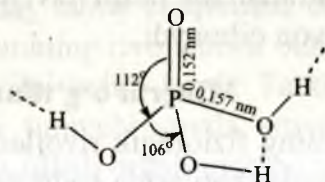
$H_3PO_4$  sekin-asta qizdirilsa, pirofosfat kislota hosil bo'ladi:



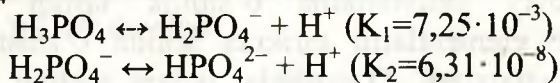
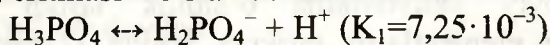
Fosfat kislota tuzlarini  $P_2O_5$  va uning kislotalariga ishqorlar yoki asosli oksidlar ta'sir ettirib olish mumkin:



$H_3PO_4$  – oddiy sharoitda qattiq ( $t_{suyuq}=42,3^oC$ ) modda bo'lib, bir-biri bilan vodorod bog'lari orqali bog'langan tetraedrik shakldagi  $H_3PO_4$  molekularidan iborat:



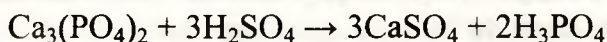
$H_3PO_4$  eritmasi – o'rtacha kuchli kislota:



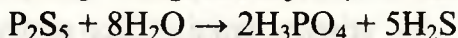
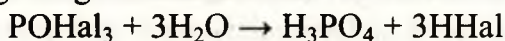




Fosfat kislotaning qiyomsimon 82 % li eritmasini fosfat minerallariga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:

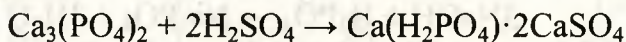


Ortofosfat kislota barcha fosfor(V) birikmalari gidrolizining oxirgi mahsulotidir:

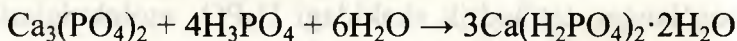


Fosfat kislota tuzlari o'rta tuz (fosfatlar) va nordon tuz (gidrofosfatlar, digidrofosfatlar) larni hosil qiladi. Fosfatlarning faqatgina natriy, kaliy va ammoniyli tuzlarigina suvda yaxshi eriydi.

Fosfatlarning katta qismi mineral o'g'itlar sifatida ishlatiladi.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  qo'sh superfosfatning asosiy qismi bo'lsa, tarkibida  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  bo'lgan aralashma pretsipitat deyiladi. Fosforit uniga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilsa, oddiy superfosfat hosil bo'ladi:



Fosforit uniga fosfat kislota ta'sir ettirilsa, qo'sh superfosfat hosil bo'ladi:



Fosfatlar nitratlardan farqli ravishda oksidlovchilik xossasini namoyon qilmaydi.

### Mineral o'g'itlar

O'simliklarning fiziologik rivojlanishi bevosita biokimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi. Bunday biokimyoviy jarayonlarda o'simlik tashqi muhitdan ko'plab elementlarni birikma holida o'zlashtiradi va ajratib chiqaradi. O'simliklar uchun muhim fiziologik

jarayon – o‘shish va rivojlanish uchun bir qancha elementlar zarur. Bunday elementlar sirasiga C, H, O, N, K, Mg, Ca, P, S va boshqa elementlarni kiritish mumkin. Lekin ularning hammasi ham bir xil miqdorda talab etilavermaydi.

↓ O‘simliklar uchun ko‘proq miqdorda zarur bo‘ladigan elementlar *makroelementlar* deyiladi. Bularga C, O, H, N, P, S, Mg, K, Ca lar kiradi.

↓ O‘simliklar uchun ozroq miqdorda zarur bo‘ladigan elementlar *mikroelementlar* deyiladi. Bularga Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co larni misol qilish mumkin.

Makroelementlardan C va O ni havodagi CO<sub>2</sub> dan, H va O ni tuproqdan va nam havodan oladigan suvdan, S, Mg va Ca larni suvda erigan kalsiy va magniy sulfatlari, xloridlari, gidrokarbonatlari va oltingugurtning boshqa suvda eruvchan birikmalaridan o‘zlashtirishi mumkin. Bu elementlar tabiatda ko‘p tarqalganligi sababli o‘simliklarning bularga nisbatan ehtiyoji tabiatning o‘zi tomonidan deyarli qondiriladi. Ammo K, N va P elementlariga bo‘lgan ehtiyoj ko‘pincha yetarli darajada qondirilavermaydi. Shuning uchun qishloq xo‘jaligida tarkibida makroelementlar tutgan tabiiy chiqindilar o‘simliklarga ozuqa sifatida qadimdan ishlatilib kelinmoqda. Bunday tabiiy chiqindilar *organik o‘g‘itlar* deyiladi. Kimyo fanining rivojlanishi bunday muammoni ham hal etish yo‘lini ochib berdi. Tarkibida makro va mikroelementlarni tutuvchi suvda eruvchan noorganik birikmalarni sintez qilish orqali qishloq xo‘jaligiga katta yordam berib kelinmoqda. Bunday noorganik moddalar *mineral o‘g‘itlar* deyiladi.

Mineral o'g'itlar tarkibida bir yoki bir nechta makroelement tutishiga qarab *oddiy* va *kompleks o'g'itlarga* bo'linadi. Tarkibida azot tutuvchi mineral o'g'itlar *azotli o'g'itlar* deyiladi. Ularga chili selitrasi  $\text{NaNO}_3$ , ammiakli selitra  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va boshqalar kiradi. Tarkibida fosfor tutuvchi o'g'itlar *fosforli o'g'itlar* deb ataladi. Bularga oddiy superfosfat –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  misol bo'ladi. Tarkibida kaliy tutuvchi o'g'itlar esa *kaliyli o'g'itlar* deb ataladi. Bularga silvinit  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$  misol bo'ladi. Kompleks o'g'itlarga ammosfos  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  misol bo'lishi mumkin. Mineral o'g'itlar samarasi tarkibidagi makroelementlarning ulushiga qarab belgilanadi. Buni hisoblash uchun esa azotli mineral o'g'it tarkibidagi makroelement massasini yoki kaliyli va fosforli mineral o'g'itga mol jihatdan to'g'ri keladigan ularning oksidi massasini mineral o'g'it vazifasini bajarayotgan birikma molyar massasiga bo'lish zarur. Masalan, kaliy xlorid  $\text{KCl}$  tarkibidagi kaliyning ozuqa miqdorini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\omega_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{K}_2\text{O}}}{M_{\text{KCl}}} \cdot 100\% = \frac{94 \cdot 0,5}{74,5} \cdot 100\% = 63,09\%$$

Bu yerda bir mol kaliy xlorid tarkibidagi kaliy elementi miqdor jihatidan yarim mol kaliy oksidida mavjud bo'ladi. Shuning uchun suratdagi  $\text{K}_2\text{O}$  molyar massasini 0,5 ga ko'paytirildi.

Azotning ozuqa miqdorini esa chili selitrasi  $\text{NaNO}_3$  dan quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\omega_{\text{N}} = \frac{m_{\text{N}}}{M_{\text{NaNO}_3}} \cdot 100\% = \frac{14}{85} \cdot 100\% = 16,5\%$$

Bundan tashqari mineral o'g'itlarning tarkibida qo'shimcha moddalar ham mavjudligi tufayli mineral



o'g'itlarning ozuqa miqdori nazariy hisobdan bir oz kamayishi kuzatilishi mumkin.

O'zbekistonda quyidagi kimyo zavodlarida ba'zi mineral o'g'itlar ishlab chiqariladi:

1. Toshkent viloyati Chirchiq shahridagi «MAXAM-CHIRCHIQ» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: ammiakli selitra, karbamid, ammoniy sulfat, ammiak, ammiakli suv.

2. Navoiy viloyati Navoiy shahridagi «NAVOIY-AZOT» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: ammiakli selitra, ammoniy sulfat.

3. Farg'ona viloyati Farg'ona shahridagi «FARG'ONAAZOT» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: ammiakli selitra, karbamid, ammiak.

4. Toshkent viloyati, Olmaliq shahrida joylashgan «AMMOFOS» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: ammofos, ammoniy gidrofosfat, superfosfat, ammoniy sulfati.

5. Samarqand viloyati Samarqand shahrida joylashgan «SAMARQANDKIMYO» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: nitrokalsiyfosfatli o'g'it (NKFO').

6. Farg'ona viloyati Qo'qon shahridagi «QO'QON SUPERFOSFAT ZAVODI» OAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: ammoniyashtirilgan superfosfat.

7. Navoiy viloyati Navoiy shahrida joylashgan «ELEKTROXIMZAVOD» QK-YoAJ. Ishlab chiqariladigan mineral o'g'itlar: superfosfat.

Quyida ba'zi mineral o'g'itlarning fizik va kimyoviy tavsiflari keltirilgan:

17.5.-jadval. Ba'zi mineral o'g'itlarning fizik va kimyoviy tavsifi

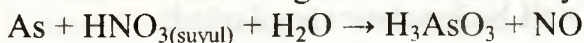
Mineral o'g'it nomi	Kimyoviy asosini tashkil etuvchi birikma formulasi	Ozuqa miqdori	Fizik tavsiflari
Azotli o'g'itlar (ozuqa miqdori N ga nisbatan)			
Chili selitrasi	$\text{NaNO}_3$	15-16%	Oqish kulrang, gigroskopik modda, suvda yaxshi eriydi.
Ammiakli selitra	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	33-35%	Oq rangli kristall modda. Juda gigroskopik, suvda yaxshi eriydi.
Ammoniy sulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20-21%	Kulrang yoki och yashil kukun. Gigroskopik, suvda yaxshi eriydi.
Karbamid (mochevina)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46%	Oq rangli donador, gigroskopik modda.
Kalsiyli selitra	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	13-15%	Kulrang donador modda
Ammiak	$\text{NH}_3$	82,3%	O'tkir hidli suyuqlik.
Ammiakli suv	$\text{NH}_3, \text{NH}_4\text{OH}$	16-20,5%	O'tkir hidli suyuqlik
Fosforli o'g'itlar (ozuqa miqdori $\text{P}_2\text{O}_5$ ga nisbatan)			
Oddiy superfosfat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	20%	Kulrang, mayda donador modda. Suvda yaxshi erimaydi.
Qo'sh superfosfat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	40%	Kulrang mayda donador modda, suvda eruvchanligi o'rt.
Ftorapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	9,25%	Och kulrang qattiq modda.
Fosforit uni	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	25-30%	Oq modda, suvda yaxshi erimaydi.
Pretsipitat	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	27-42%	Oq modda, suvda yaxshi erimaydi.
Kaliyli o'g'itlar (ozuqa miqdori $\text{K}_2\text{O}$ ga nisbatan)			
Kaliy xlorid	$\text{KCl}$	52-60%	Oq mayda kristall modda, suvda

			yaxshi eriydi.
Silvinit	KCl·NaCl	30-35%	Oq mayda kristall modda, suvda yaxshi eriydi.
Kaliy sulfat	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48-52%	Oq kristall modda, suvda yaxshi eriydi.
Kompleks o'g'itlar			
Kaliyli selitra	KNO <sub>3</sub>	44-46% K <sub>2</sub> O va 11-13% N	Oq kristall modda, suvda yaxshi eriydi.
Ammoniy digidrofosfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10-12% N va 55-60% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Oq kristall modda, suvda yaxshi eriydi.
Ammoniy gidrofosfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18-20% N va 45-50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kulrang, donador modda. Suvda yaxshi eriydi.
Ammofos	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	15-17% N va 50-55% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kulrang, donador modda. Suvda yaxshi eriydi.
Ammo-foska	Ammofos va kaliy nitrat aralashmasi	15-16% N, 35-40% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> va 11-13% K <sub>2</sub> O	Kulrang katta-katta donador modda, suvda yaxshi eriydi.

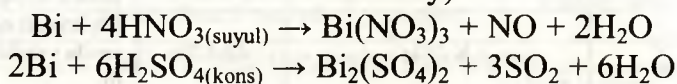
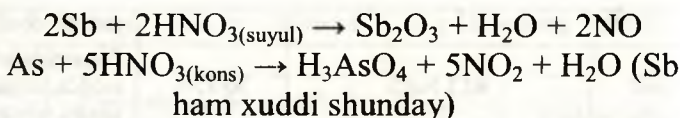
### Mishyak. Surma. Vismut

Mishyak As, surma Sb, vismut Bi lar uchun +3 va +5 oksidlanish darajalari xarakterlidir. Bug' holatida bu elementlar fosfarga o'xshab 4 atomli molekullarni hosil qiladi. Vismut – metall. Qattiq holatdagi As va Sb larning ikki xil modifikatsion ko'rinishi mavjud. Metallmas holdagi ko'rinishlariga nisbatan metall holdagi modifikatsion ko'rinishlari barqarordir. Tabiatda bu elementlar sulfidlar (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – auripigment, As<sub>4</sub>S<sub>4</sub> – realgar, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – surma yaltirog'i yoki antimonit, Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – vismut yaltirog'i yoki vismutin) holida ko'p tarqalgan.

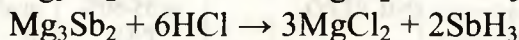
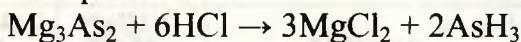
Bu elementlar qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi va kuchli oksidlovchi bo'lgan kislotalarda eriydi:







Ular ishqorlar va vodorod bilan ta'sirlashmaydi. Bu elementlarning vodorodli birikmalari quyidagi usullar yordamida hosil qilinadi:



P–Bi qatorida vodorodli birikmalarining barqarorligi keskin kamayib boradi.

AsH<sub>3</sub> va SbH<sub>3</sub> sarimsoq hidini eslatuvchi zaharli gazlardir. BiH<sub>3</sub> beqaror bo'lgani uchun kam o'rganilgan.

**As, Sb va Bi larning +3 hamda +5 oksidlanish darajali birikmalari.** As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – suvda eruvchan qattiq modda. Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lar suvda erimaydi.

Barcha oksidlar oddiy moddalarning kislorod bilan ta'siri natijasida hosil qilinishi mumkin. Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ni surmaga Suyultirilgan nitrat kislota ta'sir ettirib, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ni esa Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ni harorat ta'sirida parchalab ham olish mumkin.

E(OH)<sub>3</sub> tarkibli birikmalari As(OH)<sub>3</sub> kislotali xossa namoyon etsa, Bi(OH)<sub>3</sub> asos xossasiga ega. Sb(OH)<sub>3</sub> va Bi(OH)<sub>3</sub> lar suvda erimaydi.

As(III) va Sb(III) tuzlari (Sb<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dan tashqari) mavjud emas. Bi ning muhim tuzlaridan biri Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O dir.

Arsenit kislota – H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> faqat eritmada mavjud. Antimonit kislota H<sub>2</sub>SbO<sub>3</sub> va vusmut gidroksid paxtasi-mon oq cho'kma. Ular suvsizlanishi natijasida SbOOH va BiOOH birikmalarini hosil qiladi.

$As_2O_5$  – kislotali oksid,  $Sb_2O_5$  – amfoter oksid. Ikkala oksid ham gidratlarini suvsizlantirish yo‘li bilan olinadi. Vismut(V) oksid ma‘lum emas.

$As_2O_5$  va uning kislotalari fosfor kislotalariga o‘xshash bo‘ladi.  $H_3AsO_4$  yaxshi eruvchan, kuchi jihatdan  $H_3PO_4$  ga yaqin kislota.

$Bi(III)$  tuzlariga kuchli oksidlovchilar ta’sir ettirib,  $Bi(V)$  tuzlarini hosil qilish mumkin:



$Bi(V)$  birikmalari kuchli oksidlovchi,  $As(III)$  birikmalari esa qaytaruvchi xossalriga ega.

#### 17.4. VI guruh p-elementlari

VI guruh p-elementlariga kislorod – O, oltigugurt – S, selen – Se, tellur – Te va poloniy – Po lar kiradi. Bular ichida Po metall xossalarni namoyon etadi va radioaktiv modda bo‘lgani uchun keyinchalik o‘rganilmaydi. Kislorod VII guruh p-elementi ftor singari o‘zining boshqa analoglariga nisbatan butunlay farqli xossalarni namoyon etadi. Kislorod oddiy sharoitda gaz, oltigugurt, selen, tellur qattiq moddalar. Bu elementlarning barchasi umumiy nom bilan xalkogenlar deyiladi. Barcha xalkogenlar uchun allotropiya hodisasi xarakterlidir. Xalkogenlarning kimyoviy aktivligi galogenlardan ko‘ra pastroq. Buni xalkogenlarning birikma holda bo‘lishidan tashqari erkin holda ham tarqalganligi tasdiqlaydi. Erkin holda tarqalgan xalkogenlar molekulasida qo‘shbog‘ning bo‘lishi ularning inertligini yanada oshiradi. Xalkogenlarda (ayniqsa, oltigugurtda) zanjir tuzilishli molekularlar ( $H-O-O-H$ ,  $H-S-S-S-H$ ,  $-Se-Se-(SeO_2)_x$  v.b.) hosil qilish yaqqol namoyon bo‘ladi. Kislorod uchun turg‘un oksidlanish darajasi –2

bo'lsa, boshqa xalkogenlar birikmalarda  $-2$ ,  $+4$ ,  $+6$  oksidlanish darajalarini namoyon qiladi.

*17.6.-jadval. VI guruh p-elementlarining umumiy xossalari*

Element \ Xossalari	$^8\text{O}$	$^{16}\text{S}$	$^{34}\text{Se}$	$^{52}\text{Te}$	$^{84}\text{Po}$
Elektron tuzilishi	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$	$4s^2 4p^4$	$5s^2 5p^4$	$6s^2 6p^4$
Zichligi, $\text{g}/\text{sm}^3$	0,0014	2,08	4,79	6,25	9,32
Suyuqlanish harorati, K	54,2	382	490	722,8	527
Qaynash harorati, K	90,0	717,6	1158	1263	1235
Kovalent radiusi, nm	0,066	0,104	0,117	0,136	0,146
Ion ( $\text{E}^-$ ) radiusi, nm	0,136	0,152	0,193	0,221	0,067
Ionlanish energiyasi, eV	13,62	10,36	9,75	9,01	8,43
Elektronga moyillik, eV	1,47	2,08	2,02	1,96	1,32
Nisbiy elektromanfiylik (Poling)	3,5	2,5	2,4	2,1	2,0
Birikmalardagi oksidlanish darajalari	$-2$	$-2,$ $+2,$ $+4,$ $+6$	$-2, +2,$ $+4, +6$	$-2, +2,$ $+4, +6$	$-2,$ $+2,$ $+4, +6$
Yer qobig'idagi ulushi, %	47	$3 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-15}$

Xalkogenlarning ko'plab birikmalari oksidlovchilardir. Ular orasida asosiylari  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  va konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Xalkogenlarning muhim birikmalari quyidagilar:



17.7.-jadval. Xalkogenlarning muhim birikmalari

Kislorod	Oltinugurt	Selen	Tellur
O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	S	Se	Te
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S, M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> S,	H <sub>2</sub> Se,	H <sub>2</sub> Te
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> Se	TeO <sub>2</sub>
E <sub>2</sub> O <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ,	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> ,	TeF <sub>4</sub>
tipidagi	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , SOCl <sub>2</sub> ,	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub> ,
oksidlar	SOBr <sub>2</sub> , SF <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> ,	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>
Peroksidlar	SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,	M <sup>+2</sup> SeO <sub>4</sub>	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub> ,
	SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , SF <sub>6</sub> ,		Hg <sub>3</sub> TeO <sub>6</sub>
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O,		KTeO(OH) <sub>8</sub>
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O,		
	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O		
	v.b.		
	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ,		
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>		
	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,		
	M <sup>+1</sup> <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	(Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> v.b.)		
	M <sub>2</sub> S <sub>x</sub> O <sub>6</sub>		
	(MgS <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ,		
	Na <sub>2</sub> S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> v.b.)		

Izoh: Bu yerda M – metall.

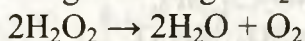
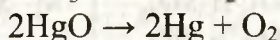
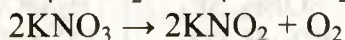
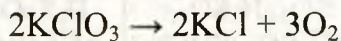
### Kislorod

Kislorodning uchta tabiiy izotoplari mavjud: <sup>16</sup>O (99,76%), <sup>17</sup>O (0,04%) va <sup>18</sup>O (0,2%). Barcha agregat holatda molekula ikki atomdan iborat. Kislorod – Yer yuzida eng keng tarqalgan element.

Kislorod – gaz holatida allotropik shakl o‘zgarishi (ozon O<sub>3</sub>) ga ega bo‘lgan yagona element. Kislorodning qo‘zg‘algan holatdagi xarakterli birikmalari peroksidlar

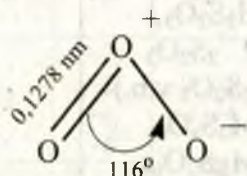
( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$  v.b.), superoksidlar ( $\text{KO}_2$ ), ozonidlar ( $\text{KO}_3$ ) dir.

Sanoatda kislorod suyuq havoni fraksion haydash orqali olinadi. Toza kislorodni suvni elektroliz qilib olish mumkin. Laboratoriyada beqaror kislorodli birikmalarni parchalash yo'li bilan olish mumkin:

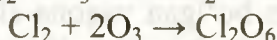
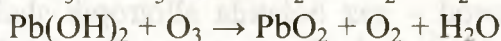
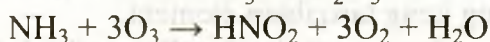
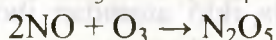
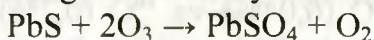


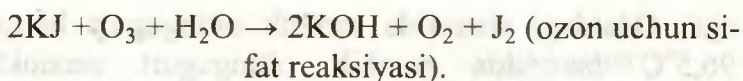
Kislorod hayotda va texnikada katta ahamiyat kasb etadi. Tabiiy jarayonlarning deyarli 99 % qismi kislorod ishtirokida sodir bo'ladi. Nafas olish, yonish, korrozsiya shular jumlasidandir.

**Ozon.** Ozon molekulasini burchakli shakl hosil qiladi:

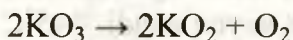


Normal sharoitda ozon havo rangli gaz. Suyuq ozon – ko'k rangli. Ozonning suyuqlanish harorati  $-192,85^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi,  $-111,9^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Ozon kuchli oksidlovchi ( $E^0=2,07$  V). U hatto oltin, platina va iridiyni ham oksidlay oladi. Sulfidlarni sulfatgacha, ammiakni nitrit kislotasigacha oksidlay oladi:

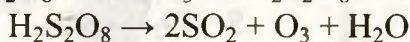
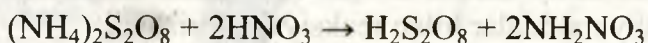




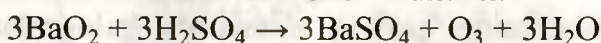
Ozonning ishqoriy metallarga ta'siri natijasida beqaror ozonidlar hosil bo'ladi. Ular osongina superoksid va kislorodga parchalanadi:



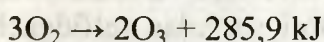
Kisloroddan tinch elektr uchquni o'tkazib ozon olish mumkin. Bunday usulda ozon hosil qiladigan asbob ozonator deyiladi. Laboratoriya sharoitida ammoniy persulfatni nitrat kislota bilan ta'siri asosida olish mumkin:



Bundan tashqari bariy peroksidga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin:



Tabiatda ozon quyoshdan keladigan ultrabinafsha nurlar ta'sirida hosil bo'ladi:



Barqaror ozon qatlami yer sathidan taxminan 22 km balandlikda joylashgan. Bu ozon qatlami Yerni hayot uchun xavfli bo'lgan toza ultrabinafsha nurlardan himoya qiladi.

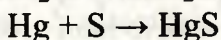
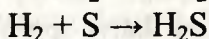
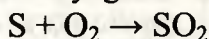
## Oltinugurt

Oltinugurt tabiatda erkin holatda ham, birikma holatda ham uchraydi. Birikmalari asosan sulfatlar ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – gips,  $\text{CaSO}_4$  – angidrit,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – taxir tuz,  $\text{BaSO}_4$  – og'ir shpat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – glauber tuzi v.b.), sulfidlar ( $\text{FeS}_2$  – temir kolchedani, pirit,  $\text{CuFeS}_2$  – mis kolchedani,  $\text{PbS}$  – qo'rg'oshin yaltirog'i,  $\text{ZnS}$  – rux aldamasi,  $\text{HgS}$  – kinovar) holida tarqalgan. Oltinugurt bir necha allotropik shakl o'zgarishlariga

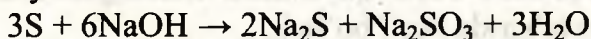


ega. Odatdagi sharoitda rombik oltingugurt barqaror. 96,5°C haroratda rombik oltingugurt monoklinik oltingugurtga o'tadi. Oltingugurt bug'lari tarkibida S<sub>8</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>4</sub> va S<sub>2</sub> molekulari mavjud bo'ladi. Oltingugurt suvda erimaydi, lekin uglerod sulfidi – CS<sub>2</sub> da yaxshi eriydi. 119°C da suyuqlanadi, 445°C da qaynaydi. Suyuq oltingugurt sovuq suvga solinsa, plastik oltingugurt hosil bo'ladi (17.8.-rasm).

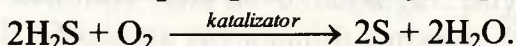
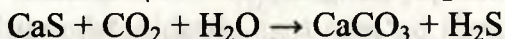
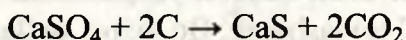
Odatdagi sharoitda oltingugurt inert bo'lib, faqat fluor bilan ta'sirlashadi. Yuqori haroratda esa deyarli barcha oddiy moddalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Ishqorning qaynoq eritmasida galogenlar singari disproporsiyalanadi:

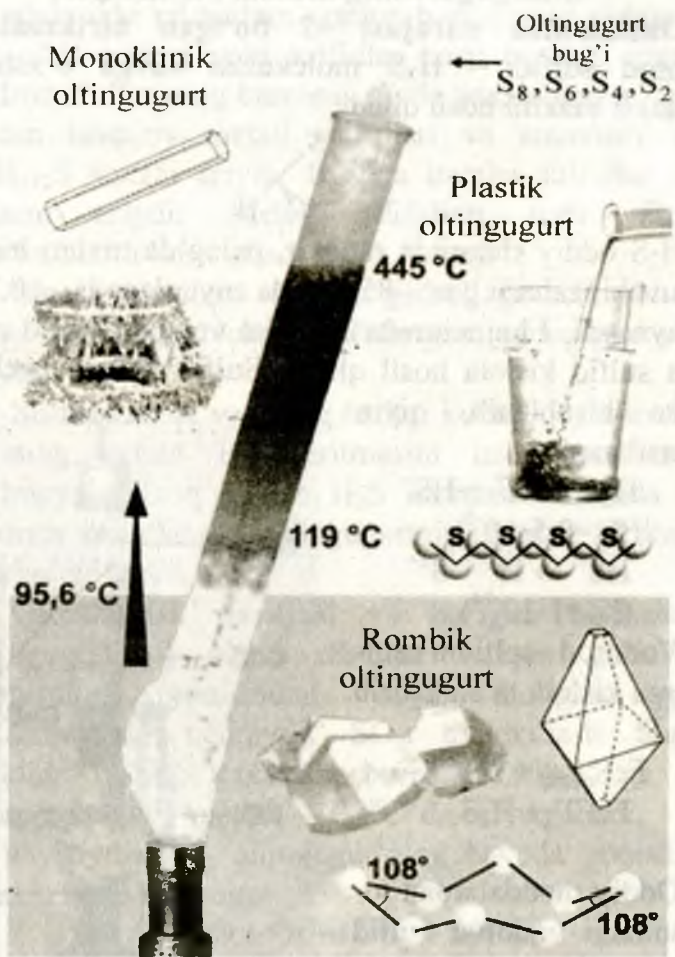


Oltingugurtning sulfatlar sulfidgacha qaytarib, so'gra uni oksidlab olish mumkin:



Toza oltingugurt erkin holdagi topilmalarini tozalab olinadi.

Erkin holdagi oltingugurt qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, dori-darmonlar olishda, qora porox tayyorlashda va turli buyumlarni qoraytirishda keng foydalaniladi.

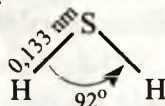


17.8-rasm. Oltingugurtning allotropik shakl o'zgarishlari.

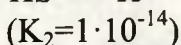
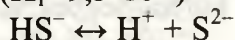
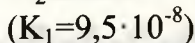
## Oltungugurtning muhim birikmalari

### Oksidlanish darajasi $-2$ bo'lgan birikmalari.

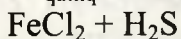
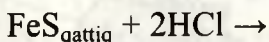
Vodorod sulfid –  $H_2S$  molekulasi suvga o'xshash burchakli shaklni hosil qiladi:



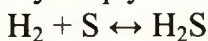
$H_2S$  oddiy sharoitda rangsiz, palag'da tuxum hidini eslatuvchi, zaharli gaz.  $-85,7^\circ C$  da suyuqlanadi,  $-60,7^\circ C$  da qaynaydi. 1 hajm suvda 2,5 hajm vodorod sulfid eriydi va sulfid kislota hosil qiladi. Sulfid kislota kuchsiz kislota hisoblanib, qiyin dissotsilanadi:



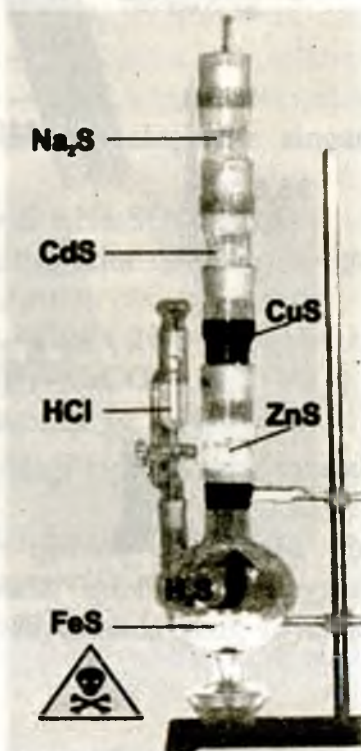
Vodorod sulfidni sulfidlarga kislota ta'sir ettirib olinadi:



Oddiy moddalardan toza holdagi vodorod sulfid olish mumkin emas. Oddiy sharoitda reaksiya sodir bo'lmaydi. Yuqori haroratda esa jarayon qaytardir:



Sulfidlar – sulfid kislotasining tuzlari. Sulfid



17.9.-rasm. Ba'zi sulfidlarning rangi



kislotasining ikki bosqichli dissotsatsilanishiga bog'liq ravishda ikki xil tuzlari: nordon tuzlari yoki gidrosulfidlar, o'rta tuzlari yoki sulfidlar hosil bo'lishi mumkin. Gidrosulfidlar-ning barchasi suvda yaxshi eriydi. Sulfidlardan ishqoriy metall sulfidlari va ammoniy sulfid  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  yaxshi eriydi. Boshqa barcha sulfidlar suvda yomon eriydi. Metall sulfidlari turli rangdagi cho'kmalarni hosil qiladi (17.9.-rasm).

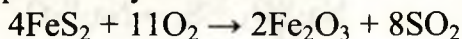
Suvda eruvchan sulfidlar gidrolizga uchrashi oson. Faqat yomon eruvchan sulfidlargina gidrolizga uchramaydi.

Sulfid kislota va uning tuzlari kuchli qaytaruvchidir. Shuning uchun  $\text{H}_2\text{S}$  eritmasini uzoq vaqt saqlab bo'lmaydi. Uzoq turgan  $\text{H}_2\text{S}$  eritmasi tarkibida havota'sirida oksidlangan oltingugurtning yuqori birikmalari mavjud bo'ladi.

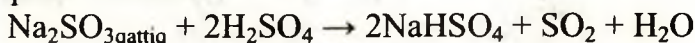
**Oksidlanish darajasi +4 bo'lgan birikmalari.** Oltingugurt(IV) oksid tabiatda vulqon gazlari va ko'mirning yonishidan hosil bo'lgan gazlar aralashmasida uchraydi.  $\text{SO}_2$  molekulash burchak shaklida bo'lib, molekula burchagi  $109,5^\circ$  ga teng. Oltingugurt(IV) oksidi  $-71,3^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi,  $-10^\circ\text{C}$  da qaynaydi.  $\text{SO}_2$  oltingugurtning havoda yonishi natijasida hosil bo'ladi:



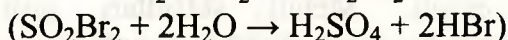
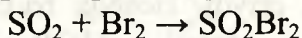
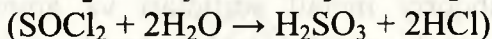
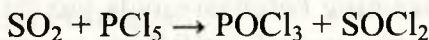
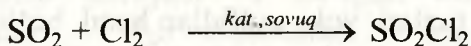
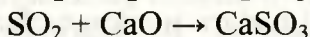
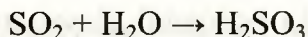
Sanoatda piritni kuydirib olinadi:



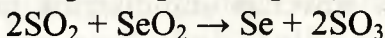
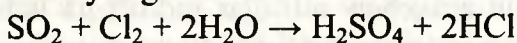
Laboratoriya sharoitida quyidagi reaksiyalar asosida hosil qilish mumkin:



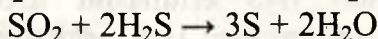
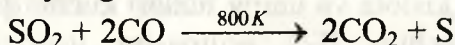
Oltingugurt dioksid birikish reaksiyasiga:



oksidlanish reaksiyasiga:

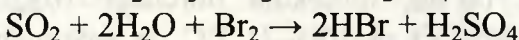
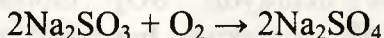


qaytarilish reaksiyasiga:

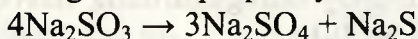


kirishadi.

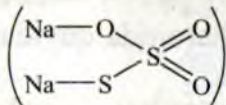
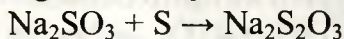
$\text{SO}_2$  ga to'g'ri keladigan sulfit kislotasi –  $\text{H}_2\text{SO}_3$  uning nordon tuzlari – gidrosulfitlar kabi faqatgina eritmada mavjud.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  – nisbatan kuchsiz kislotasi. Oltingugurtning barcha +4 oksidlanish darajali birikmalari kuchli qaytaruvchilardir:



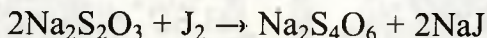
Sulfitlar qizdirilganda disproporsiyalanadi, masalan:



$\text{Na}_2\text{SO}_3$  ning oltingugurt suspenziyasi bilan aralashmasi qaynatilganda natriy tiosulfat hosil bo'ladi:

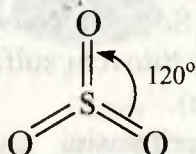


$H_2S_2O_3$  – tiosulfat kislota o'rta kuchli kislota hisoblanadi. Tiosulfatlar kuchli qaytaruvchilardir, masalan:

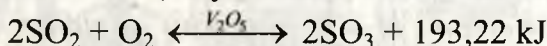


$SO_2$  organik bo'yoqlarni rangsizlantiradi, mikroorganizmlarni o'ldiradi. Qishloq xo'jaligida, suyuq  $SO_2$  dan esa neftni tozalashda foydalaniladi.

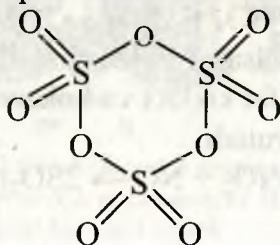
**Oksidlanish darajasi +6 bo'lgan birikmalari.** Oltinugurt(VI) oksidi –  $SO_3$  molekulasida tekislikda yotuvchi teng yonli uchburchak shaklini hosil qiladi:



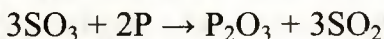
$SO_2$  kislorod bilan ta'sirlashib  $SO_3$  hosil qilishi qiyin. Reaksiyani tezlatish uchun katalizatoridan (Pt, vanadiy(V) oksidi, temir) foydalaniladi:



$SO_3$  – moysimon suyuqlik bo'lib,  $17^\circ C$  da oq kristallga aylanadi,  $45^\circ C$  da esa qaynaydi. Qattiq holatda  $SO_3$  molekulari halqa holatida assotsilanadi:

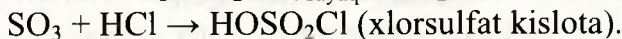
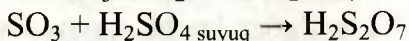
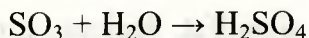


$SO_3$  kuchli oksidlovchi. Fosfor unda alanganib ketadi:



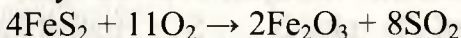
$SO_3$  molekulasida birikish reaksiyasiga oson kirishadi:





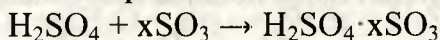
Sulfat kislota –  $\text{H}_2\text{SO}_4$  moysimon qiyin bug‘lanuvchan suyuqlik. U  $10^\circ\text{C}$  da kristall holga o‘tadi,  $336^\circ\text{C}$  da qaynaydi.

Sulfat kislota olishning xomashyosi pirit bo‘lib, avval uni havoda kuydiriladi:

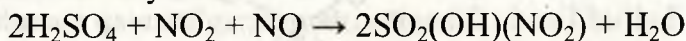


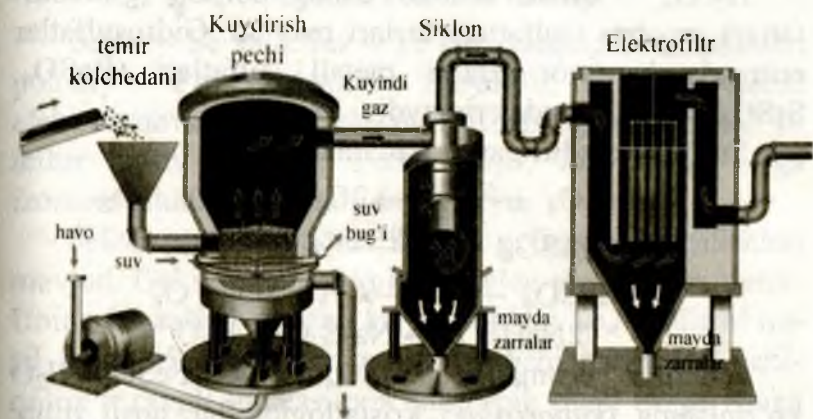
Olingan  $\text{SO}_2$  tozalanadi va katalitik usulda  $\text{SO}_3$  gacha oksidlanadi. So‘ngra konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan o‘tkaziladi. Natijada tutovchi sulfat kislota (oleum) hosil bo‘ladi (17.10.-rasm).

Sulfat kislota eritmasini tayyorlash uchun oleum suyultiriladi. Sulfat kislotaning erish issiqligi yuqori bo‘lganligi sababli suyultirishda ehtiyot bo‘lish zarur va hech qachon sulfat kislotaga suv qo‘shmaslik lozim. *Konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – kuchli oksidlovchi.*  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uchun birikish reaksiyasi xarakterli. U suvni kuchli biriktirib oladi (gigroskopik xususiyat). Bundan tashqari  $\text{SO}_3$  ni ham cheksiz miqdorda biriktirishi mumkin:

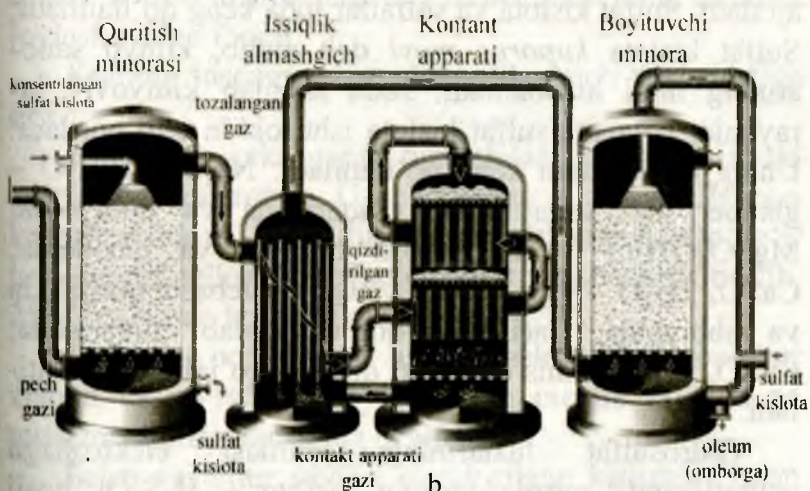


Agar  $x=1$  bo‘lsa, u holda disulfat kislota –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $x=2$  bo‘lsa, trisulfat kislota va hokazo. Sulfat kislota azot oksidlarini ham yutadi:





a



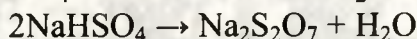
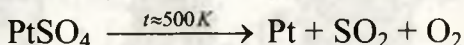
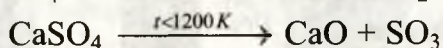
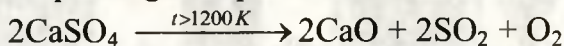
b

17.10.-rasm. Sulfat kislotada ishlab chiqarish jarayonining umumiy sxemasi: a) piritni kuydirish va  $SO_2$  ni tozalash, b)  $SO_2$  ni oksidlash va sulfat kislotada eritish

O'zbekistonda birinchi oltingugurt koni 1932-yilda Sho'rsuvda aniqlangan. Hozirda Toshkent viloyati Olmaliq shahrida joylashgan «Ammofos» OAJ da sulfat kislotada ishlab chiqariladi.

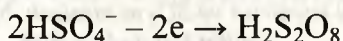
$H_2SO_4$  – kuchli kislota. Uning nordon (gidrosulfatlar) va oʻrta (sulfatlar) tuzlari mavjud. Gidrosulfatlar eritmada barqaror. Baʼzi metall sulfatlari ( $BaSO_4$ ,  $SrSO_4$ ,  $PbSO_4$ ) suvda erimaydi.

Sulfatlar qizdirilganda parchalanadi:

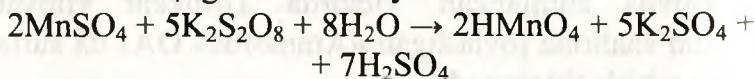


Sulfatlar eritmadan  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  koʻrinishida (*kuporoslar*) kristallogidratlar hosil qilib, ajraladi. Sulfat kislota va sulfatlar juda keng qoʻllaniladi. Sulfat kislota *kuporos moyi* deb atalib, kimyo sanotining noni hisoblanadi. Juda koʻplab kimyoviy jayronlar bevosita sulfat kislota ishtirokida olib boriladi. Uning tuzlari ham keng qoʻllaniladi:  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  – glauber tuzi soda ishlab chiqarishda va tibbiyotda;  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  – achchiqtosh tibbiyot va tabobatda;  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – gips,  $2CaSO_4 \cdot H_2O$  – alebastr qurilishda va tibbiyotda;  $Ca(HSO_4)$  qogʻoz ishlab chiqarishda;  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  – mis kuporosi qishloq xoʻjaligida ishlatiladi.

Gidrosulfat tuzlarining eritmasi elektrolizga uchratilganda *peroksidosulfat kislota* –  $H_2S_2O_8$  hosil boʻladi:



$H_2S_2O_8$  va uning tuzlari kuchli oksidlovchi boʻlib,  $Mn^{+2}$  ni  $MnO_4^-$  gacha oksidlaydi:





## Selen. Tellur. Poloniy

Selen – Se va tellur – Te kam tarqalgan elementlar, poloniy – Po esa kamyob metallidir. Ularning valent elektron qavati  $ns^2np^6$  elektron tuzilishiga ega. Selen va tellur tabiiy sulfidlar  $FeS_2$ ,  $Cu_2S$ ,  $ZnS$  bilan birga izomorf aralashmalar holida uchraydi.

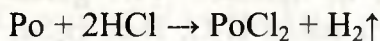
*Selenning* oltingugurt singari polimorf ko‘rinishlari mavjud. Geksagonal va kulrang selen nisbatan barqaror. Uning kristallari zig-zag ko‘rinishidagi  $Se_\infty$  zanjirini hosil qiladi. Suyuq selen tez sovutilishi natijasida qizil-qo‘ng‘ir rangli shishasimon allotropik shakl o‘zgarishiga o‘tadi. U turli uzunlikdagi  $Se_\infty$  molekulalarining tartibsiz joylashuvidan iborat.

Kulrang tusdagi selen yarimo‘tkazgich xususiyatiga ega.

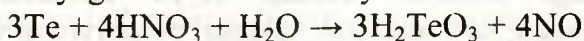
*Tellurning* geksagonal tuzilishdagi allotropik shakl ko‘rinishi barqarordir. U och kulrang tusli metallsimon kristall modda. Tellur ham yarimo‘tkazgich. Qo‘ng‘ir tusli amorf tellur amorf selendan ko‘ra beqaror bo‘lib,  $25^\circ C$  haroratda kristall holatga o‘tadi.

*Poloniy* – och kulrang tusli yumshoq, fizik xossalari vismut va qo‘rg‘oshinni eslatuvchi metall. U uran va toriy minerallari tarkibida uchraydi.

Selen va tellur suv va suyultirilgan kislotalar bilan ta’sirlashmaydi. Poloniy xlorid kislota bilan metallar singari ta’sirlashadi:



Tellur va selen nitrat kislotasi bilan metallmaslar singari reaksiyaga kirishadi. Poloniy esa metall kabi:

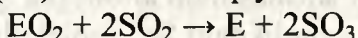


Se va Te qaynoq ishqor eritmasi bilan oltingugurt singari reaksiyaga kirishadi:

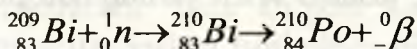


Selen, tellur va poloniy kislorod va galogenlar bilan qizdirilganda oson oksidlanadi. Suyuqlantirilganda metallar bilan ta'sirlashadi.

Selen va tellurni sulfat kislota ishlab chiqarish jarayonida elektrofiltr va siklonda to'plangan chiqindi zarralaridan ajratib olinadi. Buning uchun chiqindi va chang zarralari  $MnO_2$  bilan oksidlanadi. Hosil bo'lgan  $SeO_2$  va  $TeO_2$  oltingugurt(IV) oksid bilan qaytariladi:



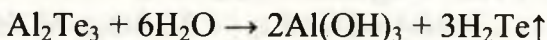
$^{210}Po$  vismutni neytronlar bilan nurlantirish orqali sintez qilinadi:



Selen va tellur yarimo'tkazgichlari optik va signal asboblari uchun fotoelementlar tayyorlashda ishlatiladi.  $^{210}Po$  izotopi alfa zarrachalar manbasi sifatida ishlatiladi.

**Selen, tellur va poloniyni -2 oksidlanish darajasidagi birikmalari** selenid, tellurid va polonidlar misolida namoyon bo'ladi. Ularning vodorod bilan hosil qilgan birikmalari  $H_2Se$ ,  $H_2Te$ ,  $H_2Po$  qatorida kislotalik xossa ortib boradi. Selenidlar va telluridlarning katta qismi yarimo'tkazgichlardir. Aynan rux guruhchasi elementlarining selenidlari va telluridlari yarimo'tkazgich sifatida keng qo'llaniladi. VIA guruh elementlarining vodorodli birikmalari  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$ ,  $H_2Po$  qatorida bog'lanish uzunligi ortib, molekulaning barqarorligi kamayib boradi.  $H_2Te$  unchalik yuqori bo'lmagan haroratda parchalansa, poloniyni vodorodli birikmasi hosil bo'lishi bilan parchalanib ketadi.  $H_2Se$  va

H<sub>2</sub>Te larni metall selenidlari yoki telluridlariga suv yoki kislotalar ta'sir etib olinadi. Masalan:



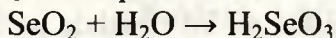
Selenid kislota H<sub>2</sub>Se va tellurid kislota H<sub>2</sub>Te lar kuchsiz kislotalar bo'lishiga qaramay sulfid kislota H<sub>2</sub>S dan kuchli. Bu holat ularning bog'lanish energiyalarining kamayishi va H-E bog'ining oson uzilishi bilan tushuntiriladi.

H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te qatorda kislotalik xossa ortishi bilan qaytarivchilik xossasi ham ortib boradi. H<sub>2</sub>Se va uning tuzlari zaharlidir.

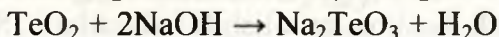
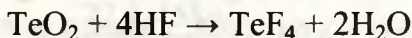
**Selen, tellur va poloniyning +4 oksidlanish darajasidagi birikmalari** selen, tellur va poloniylarning dioksidlari (EO<sub>2</sub>), tetragalogenidlari (EHal<sub>4</sub>), anion komplekslari (EO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, EHal<sub>6</sub><sup>2-</sup>) ko'rinishida bo'ladi. Bundan tashqari poloniyning Po(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Po(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> kabi birikmalari ham mavjud.

SO<sub>2</sub> dan farqli ravishda SeO<sub>2</sub>, TeO<sub>2</sub> va PoO<sub>2</sub> lar polimer tuzilishidagi kristall moddalar. Ushbu qatorda oksidlarning kislotalik xossasi kamayib boradi.

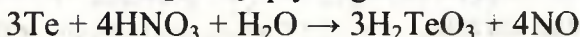
SeO<sub>2</sub> kislotali oksid bo'lib, suvda oson eriydi va selenit kislota H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> hosil qiladi:



TeO<sub>2</sub> suvda erimaydi, ammo amfoterlik xossasi tufayli kislota va asoslar bilan oson ta'sirlashadi:



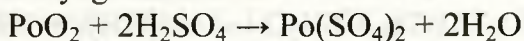
Tellurit kislota H<sub>2</sub>TeO<sub>3</sub> quyidagi usulda olinadi:



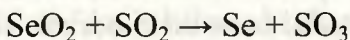
Selenit va telluritlar sulfitlar singari suvda erivchanligi yomon. PoO<sub>2</sub> ishqorlar bilan faqat suyuqlantiril-



ganda ta'sirlashadi. Kislotalar bilan esa asosli oksid singari oson reaksiyaga kirishadi:



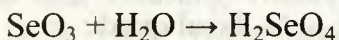
$\text{H}_2\text{SO}_3$  dan farqli ravishda  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  erkin holatda mavjud. U qattiq modda bo'lib,  $70^\circ\text{C}$  da suvni yo'qotib  $\text{SeO}_2$  ga aylanadi.  $\text{SeO}_2$  selenitlarda oksidlovchilik xossasi qaytaruvchilik xossasiga nisbatan yaqqolroq namoyon bo'ladi. Masalan,  $\text{SO}_2$  ni ham oson oksidlay oladi:



Selen, tellur va poloniylarning +4 oksidlanish darajasidagi birikmalarini faqat kuchli oksidlovchilargina oksidlay oladi.

**Selen, tellur va poloniyning +6 oksidlanish darajasidagi birikmalari.** Selen(VI) va tellur(VI) oksidlari va ftoridlari ma'lum. Poloniy(VI) birikmalari beqaror.

Selen(VI) oksid  $\text{SeO}_3$   $118,5^\circ\text{C}$  da suyuqlanadigan,  $185^\circ\text{C}$  da parchalanadigan oq rangli qattiq modda bo'lib, shishasimon va asbestsimon ko'rinishlari mavjud. Suv bilan kuchli ta'sirlashib, selenat kislota  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  hosil qiladi:



$\text{TeO}_3$  ham ikki xil ko'rinishda bo'ladi. Suvda amalda erimaydi. Lekin ishqorlar bilan oson ta'sirlashadi.

Selen va tellurning yarimo'tkazgich xossalardan tashqari kimyoviy sintezda, xususan selenorganik va tellurorganik birikmalar olishda ishlatiladi. Selen va tellurning ko'plab birikmalari zaharli. Poloniy radioaktivlik jihatidan zararli.

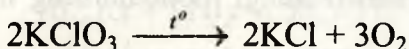
**Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari**

**1-misol.** Massasi 53,95 g  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$  va  $\text{KNO}_3$  tuzlari aralashmasi qizdirilganda 6,72 l kislorod ajralib chiqdi. Aralashmada  $\text{KClO}_3$  va  $\text{KNO}_3$  larning mol miqdorlari teng bo'lsa, aralashmaning massa tarkibini aniqlang.

- A) 12,25 g  $\text{KClO}_3$ , 31,6 g  $\text{KMnO}_4$ , 10,1 g  $\text{KNO}_3$ ;
- B) 10,25 g  $\text{KClO}_3$ , 31,6 g  $\text{KMnO}_4$ , 12,1 g  $\text{KNO}_3$ ;
- C) 12,25 g  $\text{KClO}_3$ , 15,8 g  $\text{KMnO}_4$ , 20,2 g  $\text{KNO}_3$ ;
- D) 24,5 g  $\text{KClO}_3$ , 15,8 g  $\text{KMnO}_4$ , 10,1 g  $\text{KNO}_3$ .

**Yechish:**

$\text{KClO}_3$  va  $\text{KNO}_3$  larning mol miqdorlari tengligini hisobga olgan holda ularni  $y$  bilan,  $\text{KMnO}_4$  ning mol miqdorini  $x$  bilan belgilab, quyidagi tenglamalarni tuza-miz:



245 g  $\text{KClO}_3$  parchalanganda 67,2 l  $\text{O}_2$  hosil bo'lsa,  
122,5x g  $\text{KClO}_3$  parchalanganda  $a$  l  $\text{O}_2$  hosil bo'ladi.

$$a = \frac{67,2 \cdot 122,5x}{245} = 33,6x$$



316 g  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda 22,4 l  $\text{O}_2$  hosil bo'lsa,  
158y g  $\text{KMnO}_4$  parchalanganda  $b$  l  $\text{O}_2$  hosil bo'ladi.

$$b = \frac{22,4 \cdot 158y}{316} = 11,2y$$



202 g  $\text{KNO}_3$  parchalanganda 22,4 l  $\text{O}_2$  hosil bo'lsa,  
101x g  $\text{KNO}_3$  parchalanganda  $c$  l  $\text{O}_2$  hosil bo'ladi.

$$c = \frac{22,4 \cdot 101x}{202} = 11,2x$$

$$\begin{cases} 122,5x + 158y + 101x = 53,95 \\ 33,6x + 11,2y + 11,2x = 6,72 \end{cases}$$

Bu tenglamalar sistemasini ixchamlashtirib yechilsa:

$$\begin{cases} 223,5x + 158y = 53,95 \\ 44,8x + 11,2y = 6,72 \end{cases} \cdot -14,107^+ +$$

$$-408,5x = -40,85$$

$$x = \frac{-40,85}{-408,5} = 0,1 \text{ mol};$$

$$y = \frac{6,72 - 44,8 \cdot 0,1}{11,2} = 0,2 \text{ mol kelib chiqadi.}$$

Endi aralashmadagi moddalarning massalarini aniqlaymiz:

$$m_{KClO_3} = 122,5 \cdot 0,1 = 12,25 \text{ g};$$

$$m_{KMnO_4} = 158 \cdot 0,2 = 31,6 \text{ g};$$

$$m_{KNO_3} = 101 \cdot 0,1 = 10,1 \text{ g (A javob to'g'ri).}$$

**2-misol.**  $xH_2SO_4 \cdot ySO_3$  tarkibli oleumni neytrallash uchun 110,5 ml ( $\rho=1,328 \text{ g/ml}$ ) NaOH eritmasi sarflandi. Hosil bo'lgan 40% li eritma tarkibida 0,55 mol erigan modda bo'lsa, oleum tarkibidagi  $SO_3$  ning massa ulushini (%) aniqlang.

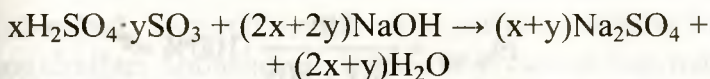
A) 49,5; B) 40,5; C) 59,5; D) 55,5.

**Yechish:**

*1-usul.*

Neytrallanish reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:





Oleumning massasi:  $m_o = 98x + 80y$  g;

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  massasi:  $m_t = 142x + 142y$  g;

Dastlabki  $\text{NaOH}$  eritmasining massasi:

$$m_d = 110,5 \cdot 1,328 = 146,75 \text{ g};$$

Hosil bo'lgan eritmaning massasi:

$$m_h = 146,74 + m_o = 146,74 + 98x + 80y.$$

Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  konsentratsiyasini aniqlovchi tenglama tuzamiz va undagi  $x$  hamda  $y$  larning qiymatini aniqlaymiz:

$$\omega_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{m_t}{m_o} = \frac{142x + 142y}{146,75 + 98x + 80y} = 0,4$$

$$58,7 + 39,2x + 32y = 142x + 142y$$

$$102,8x + 110y = 58,7 \quad (1)$$

Eritmadagi moddaning mol miqdori 0,55 mol ekanligi to'g'risidagi ma'lumotdan  $x + y = 0,55$  (2) tenglama kelib chiqadi. (1) va (2) tenglamalarni sistema holida yechish mumkin:

$$\begin{cases} 102,8x + 110y = 58,7 & -1 \\ x + y = 0,55 & \quad \quad \quad | 110 \end{cases} +$$

$$7,2x = 1,8$$

$$x = \frac{1,8}{7,2} = 0,25;$$

$$y = 0,55 - 0,25 = 0,3$$

Olingan natijalardan foydalanib oleum tarkibidagi  $\text{SO}_3$  ning massa ulushini (%) aniqlaymiz:

$$\omega_{\%,SO_3} = \frac{80x}{98x + 80x} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{80 \cdot 0,3}{98 \cdot 0,25 + 80 \cdot 0,3} \cdot 100\% = 49,5\%$$

(A javob to'g'ri)

2-usul.

Neytrallanish reaksiyasidan so'ng hosil bo'lgan modda miqdori 0,55 mol ( $Na_2SO_4$ ) ligini bilgan holda eritma massasini hisoblaymiz:

$$m_h = \frac{142 \cdot 0,55}{40\%} \cdot 100\% = 195,25 \text{ g}$$

Neytrallanish reaksiyasi uchun olingan NaOH eritmasining massasi:

$$m_d = 110,5 \cdot 1,328 = 146,75 \text{ g}$$

Demak, reaksiyaga kirishgan oleumning massasi:

$$m_o = 195,25 - 146,75 = 48,5 \text{ g.}$$

Olingan ma'lumotlardan foydalanib, tenglamalar sistemasini tuzamiz va uni yechamiz:

$$\begin{cases} 98x + 80y = 48,5 \\ x + y = 0,55 \end{cases} \begin{array}{l} -1 \\ + \end{array} \begin{array}{l} \\ 80 \end{array}$$

$$18x = 4,5$$

$$x = \frac{4,5}{18} = 0,25;$$

$$y = 0,55 - 0,25 = 0,3$$

Olingan natijalardan foydalanib, oleum tarkibidagi  $SO_3$  ning massa ulushini (%) aniqlaymiz:

$$\omega_{\%,SO_3} = \frac{80x}{98x + 80x} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{80 \cdot 0,3}{98 \cdot 0,25 + 80 \cdot 0,3} \cdot 100\% = 49,5\%$$

**3-misol.** Temir(III), mis va xrom(III) sulfatlar kristallogidratlari aralashmasi tarkibida vodorodning massa ulushi 3 %, metallarning massa ulushi yig'indisi 25 % bo'lsa, Shu aralashmadagi oltinugurt massa ulushini (%) aniqlang.

A) 15; B) 16; C) 17; D) 18.

**Yechish:**

Vodorod faqat kristallizatsion suv tarkibida ekanligini hisobga olib vodorod massa ulushidan suvning massa ulushini aniqlash mumkin:  $\frac{3}{2} \cdot 18 = 27\%$ . Kristallogidratlar aralashmasining umumiy formulasi  $M_x(SO_4)_y \cdot nH_2O$  deb qaralsa, undagi sulfat ionining massa ulushi  $100 - 27 - 25 = 48\%$  ga, undagi oltinugurtning massa ulushi esa  $\frac{48}{96} \cdot 32 = 16\%$  ga teng.

**Javob:** Kristallogidratlar aralashmasidagi oltinugurtning massa ulushi 16 % ga teng (**B javob to'g'ri**).

**4- misol.**  $45,15 \cdot 10^{23}$  ta atom tutgan oleum hosil bo'lishi uchun tarkibida  $36,12 \cdot 10^{23}$  ta atomi bor bo'lgan oltinugurt(VI) oksid suvda eritildi. Olingan oleum tarkibidagi kislorod atomlar sonini hisoblang.

A)  $18,06 \cdot 10^{23}$ ; B)  $15,05 \cdot 10^{23}$ ;

C)  $60,2 \cdot 10^{23}$ ; D)  $30,1 \cdot 10^{23}$ .

**Yechish:**

$SO_3$  tarkibidagi kislorod atomlarining soni:

$$\frac{36,12 \cdot 10^{23}}{4} \cdot 3 = 27,09 \cdot 10^{23} \text{ ta,}$$

suv tarkibidagi kislorod atomlarining soni esa

$$\frac{45,15 \cdot 10^{23} - 36,12 \cdot 10^{23}}{3} = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ ta.}$$



**Javob:** oleum tarkibidagi kislorod atomlar soni  $27,09 \cdot 10^{23} + 3,01 \cdot 10^{23} = 30,1 \cdot 10^{23}$  ta (**D javob to'g'ri**).

### 17.5. VII guruh p-elementlari

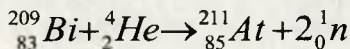
VII guruh p-elementlariga fluor – F, xlor – Cl, brom – Br, yod – J va astat – At lar kiradi. Bu elementlar umumiy nom bilan galogenlar (tuz hosil qiluvchilar) deb ataladi. Ularning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari quyidagicha:

17.9-jadval. Galogenlarning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari

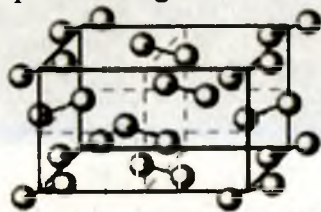
Element Xossalari	<sup>9</sup> F	<sup>17</sup> Cl	<sup>35</sup> Br	<sup>53</sup> J	<sup>85</sup> At
Elektron tuzilishi	2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>
Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	1,51	1,57	3,14	4,94	
Suyuqlanish harorati, °C	-220	-101	-7,3	(114)	227
Qaynash harorati, °C	-118	-34	59	185	317
Rangi (xona haroratida)	Yashil-sariq (gaz)	Sariq-yashil (gaz)	Qizil-qo'ng'ir (suyuq)	To'q qora-binafsha	Ko'k qora krist
Atom radiusi, nm	0,064	0,099	0,114	0,133	-----
Ion (E <sup>-</sup> ) radiusi, nm	0,133	0,181	0,196	0,220	0,230
Ionlanish energiyasi, eV	17,42	12,97	11,84	10,45	9,2
Elektronga moyillik, eV	3,6	3,45	3,37	3,08	2,8
Nisbiy elektromanfiylik (Poling)	4,1	3,0	2,8	2,5	2,2
E <sub>2</sub> -molekulasida	0,142	0,199	0,228	0,267	-----

E-E bog'lanishining uzunligi, nm					
E <sub>2</sub> -molekulasida E-E bog'lanish energiyasi kJ/mol	154,66	241,9	192,61	150,73	109
Birikmalardagi oksidlanish darajalari	-1	-1,+1, +3,+5,+7	-1,+1, +3,+5,+7	-1,+1, +5,+7	-1,+1, +3,+5,+7
Oksidlovchilik xossalari	← Ortib boradi →				
Izotoplari	<sup>19</sup> F	<sup>35</sup> Cl, <sup>37</sup> Cl	<sup>79</sup> Br, <sup>81</sup> Br	<sup>127</sup> J	<sup>211</sup> At
Yer qobig'idagi ulushi, %	10 <sup>-2</sup>	2·10 <sup>-2</sup>	3·10 <sup>-6</sup>	4·10 <sup>-6</sup>	

Galogenlar orasida faqatgina astat sun'iy ravishda 1940-yilda vismut yadrosini geliy bilan nurlantirish orqali olingan:



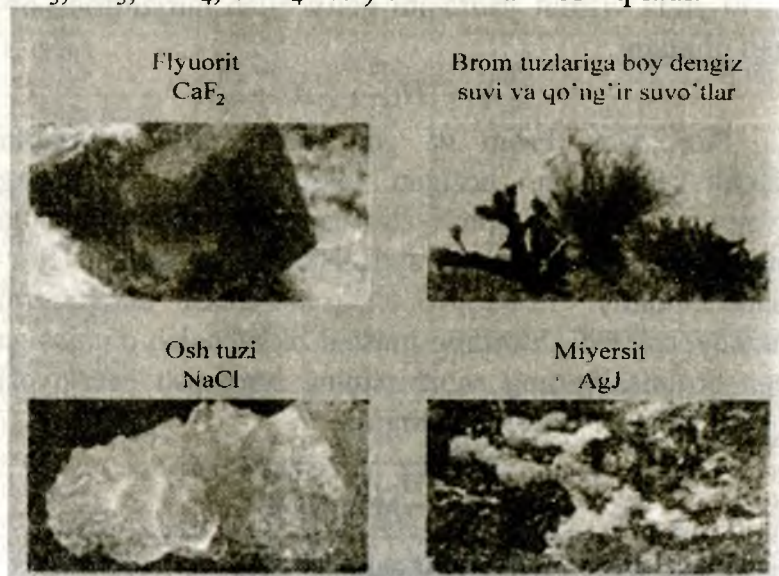
Ftor, xlor, brom va yod metallmaslik xossalari kuchli namoyon bo'lgan elementlardir. Ularning kimyoviy reaksiya qobiliyati yuqoriligi sababli tabiatda faqat birikma holda uchraydi. Barcha galogenlar (ftordan tashqari) +1, +3, +5, +7 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Ftorning musbat oksidlanish darajasiga ega bo'lmasligining sababi uning ionlanish energiyasi (1735 kJ/mol) yuqori ekanligidir.



17.11-rasm. Yod kristall panjarasining tuzilishi.

Ftorning tabiatdagi birikmalari  $\text{CaF}_2$  – dala shpati, kriolit –  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , ftorapatitlar  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ ; xlorning birikmalari: osh tuzi  $\text{NaCl}$ , silvinit  $\text{NaCl}\cdot\text{KCl}$ , apatit –  $3\text{CaCl}_2\cdot\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , karnallit  $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Brom va yod kam tarqalgan elementlar bo‘lib, ularni chili selitrasi ( $\text{NaNO}_3$ ) ni tozalash mahsuloti, dengiz suvlari, suvo‘tlari tarkibida uchratish mumkin.

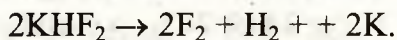
Galogenlarning kimyoviy aktivligi yuqoriligi sababli juda ko‘plab birikmalar hosil qiladi. Bular orasida vodorod bilan ( $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HJ}$ ), metallar bilan (ftoridlar, xloridlar, bromidlar, yodidlar), kislorodli ( $\text{CaOCl}$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$  v.b.), metallmaslar bilan ( $\text{SF}_6$ ,  $\text{S}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{SF}_3$ ,  $\text{SCl}_3$ ,  $\text{NJ}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{SiCl}_4$  v.b.) birikmalar hosil qiladi.



17.12-rasm. Galogenlarning ayrim tabiiy manbaalari.



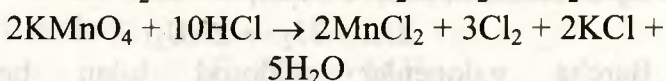
**Galogenlarning olinishi va xossalari.** Ftor kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun faqat elektroliz usuli bilan olinadi:



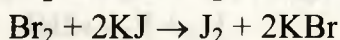
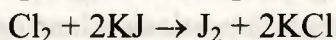
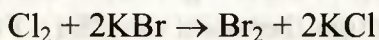
Xlor sanoatda osh tuzining to'yingan eritmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi:



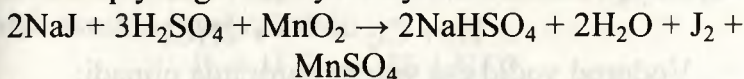
Laboratoriya sharoitida xlor konsentrlangan xlorid kislotani  $\text{MnO}_2$  yoki  $\text{KMnO}_4$  bilan oksidlab olinadi:



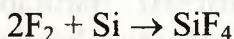
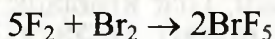
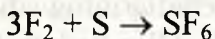
Brom va yod aktiv galogenlar ta'sirida birikmalaridan oksidlab olinadi:



Yodning asosiy miqdori suvo'tlari zollari tarkibidagi yodidlarni quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlab olinadi:

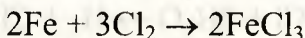
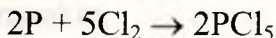
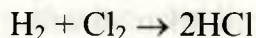
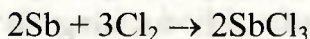
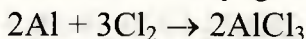


Ftor xona haroratida brom, selen, yog'och ko'mir, yod, oltingugurt, mishyak, surma, kremniy, bor, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan reaksiyaga kirishib ftoridlarni hosil qiladi.

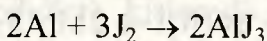


U yuqori haroratda hatto oltin va platinani ham oksidlaydi. Ko'plab kimyoviy birikmalar uning ta'sirida

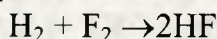
parchalanadi. Ftor faqatgina uglerod va azot bilan ta'sirlashmaydi. Xlorning aktivligi ftordan kuchsizroq. U deyarli barcha metallar bilan reaksiyaga kirishadi.



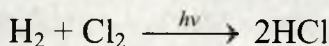
Brom va yod qizdirilganda ancha aktivdir. Masalan, yod oltingugurt, fosfor, temir, alyuminiy, simob bilan reaksiyasi shiddatli sodir bo'ladi.



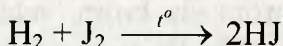
Barcha galogenlar vodorod bilan bevosita ta'sirlashib *vodorod galogenidlarini* hosil qiladi. Vodorod galogenidlarining olinish usullari va xossalari galogen tabiatiga bevosita bog'liq. Ftor va vodorod reaksiyasi qorong'ida portlash bilan sodir bo'ladi:



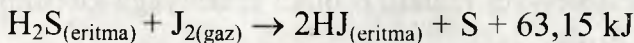
Xlor bilan vodorod orasidagi reaksiya esa yorug'lik ta'sirida portlash bilan sodir bo'ladi:



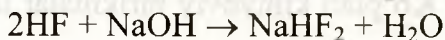
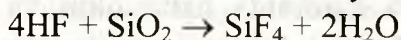
Vodorod yodid esa yuqori haroratda olinadi:

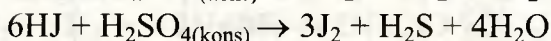
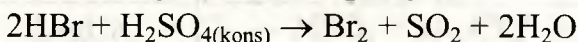
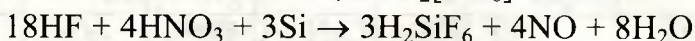
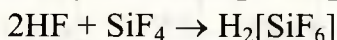


Yodid kislotasini quyidagicha olish ham mumkin:

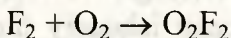


Vodorod galogenidlarining suvdagi eritmasi kislotali muhitni hosil qiladi. Ular kislotalik kuchining ortib borishi  $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HJ}$  tartibida bo'ladi. Quyida vodorod galogenidlari uchun ba'zi reaksiyalar berilgan:





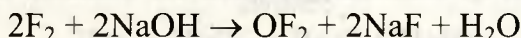
**Galogenlarning kislorodli birikmalari.** Galogenlar (ftordan tashqari) kislorod bilan bevosita reaksiyaga kirishmaydilar. Ftor kislorod bilan ikki xil birikma hosil qiladi. Ftor va kislorodning kuchli sovutilgan aralashmasidan tinch elektr uchquni o'tkazilsa, dikislorod diftoridi hosil bo'ladi:



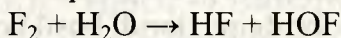
Sovutilmagan holatda esa kislorod diftoridi hosil bo'ladi:



$\text{OF}_2$  ni quyidagi reaksiya asosida hosil qilish ham mumkin:



Xlor, brom, yodning kislorodli birikmalari quyidagi reaksiya asosida hosil qilinadi:



17.10.-jadval. Galogenlarning kislorodli birikmalari.

Oksidlanish darajasi	Cl		Br		J	
	oksidlari	kislotalari	oksidlari	kislotalari	oksidlari	kislotalari
+1	$\text{Cl}_2\text{O}$ Sariq-qo'ng'ir gaz	$\text{HClO}$	$\text{Br}_2\text{O}$	$\text{HBrO}$	-	$\text{HJO}$
+3	-	$(\text{HClO}_2)$	-	-	-	-
+4	$\text{ClO}_2$	-	$\text{BrO}_2^*$	-	-	-

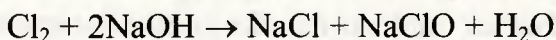


	Yashil-sariq gaz					
+5	-	HClO <sub>3</sub>	-	HBrO <sub>3</sub>	J <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	HJO <sub>3</sub>
+6	Cl <sub>2</sub> O <sub>6</sub> To'q qizil suyuqlik	-	BrO <sub>3</sub>	-	-	-
+7	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	HClO <sub>4</sub>	-	HBrO <sub>4</sub>	-	H <sub>5</sub> JO <sub>6</sub>

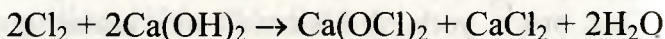
Izoh: Qavs ichida amaliy jihatdan mavjud bo'lmagan, lekin tuzlari mavjud bo'lgan kislotalar keltirilgan.

\* BrO<sub>2</sub> va BrO<sub>3</sub> oksidlari Br<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> aralashmasidan elektr uchquni yordamida olinadi.

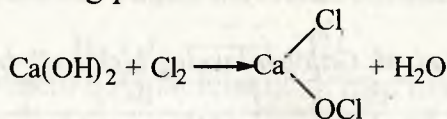
Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, J<sub>2</sub> qatorida gidroliz reaksiyasi susayib boradi. Gidroliz reaksiyasi ishqoriy muhitda oxirigacha boradi:



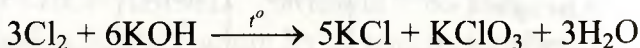
Xlorning KOH dagi eritmasi (javel suvi) oqartiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Amaliy jihatdan kengroq miqyosda qo'llaniladigan yana bir birikma xlorli ohakdir:



Xlorning qattiq Ca(OH)<sub>2</sub> bilan ta'sirlashishi natijasida kalsiy xloridgipoxloridi hosil bo'ladi:

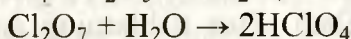
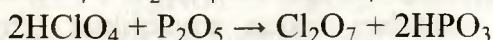
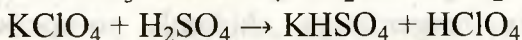
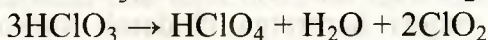
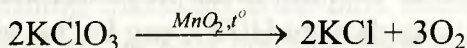
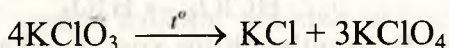
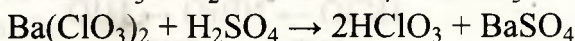
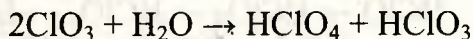
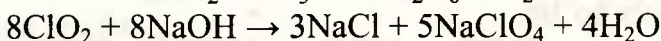
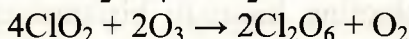
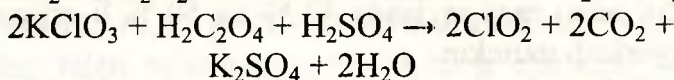
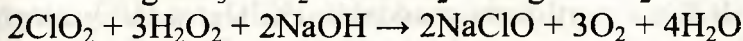
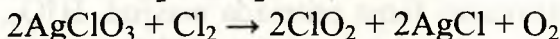
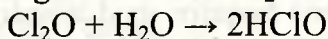
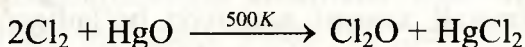


Galogenlarning ishqorlar bilan reaksiyasi haroratga bog'liq. Masalan, xlorning qaynoq KOH bilan ta'siri natijasida KClO<sub>3</sub> (bertolle tuzi) hosil bo'ladi:

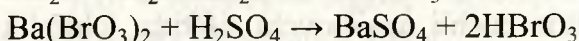
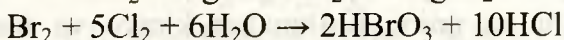
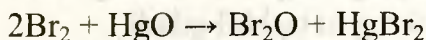


Quyida galogenlarning kislorodli birikmalarini olish asosidagi reaksiyalar berilgan:

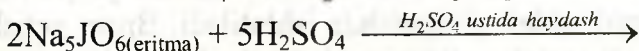
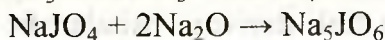
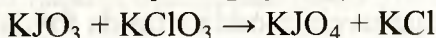
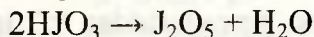
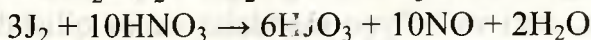
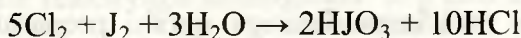
*Xlor*



*Brom*

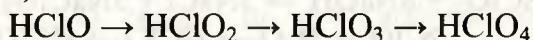


*Yod*



Galogenlarning kislorodli birikmalari, ayniqsa oksidlari (metall xossasi namoyon bo'ladigan yod oksidlaridan tashqari) beqaror moddalardir. Aksariyat kislorodli kislotalari faqat eritmada mavjud.  $\text{HJO}_3$ ,  $\text{H}_5\text{JO}_6$  va  $\text{HClO}_4$  – portlovchi moddalar.  $\text{HClO}_3$  va  $\text{HJO}_3$  ning eng ko'pi bilan mos ravishda 40 % va 50 % li eritmalarini tayyorlash mumkin.

Galogenlarning kilorodli birikmalari kuchli oksidlovchi bo'lib,



qatorlarida oksidlovchilik xossalari kamayib boradi. Eng kuchli oksidlovchi  $\text{HClO}$ , eng kuchli kislota  $\text{HClO}_4$ .

Ftor yuqori haroratga chidamli surkov vositalari, kimyoviy reagentlarga chidamli polimerlar (teflon), sovutish vositalari uchun suyuqliklar (freon, xladon) olishda ishlatiladi. Ftor tishlarning sog'lom bo'lishida katta ahamiyatga ega. Insonning bir sutkalik ftorga ehtiyoji 8-10 mg ni tashkil qiladi.

Xlor va uning birikmalari kimyo va metallurgiya sanoatida kuchli oksidlovchi sifatida, ichimlik suvlarini mikroblardan tozalashda, xlorid kislota olishda, qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi preparatlar tayyorlashda, dori va bo'yoq moddalar sintez qilishda ishlatiladi. Shuningdek, gipoxloriddan to'qimachilik va qog'oz sanoatida oqartuvchi modda sifatida foydalaniladi.

Bromdan turli dorivor vositalar, bo'yoqlar, kumush bromid ishlab chiqarishda ishlatiladi. Brom yetishmasligi turli asab kasalliklarini keltirib chiqaradi.

Yod antiseptik va qon to'xtatuvchi vosita sifatida preparatlar tayyorlashda ishlatiladi. Yod yetishmasligi



insonlarda endokrinologik kasalliklar kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Insonning yodga bo'lgan bir sutkalik ehtiyoji 2 mg ni tashkil qiladi.

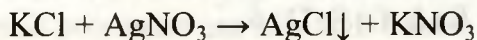
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 19,35 g KCl va KBr aralashmasi  $\text{AgNO}_3$  eritmasi bilan ta'sirlashganda 33,15 g cho'kma hosil bo'ldi. Boshlang'ich aralashmadagi moddalarning mol nisbatini aniqlang.

A) 1:2; B) 2:1 ; C) 1:1; D) 2:3.

#### Yechish:

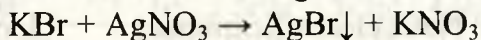
Diagonal usulda misolni yechish uchun aralashma komponentlarining massalari aralashma massasiga teng holatda qanchadan cho'kma hosil bo'lishi mumkinligini hisoblaymiz:



74,5 g KCl reaksiyaga kirishganda 143,5 g,

19,35 g KCl reaksiyaga kirishganda  $x$  g cho'kma hosil bo'ladi.

$$x=37,27 \text{ g.}$$

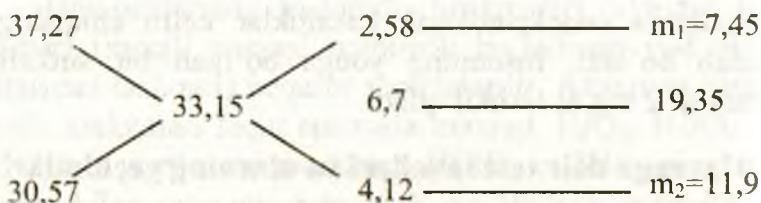


119 g KBr reaksiyaga kirishganda 188 g,

19,35 g KBr reaksiyaga kirishganda  $x$  g cho'kma hosil bo'ladi.

$$x=30,57 \text{ g.}$$

Olingan natijalarni «diagonal»ga qo'yamiz:



Aniqlangan massa nisbatidan mol nisbatni hisoblaymiz:

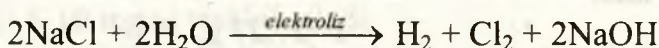
$$\frac{7,45}{74,5} : \frac{11,9}{119} = 0,1 : 0,1 = 1 : 1 \text{ (C javob to'g'ri).}$$

**2-misol.** Tarkibida 8 kmol natriy xlorid bo'lgan eritma elektroliz qilinganda olingan gazlardan vodorod xlorid sintez qilingan. Ushbu reaksiya natijasida necha kmol vodorod xlorid olish mumkin?

A) 4; B) 2; C) 8; D) 6.

**Yechish:**

Elektroliz jarayoni quyidagi tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:

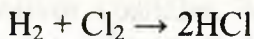


2 mol NaCl elektroliz qilinsa, 1 moldan H<sub>2</sub> va Cl<sub>2</sub> gazlari hosil bo'lsa,

8 kmol NaCl elektroliz qilinsa, x kmoldan H<sub>2</sub> va Cl<sub>2</sub> gazlari hosil bo'ladi.

$$x=4 \text{ kmol.}$$

Olingan gazlardan necha kmol vodorod xlorid hosil bo'lishini hisoblaymiz:



1 mol H<sub>2</sub> gazidan 2 mol HCl olish mumkin bo'lsa,

4 kmol H<sub>2</sub> gazidan x mol HCl olish mumkin.

x=8 kmol (C javob to'g'ri).

## 17.6. VIIIA guruhcha elementlari

VIIIA guruhcha elementlari yoki nodir gazlar qatoriga He – geliy, Ne – neon, Kr – kripton, Xe – ksenon va Rn – radon kiradi. Bu elementlar tashqi elektron qavati to'lgan holatda bo'lgani uchun kimyoviy reaksiyaga kirishish qobiliyati deyarli yo'q. Shuning uchun bu elementlar nodir gazlar yoki inert gazlar nomi bilan yuritiladi.

Nodir gazlar erkin holatda havo tarkibida bo'ladi va havoni suyuqlantirish yo'li bilan olinadi. Geliy radioaktiv elementlarning yemirilishidan hosil bo'ladi, u havo tarkibida nihoyatda oz bo'lganligi sababli, boshqa tabiiy gazlardan ajratib olinadi. Bu elementlar atomlarining geliydan radonga tomon yadro zaryadi ortib borish tartibida atom radiuslari, reaksiyaga kirishuvchanligi ortib boradi, ionlanish potentsiali esa kamayib boradi.

### 17.11.-jadval. Nodir gazlarning ba'zi fizik xossalari.

	He	Ne	Ar	Kr	Xe
Elektron tuzilishi	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2 4p^6$	$5s^2 5p^6$
Kovalent radius, nm	0,093	0,093	0,098	0,112	0,131
Ionlanish energiyasi, eV	24,59	21,56	15,76	14,00	12,13
Elektronga moyilligi, eV	-0,22	-0,22	-0,37	-0,47	-0,45
Qaynash harorati, K	1,0	24,4	83,7	115,6	161,1
Suyuqlanish harorati, K	4,2	27,0	87,1	119,8	164,9
Zichligi, g/l	0,1785	0,9003	1,784	3,708	5,85

Radonning ionlanish potentsiali ksenon ionlanish potentsalidan kamroq bo'lsa ham, radioaktivligi sababli radon xossalari ksenonga nisbatan kamroq o'rganilgan.



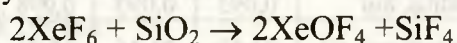
Hozirgi vaqtda nodir gazlarning xossalari asosan ksenon misolida o'rganilgan.

Nodir gazlar ma'lum sharoitda suv bilan klatratlar, ya'ni gidratlar hosil qiladi:  $\text{Ar}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Kr}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Xe}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Ushbu birikmalar hosil bo'lishida valent bog'lar hosil bo'lmaydi, ammo muz strukturasidagi bo'shliqlar klatratlar hosil qilishida alohida ahamiyatga ega.

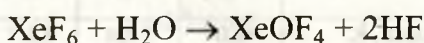
*Kimyoviy xossalari.* Geliy va neon oddiy sharoitda inert gaz, kripton (Kr), ksenon (Xe) va radon (Rn) boshqa elementlar bilan, xususan, fluor bilan turli tarkibli birikmalar hosil qiladi.

Ksenon fluor atmosferasida alangalanadi, bu reaksiya ekzotermik reaksiyadir.

Kripton fluorid hosil bo'lishi boshqacharoq kechadi, bu endotermik reaksiya. Ksenon geksaftoridi 530 K harorat va 50 atm bosimda Xe va  $\text{F}_2$  ta'siri natijasida olinadi.  $\text{XeF}_6$  oq kristall modda ( $t_{\text{suy}} = + 46^\circ\text{C}$ ), kimyoviy jihatdan juda aktiv bo'lib, hatto  $\text{SiO}_2$  bilan ham reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun uni shisha idishda saqlab bo'lmaydi:

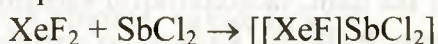


Bundan tashqari  $\text{XeF}_6$  suv ta'sirida gidrolizga uchraydi

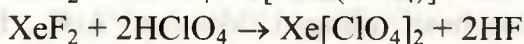
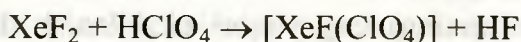


Ksenonning birikmalarda oksidlanish darajasi ortib borishi bilan bu birikmalarning asosli xossalari kamayib, kislotali xossalari ortib boradi.

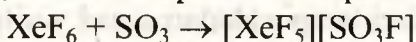
$\text{XeF}_2$  asosli tabiatga ega bo'lib kation kompleks hosil qiladi:



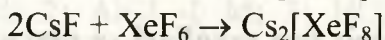
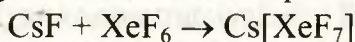
Ksenon diftorid  $\text{XeF}_2$  o'rin olish reaksiyasiga kirishadi:



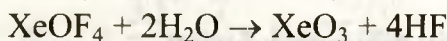
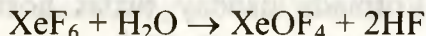
Ksenon geksaftorid amfoter xossalarini namoyon qiladi. O'zidan kuchli kislota xossasiga ega bo'lgan modda bilan reaksiyaga kirishganda, asosli xossalarini namoyon etib, kation kompleks hosil qiladi.



O'zidan kuchli asos xossasiga ega moddalar bilan reaksiyaga kirishganda esa anion kompleks hosil qiladi.

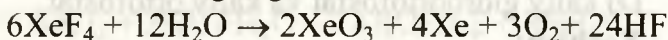


Ksenon tuzlarining gidrolizi quyidagicha boradi. Reaksiya mahsulotlari Xe ning oksibirikmalari – tuzlari yoki to'liq oksidi va HF hosil bo'ladi.

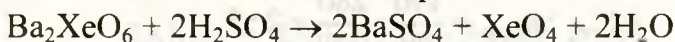


$\text{XeO}_3$  quruq holda havoda kuchli portlovchi modda.

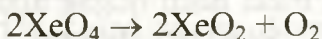
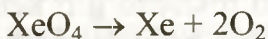
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi bilan boradigan gidrolizlanish xossasiga ega:



Ksenonning oksotetraftoridi  $\text{XeOF}_4$  rangsiz suyuqlik ( $t_{\text{muz}} = -28$ ). Bariy oksoksenat  $\text{Ba}_2\text{XeO}_6$  tuziga sulfat kislota ta'sir ettirib tetraoksid hosil qilish mumkin:



Ksenon tetraoksid  $\text{XeO}_4$  oddiy sharoitda gazsimon modda, asta-sekinlik bilan Xe,  $\text{XeO}_3$  va  $\text{O}_2$  ga parchalanadi:



Ksenon birikmalari kuchli oksidlovchi moddalar. Ksenon birikmalari yordamida amalda hamma elementlarning (hatto oltinning) eng yuqori oksidlanish darajadagi birikmalari hosil qilingan. Masalan:  $\text{AuF}_5$ ,  $\text{BrF}_7$  lar  $\text{XeF}_2$  yordamida olingan.

Nodir gazlarning ftoridlari ftorlovchi va oksidlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Ksenon oksidlari portlovchi modda, raketa yonilg'isi sifatida qo'llaniladi.

Neon va argon gazlari lampochkalarni, gaz yoritgich naylarni to'ldirishda qo'llaniladi. Neon lampalari qizg'ish rang berib yonadi, argon lampalari esa zangori rangda yonadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Tarkibida 196 g ortofosfat kislota bo'lgan eritmaga tarkibida 280 g o'yuvchi kaliy bo'lgan eritma qo'shildi. Eritmada qanday tuzlar hosil bo'lganligini aniqlang.

- A) kaliy digidroortofosfat;
- B) kaliy gidroortofosfat va kaliy digidroortofosfat;
- C) kaliy ortofosfat;
- D) kaliy gidroortofosfat va kaliy ortofosfat.

#### Yechish:

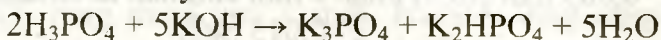
Dastlab reaksiyaga kirishayotgan moddalarning mol nisbatini aniqlaymiz:

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} : n_{\text{KOH}} = \frac{196}{98} : \frac{280}{56} = 2 : 5.$$

Demak, reaksiyada 2 mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va 5 mol  $\text{KOH}$  qatnashadi. Hosil bo'lgan mahsulot tarkibida 5 ta atom kaliyga 2 ta atom fosfor to'g'ri kelishi kerak. Lekin kaliyning  $\text{H}_3\text{PO}_4$  bilan hosil qilgan tuzlari orasida bunday birikma yo'q. Bundan shunday xulosa chiqadiki,



reaksiyada kamida ikki xil tuzlar hosil bo'ladi. Agar ikkita fosfat tuzi bo'lsa, u holda birida ikkita, ikkinchisida esa 3 ta kaliy bo'lishi zarur:



**(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** Hajmi 10 ml bo'lgan xlorid kislota va alyuminiy xlorid eritmasidan cho'kma hosil bo'lish tuga-guncha, ammiakning 7 molyarli eritmasidan 3,57 ml qo'shish kerak bo'lgan. Eritma bug'latildi va cho'kma massasi o'zgarmay qolguncha kuydirildi, qoldiq massasi 255 mg ga teng bo'lgan. Boshlang'ich eritmadagi moddalarning molyar konsentratsiyalarini hisoblang.

1) HCl-1 M; 2) AlCl<sub>3</sub>-1 M; 3) HCl-0,5 M; 4) AlCl<sub>3</sub>-0,5 M; 5) AlCl<sub>3</sub>-0,125 M; 6) HCl-1,5 M;

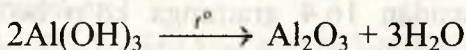
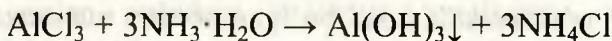
A) 1,4; B) 1,5; C) 2,3; D) 2,6; E) 5,6

**Yechish:**

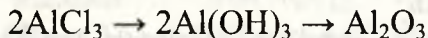
Eritmadagi ammiakning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{3,57 \cdot 7}{1000} = 0,025 \text{ mol.}$$

Qattiq qoldiq hosil bo'lishi quyidagi jarayonlar or-qali sodir bo'ladi:



Umumiy ravishda quyidagi sxemada ifodalash qulay:

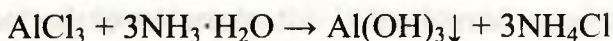


2mol AlCl<sub>3</sub> dan 102 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hosil bo'lsa,

x mol AlCl<sub>3</sub> dan 0,255 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hosil bo'ladi.

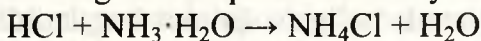
$$x = 0,005 \text{ mol AlCl}_3$$

0,005 mol AlCl<sub>3</sub> dagi alyuminiyni cho'ktirish uchun qancha ammiak sarf bo'lganligini aniqlaymiz:



1 mol  $\text{AlCl}_3$  bilan 3 mol ammiak ta'sirlashsa,  
 0,005 mol  $\text{AlCl}_3$  bilan  $x$  mol ammiak ta'sirlashadi.  
 $x=0,015$  mol.

Demak, jami 0,025 mol ammiakdan 0,015 mol qismi  $\text{AlCl}_3$  bilan ta'sirlashgan bo'lsa,  $0,025 - 0,015 = 0,01$  mol qismi  $\text{HCl}$  bilan reaksiyaga kirishgan. Bu miqdordan foydalanib,  $\text{HCl}$  ning mol miqdorini hisoblaymiz:



1 mol  $\text{HCl}$  bilan 1 mol ammiak ta'sirlashsa,  
 $x$  mol  $\text{HCl}$  bilan 0,01 mol ammiak ta'sirlashadi.  
 $x=0,01$  mol  $\text{HCl}$ .

Endi 10 ml eritmadagi moddalarning mol miqdori-dan foydalanib, ularning molyar konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,01}{10} \cdot 1000 = 1 \text{ mol/l};$$

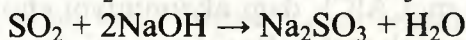
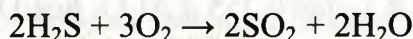
$$C_{\text{AlCl}_3} = \frac{0,005}{10} \cdot 1000 = 0,5 \text{ mol/l (A javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** 0,6 mol vodorod sulfid mo'l miqdorda kislorodda yondirilganda olingan gazning o'yuvchi natriy bilan reaksiyasida hosil bo'lgan nordon tuz massasi o'rta tuz massasidan 16,4 grammga ko'p bo'lsa, o'rta tuz massasini toping.

A) 25,2; B) 18,4; C) 12,6; D) 37,8.

**Yechish:**

Jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamalari asosida sodir bo'ladi:



0,6 mol vodorod sulfid yonishida 0,6 mol  $\text{SO}_2$  hosil bo'ladi. Uning ishqorda eritilishi natijasida hosil bo'lgan tuzlarning umumiy miqdori ham 0,6 molga teng. Agar  $\text{NaHSO}_3$  ning miqdorini  $x$  mol,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ning miqdori  $0,6-x$  mol deb qabul qilinsa, quyidagi tenglamani tuzish va uni yechish orqali  $x$  ni aniqlash mumkin:

$$104x - (0,6 - x) \cdot 126 = 16,4$$

$$230x - 75,6 = 16,4$$

$$230x = 16,4 + 75,6 = 92$$

$$x = \frac{92}{230} = 0,4$$

**Javob:** O'rta tuzning massasi  $(0,6 - 0,4) \cdot 126 = 25,2$  g (A javob to'g'ri).

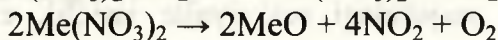
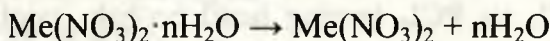
**4-misol.** 82,6 gramm ikki valentli metall nitrati kristallogidрати uzoq vaqt davomida qizdirildi. Natijada 57,4 gramm suvsiz tuz hosil bo'ldi. Qizdirish davom ettirilganda 19,6 gramm qattiq metall oksid qoldi. Dastlabki kristallogidrat formulasini aniqlang.

A)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; B)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;

C)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; D)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

**Yechish:**

Jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamasi orqali ifodalanishi mumkin:



MeO massasi Me( $\text{NO}_3$ )<sub>2</sub> massasidan  $(\text{Me} + 124) - (\text{Me} + 16) = 108$  g ga kam. Hosil bo'lgan MeO ning miqdori  $\frac{57,4 - 19,6}{108} = 0,35$  mol, molyar massasi esa  $\frac{19,6}{0,35} = 56$  g/mol (MgO). Kristallogidratdagi suvning

miqdori  $n = \frac{82,6 - 57,4}{0,35 \cdot 18} = 4$  mol.



**Javob:** Kristallogidrat formulasi  $Mg(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$   
(A javob to'g'ri).

**5- misol.** 15,5 gramm fosfor namunasiga xlor ta'sir ettirilganda 163 kJ issiqlik hamda fosfor(III) xlorid va fosfor(V) xloridlar aralashmasi olindi. Aralashmaga 800g 15,5% li o'yuvchi natriy eritmasi ta'sir ettirildi. Oxirgi eritmadagi moddalarning massa ulushlarini aniqlang. Fosfor(III) xlorid va fosfor(V) xloridlarning hosil bo'lish issiqliklari mos ravishda 290 va 380 kJ ga teng.

A)  $Na_2HPO_3$  – 5,64%;  $Na_3PO_4$  – 4,52%; NaCl – 14,58%;

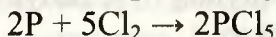
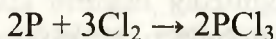
B)  $Na_2HPO_3$  – 4,28%;  $Na_3PO_4$  – 3,71%; NaCl – 13,91%;

C)  $Na_2HPO_3$  – 4,21%;  $Na_3PO_4$  – 4,02%; NaCl – 15,97%;

D)  $Na_2HPO_3$  – 4,65%;  $Na_3PO_4$  – 3,14%; NaCl – 16,85%.

**Yechish:**

Jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamalari asosida sodir bo'ladi:



$PCl_3$  va  $PCl_5$  larning hosil bo'lish issiqliklari mos ravishda yuqoridagi reaksiyalar issiqlik effektlarining  $\frac{1}{2}$  qismiga teng deb qarash mumkin.  $\frac{15,5}{31} = 0,5$  mol

fosforning  $x$  mol qismi  $PCl_3$  hosil qilishga,  $0,5 - x$  mol qismi esa  $PCl_5$  hosil bo'lishiga sarflangan bo'lsa, quyidagi tenglama orqali  $x$  ni aniqlash mumkin:

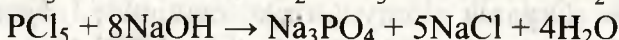
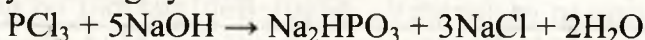
$$290x + 380(0,5 - x) = 163$$

$$190 - 90x = 163$$

$$90x = 190 - 163 = 27$$

$$x = \frac{27}{90} = 0,3$$

Demak, 0,3 mol  $\text{PCl}_3$  va  $0,5 - 0,3 = 0,2$  mol  $\text{PCl}_5$  hosil bo'lgan.  $\text{NaOH}$  ning massasi  $800 \cdot 0,155 = 124$  g, miqdori  $\frac{124}{40} = 3,1$  molga teng bo'lsa, yuqoridagi aralashmani to'la neytrallashga yetarli bo'ladi:



Eritmadagi  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$  ning massasi  $0,3 \cdot 126 = 37,8$  g,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ning massasi  $0,2 \cdot 164 = 32,8$  g,  $\text{NaCl}$  ning massasi  $58,5 \cdot (0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 5) = 122,85$  g. Eritma massasi  $0,3 \cdot 137,5 + 0,2 \cdot 208,5 + 800 = 882,95$  g ni tashkil etadi.

**Javob:** Eritmadagi tuzlarning massa ulushlari:

$$\omega_{\text{Na}_2\text{HPO}_3} = \frac{37,8}{882,95} \cdot 100\% = 4,28\%;$$

$$\omega_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = \frac{32,8}{882,95} \cdot 100\% = 3,71\%;$$

$$\omega_{\text{NaCl}} = \frac{122,85}{882,95} \cdot 100\% = 13,91\%.$$

(B javob to'g'ri).

### III BO'LIM. ORGANIK KIMYO

#### 18-BOB. ORGANIK KIMYOGA KIRISH

##### 18.1. Organik kimyo fanining shakllanishi. Organik moddalar haqida dastlabki tushunchalar

➔ Organik kimyo tirik mavjudot organizmida uchraydigan uglerod birikmalarining tuzilishini, xossalari, sintez qilish usullarini va amaliyotda qo'llashni o'rganadigan kimyoning fanidir.

Organik moddalar insoniyatga juda qadimdan ma'lum bo'lgan. Ular qadim zamondan buyon shakar va moy olishni, yog'larni qaynatib sovun olishni bilganlar. Qadimgi Hindiston va Misrda organik kimyo fan sifatida shakllanmagan bo'lsa-da, odamlar organik bo'yoqlardan foydalanib, bo'yash san'atini rivojlantirgan. Tabiiy organik birikmalardan oqilona foydalanishda bizning ajdodlarimiz ham dunyoda peshqadamlardan bo'lishgan.

Sof holdagi organik moddalar dastlab 900-yillarda arab alkimyogarlari tomonidan hosil qilingan edi. Buyuk mutafakkirimiz, tibbiyot ilmining ustozu Abu Ali ibn Sino juda ko'plab o'simliklardan organik tabiatli moddalarni ajratib olgan. Kimyoviy bilimlar XVI asrdan boshlab jadal sur'atda rivojlana boshladi. O'sha davrda nazariy asosda bo'lmasa-da lekin moddalar to'g'risida juda ko'p tajribalar to'plangan edi. Moddalar organik va noorganik moddalarga bo'linmagan edi.



XIX asr boshida «Flogiston» nazariyasi davrida asta-sekin organik va noorganik moddalarni sinflarga bo'linishi boshlandi. 1807-yilda Shved kimyogari Ya. Berselius tirik organizmdan olingan moddalarni organik moddalar deb atashni taklif qildi. Uning fikricha bu moddalarni noorganik moddaladan farqli holda sun'iy yo'l bilan sintez qilib olish mumkin emas. Ular sirli «hayotiy kuch» (*vis vitalis*) ta'sirida hosil bo'ladi. Shundan so'ng bu fikr tarafdorlarining «Vitalistlar» nazariyasi rivojlandi. Lekin ma'lum vaqt oralig'ida kimyogar-sintetiklar juda ko'p tajribalar o'tkazib yuqoridagi fikrning noto'g'riligini, ya'ni organik moddalarni noorganik moddalardan sintez qilish mumkinligini isbotlashdi. Bu ikki fikr tarafdorlari o'rtasidagi kurash organik kimyoning organik sintez va organik analiz bo'limlarining rivojlanishiga sabab bo'ldi.

Berseliusning izdoshi nemis kimyogari F. Vyoler (1824-yil) laboratoriya sharoitida disiandan o'simlik organizmida uchraydigan oksalat kislotani, oddiy organik tuz-ammoniy sianatdan esa hayvon organizmida hosil bo'ladigan mochevina (karbamid) ni (1828-yil) sintez qildi.

Rus olimi N.N. Zinning nitrobenzoldan anilinni olishi (1842-yil), nemis olimi Kolbening sirka kislotani sintez qilishi (1845-yil), rus olimi A.M. Butlerovning paraformaldegidan shakarsimon moddani sintez qilib olishi (1861-yil) organik kimyo fanining rivojlanishiga katta yo'l ochdi.

1851-yilda A. Kekule organik kimyoni uglerod kimyosi sifatida ta'rifladi. Lekin bu fikr ham noto'g'ri ekanligi aniq edi. Chunki, uglerodning ba'zi birikmalari (uglerod oksidlari, metall karbonillari, karbonat kislota

va karbonatlar) noorganik moddalar sifatida qaraladi. Ba'zi mellorganik birikmalarni esa noorganik moddalar sifatida ko'rish mumkin. Organik kimyoga aniqroq ta'rif 1889-yili K.Shorlemmer tomonidan berildi:

**➤ Organik kimyo fani uglevodorodlar va ularning hosilalarini o'rganuvchi fandır.**

Uglevodorodlar uglerod va vodorod elementlardan tashkil topgan moddalardir. Uglevodorodlardagi vodorod atomlarining boshqa atomlar yoki atomlar guruhi bilan almashinishi natijasida uglevodorod hosilalarini olish mumkin. Organik moddalarning tarkibiga uglerod va vodoroddan tashqari kislorod, azot va boshqa elementlar kirishi mumkin.

Organik birikmalarning tuzilishi haqidagi tasavvurlar va tuzilish nazariyasi 1858 – 1861-yillarda vujudga keldi va bunda nemis kimyogari A.Kekule, shotland kimyogari A.Kuper va rus kimyogari A.M.Butlerovlarning xizmatlari katta. Tuzilish nazariyasi yaratilganidan so'ng organik kimyo ikki yo'nalishda rivojlana boshladi. Birinchi yo'nalish nazariy va sintetik kimyo yo'nalishi, ikkinchi yo'nalish esa organik moddalarning sanoat sintezi. Har ikkala yo'nalish nuqtayi nazaridan organik kimyo fanining rivojlanish tarixini uch bosqichga bo'lish mumkin.

*Birinchi bosqich* (1820 – 1860-yillar)– organik birikmalar tuzilish nazariyasi yaratilgunga qadar bo'lgan davr. Bu davrni tabiiy organik moddalarni sun'iy ravishda sintez qilishga bo'lgan harakat bilan izohlash mumkin. Ko'plab organik moddalar va ular haqidagi tasavvurlar mavjud bo'lib ularni birlashtiruvchi, aniq bir tizimga soluvchi nazariya yo'q edi. Bu holatni F.Vyoler

o'zining Ya.Berseliusga yozgan maktubida yaxshi yoritgan edi: «Organik kimyo hozirgi vaqtda istalgan odamni aqlidan ayirishi mumkin. U menga g'aroyibotlarga boy changalzorni eslatadi. Uning poyoni yo'qday. Undan chiqib ketish ham amrimahol». Bu davr organik birikmalar tuzilish nazariyasi yaratilishi bilan yakun topdi va juda ko'p turlicha yangi fikrlar paydo bo'la boshladi.

*Ikkinchi bosqich* (1860 – 1910-yillar) – tuzilish nazariyasining rivojlanish davri. Bu davrda organik birikmalarining ko'plab sinflari kashf etilib organik sintez jadallik bilan rivojlana boshladi. Ko'plab tabiiy birikmalardan qolishmaydigan sintetik moddalar sintez qilindi. Sintetik usul bilan bir qancha dorivor moddalar olindi. Organik birikmalar tuzilishi haqidagi bilimlarning rivojlanishi natijasida yangi yo'nalish – stereokimyo (1874) vujudga keldi.

*Uchinchi bosqich* (1910 yildan keyingi davr) – organik birikmalarining elektron nazariyasining paydo bo'lishi va rivojlanishi davri. Bu davrning boshlarida organik moddalarning tarkibini va tuzilishini o'rganish sohasida yangi fizikaviy metodlar vujudga keldi. 30-yillarga kelib esa kvant-organik kimyo fani paydo bo'ldi. Organik birikmalarining tuzilishi va ular ishtirokida sodir bo'ladigan reaksiyalarning kvant-mexanik nazariya yuzasidan o'rganish natijasida bir qancha tuzilishi murakkab bo'lgan tabiiy birikmalar sun'iy ravishda sintez qilindi. Biokimyo va organik kimyoning rivojlanish cho'qqisida yangi – molekulyar biologiya va bioorganik kimyo fanlari vujudga keldi va rivojlandi. Organik kimyo fani biologiya va tibbiyot bilan uzviy bog'liq holda o'rganiladi.



O'zbekiston kimyogar olimlari O.S.Sodiqov, S.Yu.Yunusov, H.U.Usmonovlar rahbarligida juda ko'plab o'simliklardan, hayvonlardan va boshqa tabiiy manbalardan olinadigan organik moddalar kimyosi, ularning biologik faolligi, farmakologiyasi va boshqa xossalari o'ganildi. Hozirda organik kimyo sohasida O'zbekiston fanlar akademiyasida bioorganik kimyo, o'simlik moddalari kimyosi, biokimyo kabi institutlarida muhim ahamiyatga molik ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, organik kimyo fanini rivojlantirishda A.P.Sukervanik, H.Shohidoyatov, A.Abdushukurov, H.Tojimuhammedov, S.Iskandarov, U.Azizov, A.Abdurasulova va boshqa olimlarning hissalarida katta ahamiyat kasb etadi. O'simlik moddalar kimyosi bo'yicha S.Yu.Yunusov, Sh.I.Salihov, A.To'rayevlarning, bioorganik kimyo bo'yicha Yu.Ovchinnikov, O.S.Sodiqov, A.Abdurahobov va boshqa bir qator olimlarning yaratgan yangiliklari amaliyotda keng qo'llanib kelinmoqda.

Organik kimyo fani nafaqat biologiya, balki, fizika faniga bevosita ham bog'liq. Ba'zi organik birikmalar yarimo'tkazgich va metall xossalari ega. Yana shu narsa ham ma'lum bo'ldiki, ba'zi organik birikmalar past haroratda yuqori o'tkazuvchanlikka ega. Organik kimyo fani yutuqlariga tayangan holda yuqori sifatli sintetik kauchuklar, plastmassalar, sun'iy tolalar, organik o'g'itlar, motor yoqilg'ilari, dori-darmon preparatlari, bo'yoqlar va xalq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan boshqa mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda.

Hozirgi paytda noorganik moddalar soni 700 mingga yaqin bo'lsa, organik moddalarning soni 7 milliondan

ortiq. Har yili o'rtta hisobda 2000 dan ortiq yangi organik birikmalar sintez qilinmoqda.

### **18.2. Butlerovning organik birikmalar tuzilish nazariyasining yaratilishi. Organik moddalarning sinflanishi**

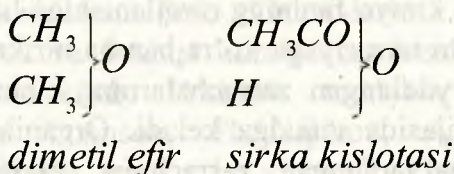
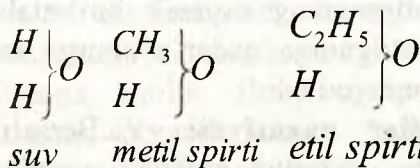
A.M. Butlerovning organik birikmalar tuzilish nazariyasi yaratilguniga qadar e'tiborga molik bir necha nazariyalar mavjud edi.

**Radikallar nazariyasi.** Ya. Berselius tomonidan yaratilgan bu nazariya nafaqat organik kimyo balki, noorganik kimyo fanining rivojlanishiga ham katta hissa qo'shdi. Bu nazariyaga ko'ra barcha birikmalar qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalarning elektrostatik tortishishi natijasida vujudga keladi. Organik birikmalarda bunday zaryadlangan zarrachalar vazifasini nafaqat atomlar, balki radikallar deb yuritilgan bir necha atomlar guruhi – *radikallar* bajaradi. Radikallar tushunchasi noorganik kimyodagi elementlar tushunchasiga mos keladi va kimyoviy reaksiyalarda radikallar hech qanday o'zgarishsiz almashinadi deb qabul qilingan edi.

Bu nazariya organik kimyoning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Radikallar nazariyasining yutuqlari shundan iborat ediki, uning yordamida organik birikmalarni tizimlashtirish, bir qancha birikmalarning xossalari tushuntirish va ba'zi o'sha paytgacha noma'lum moddalarning xossalari oldindan aytish mumkinligi kabi imkoniyatlar ochildi. Lekin ko'p vaqt o'tmay bu nazariya bir qancha holatlarni, masalan J. Dyuma tomonidan aniqlangan uglevodoroddagi vodorod atomlarining galogenlar bilan o'rin almashinishida musbat zaryadlangan vodorod atomlari qanday qilib manfiy zar-

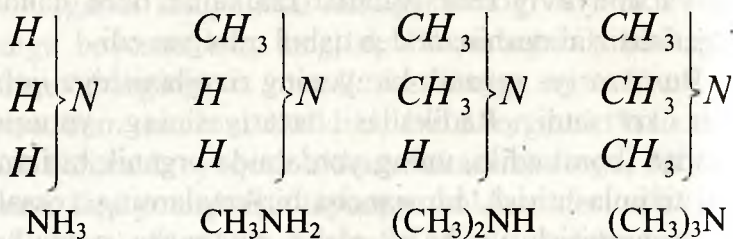
yadga ega galogen atomlari bilan almashinishi mumkinligini tushuntirib bera olmadi.

**Tiplar nazariyasi.** Bu nazariya J.Dyuma tomonidan radikallar nazariyasini qayta ishlangan holda yaratildi. Dyuma organik birikmalarni shu nazariyaga muvofiq sinflashni taklif etdi. Masalan, suv tipi:



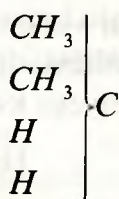
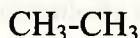
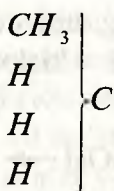
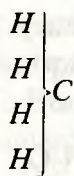
Demak, bular suv singari reaksiyalarga kirishadi. Masalan, natriy metalli ta'sirida vodorod ajralib chiqadi.

Ammiak tipi:



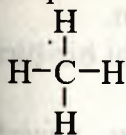
Metan tipi:



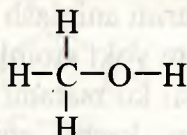


Lekin shunday murakkab tuzilishli organik moddalar borki ularning tarkibida bir nechta tiplar uchraydi. Ularni bu nazariya bo'yicha sinflash va nomlash qiyin bo'ladi.

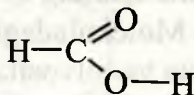
XIX asrning 60-yillariga kelib molekulyar massani aniqlashda atom massaning ishlatilishi, atomlarning molekulada o'zaro bog'langan holda bo'lishining aniqlanishi hamda A.Kuper va A.Kekulening organik birikmalarda uglerod elementining doimo to'rt valentli bo'lishini kashf etganliklari yangi nazariyaning yaratilishiga zamin bo'ldi. Shularga asoslanib A.M.Butlerov (1861-y.) molekulada atomlarning bir-biriga bog'langanlik tartibini aks ettiruvchi organik moddalarning *struktur, ya'ni tuzilish nazariyasini* yaratdi. U molekuladagi atomlarning bir-biriga bog'lanishini chiziqcha bilan ifodalashni taklif etdi. Masalan,



Metan



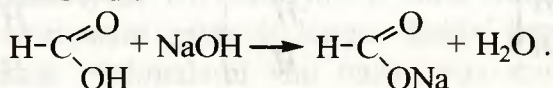
Metil spirt



Chumoli kislotasi

Metan va metil spirtida to'rttadan vodorod bor, ammo metil spirtidagi gidroksil guruhning vodorodi qolgan vodorodlarga nisbatan reaksiya qobiliyati yuqori. Metil spirtidagi gidroksil guruh vodorodi chumoli kislotadagi gidroksil guruh vodorodidan farq qiladi. Spirt gidroksil

guruh vodorodi natriy gidroksid ta'sirida natriy ioniga almashmaydi, chumoli kislota esa ishqor bilan reaksiyaga kirishadi:



1823-yilda Yu.Libix hamda F.Vyoller tomonidan aniqlangan va 1930-yilda Ya.Berselius tomonidan fanga kiritilgan organik moddalarda izomeriya hodisasining sabablarini Butlerovning kimyoviy tuzulish nazariyasi to'g'ri tushuntirib berdi.

A.M.Butlerovning kimyoviy tuzilish nazariyasining asosiy tamoyillari quyidagilardan iborat:

1. Modda molekulasini tashkil qiluvchi atomlar bir-biri bilan tartibsiz holda emas, balki ma'lum izchillikda, o'z valentliklariga muvofiq ravishda kimyoviy bo'g'lanishlar vositasida bog'langan.

2. Har qanday moddaning xossalari nafaqat sifat va miqdoriy tarkibiga, balki molekusining tuzilishiga ham bog'liq.

3. Moddaning xossalariga asoslanib uning molekulasini tuzilishini yoki aksincha, molekulyar tuzilishga ko'ra moddaning xossalarini aniqlash mumkin.

4. Molekuladagi atom yoki atomlar guruhi bir-biriga bevosita va bilvosita ta'sir ko'rsatadi.

Butlerov tomonidan kashf etilgan bu nazariya yordamida o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan va yangi topilgan moddalarni to'la sinflash mumkin bo'ldi, yangi moddalarning sintez yo'llari ko'rsatildi.

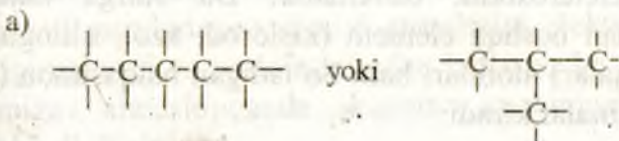
Organik moddalarni sinflashda quyidagilar asos qilib olindi:

1. Uglerod organik moddalarda doimo to'rt valentli.

2. Agar organik moddalar tarkibida uglerod atomlari soni ko'p bo'lsa, ular zanjirsimon bog'li birikmalar hosil qiladi. Bunga uglerod skeleti deyiladi.

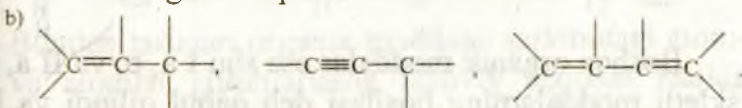
Uglerod skeleti har xil bo'lishi mumkin:

I. Uglerod skeleti to'g'ri yoki tarmoqlangan zanjirli birikmalarda bo'lishi mumkin, bunga asiklik birikmalar deyiladi.



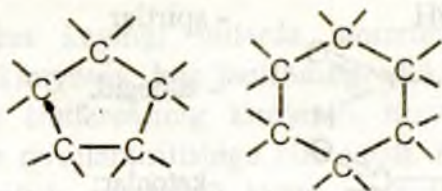
Asiklik birikmalar to'yingan va to'yinmagan birikmalarga bo'linadi.

To'yinmagan birikmalarda uglerod atomlari o'zaro qo'sh va uch bog'lar orqali birikkan bo'ladi:



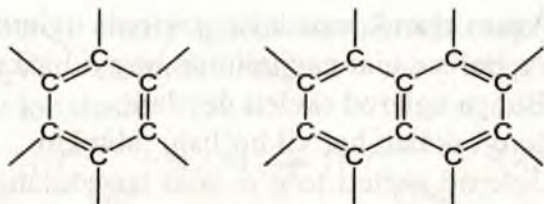
II. Karbosiklik birikmalar. Bunga uglerod atomlaridan tashkil topgan halqa shaklidagi zanjirli birikmalar kiradi. Ular uchga bo'linadi:

a) Alisiklik birikmalar.

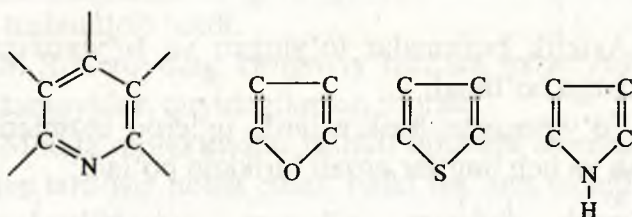


b) Aromatik birikmalar, tarkibida  $C_6H_6$  guruh benzol halqasi bo'ladi.





d) Geterosiklik birikmalar. Bu sinfga halqada ugleroddan boshqa element (kislород, azot, oltingugurt va boshqalar) atomlari ham bo'ladigan halqasimon (siklik) birikmalar kiradi:



Boshqa organik moddalar esa shu I a, b, va II a, b, d skletli moddalarning hosilasi deb qabul qilindi va R-X formula bilan ifodalandi.

R – I va II skletli radikal, X – funksional guruhlar, ya'ni

X = -F, -Cl, -Br, -I - galloid hosilalar

X = -OH - spirtlar

X =  $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \text{H} \end{array}$  - aldegid,

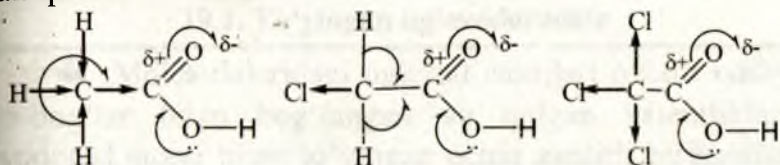
X =  $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \text{R} \end{array}$  -ketonlar;

X =  $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \text{OH} \end{array}$  - karbon kislotalar;

X = -NH<sub>2</sub> - aminobirikmalar;

X = -NO<sub>2</sub> - nitrobirikmalar va boshqalar.

Butlerovning nazariyasini uning izdoshi Markovnikov takomillashtirib, molekuladagi o'zaro to'g'ridan-to'g'ri bog'lanmagan atomlarning bir-biriga ta'siri borligini isbotlab berdi. Masalan,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  molekulasida karboksil guruhdagi vodorod atomiga metil guruhining ta'siri borligi, sirka kislotasining kuchsiz kislota ekanligi va metil guruhidagi vodorod atomlarini elektronamfiyligi uglerod va vodorodnikidan kattaroq bo'lgan xlor atomiga almashinganda kislota kuchining ortishi aniqlandi. Ya'ni:



Bundan tashqari organik moddalar tarkibidagi atomlar va atomlar guruhlarining fazoviy tuzilishi haqida Butlerov qisman aytib o'tgan edi. Vant-Goff va unga bog'liq bo'magan holda J.Le Bel 1874-yilda Butlerovning kimyoviy tuzilish nazariyasini yanada takomillashtirib fazoviy tuzilish – stereoizomeriya tushunchasini fanga kiritdi.

1916-yildan keyingi yillarda atomning elektron tuzilishi va kimyoviy bog'lanishning elektron tabiati kashf etilishi Butlerovning kimyoviy tuzilish nazariyasini yanada rivojlantirilishiga olib keldi. Keyinchalik kimyoviy tuzilish nazariyasi kvant nazariyasi asosida takomillashtirildi. Bunda G.Lyuis va V.Kossel (dublet-oktet prinsipi, 1916-y.), I.Lengmyur (kovalent bog'lanish tushunchasi, 1919-y.), E.Shredinger (to'lqin mexanikasi, 1926-y.), V.Gaytler va F.London (valent bog'lanishlar nazariyasi, 1927-y.), K.Ingold (mezomeri-

ya, 1926 – 1933-y.), L.Polling (rezonans nazariyasi, 1928 – 1938-y.), Malliken va Hund (molekulyar orbitalar metodi, 1932-y.) kabi mashhur kimyogar olimlarning xizmati katta.

O'zbek olimi A.G.Maxsumov kimyoviy tuzilish nazariyasini elektron va fazoviy tuzilishga bog'lab, hozirgi zamon takomillashtirilgan qoidasi ta'rifini taklif etdi. Ushbu qoida shunday tariflanadi: «Murakkab zarrachaning xossalari uning tarkibi hamda kimyoviy, elektron va fazoviy tuzilishiga bog'liq».



## 19-BOB. UGLEVODORODLAR

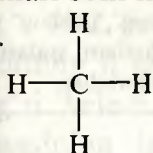
✦ Faqat uglerod va vodoroddan tashkil topgan birikmalar *uglevodorodlar* deb ataladi.

Molekulasida uglerod atomlari orasida oddiy bog‘, qo‘shbog‘, uchbog‘ yoki uglerod atomlari halqalari mavjudligiga ko‘ra uglevodorodlar bir necha sinflarga bo‘linadi. Uglevodorodlarning sinflanishi 19.1.-jadvalda keltirilgan.

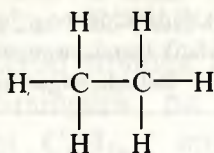
### 19.1. To‘yingan uglevodorodlar

✦ Molekularidagi uglerod atomlari o‘zaro oddiy  $\sigma$ -bog‘lar bilan bog‘langan va qolgan valentliklari vodorod atomi bilan to‘yingan ochiq zanjirli birikmalar to‘yingan uglevodorodlar deb ataladi.

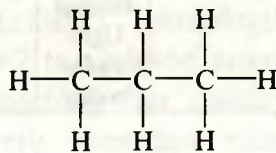
To‘yingan uglevodorodlar metanning gomologik qatori, alkanlar yoki parafinlar deb ham yuritiladi. Uglerod atomining boshqa uglerod atomlari bilan bog‘lanmagan qolgan valentliklari vodorod bilan to‘yingan. Shuning uchun to‘yingan uglevodorod molekulalarida vodorod atomlari soni maksimal bo‘ladi.



Metan



Etan



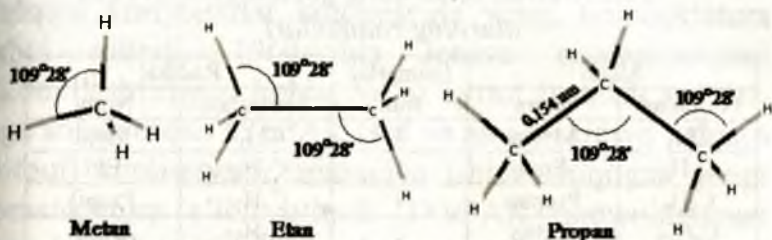
Propan

19.1.-jadval. Uglevodorodlarning sinflanishi

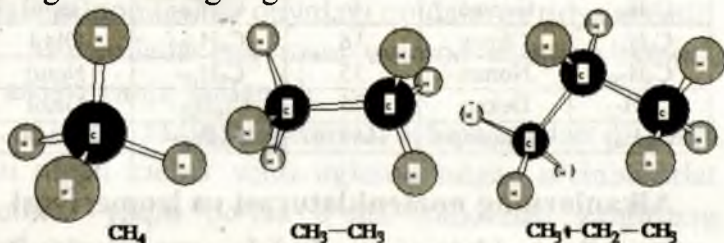
Uglevodorod	Nomi	Boshqa nomlari	Dastlabki vakillari, formulasi	Umumiy formulasi
To'yingan	Alkan	Metanning gomologi, parafin	Metan, $CH_4$ Etan, $C_2H_6$ Propan, $C_3H_8$	$C_nH_{2n+2}$
	Sikloalkan	Siklopara-fin, naften, siklan,	Siklopropan, $C_3H_6$ Siklobutan, $C_4H_8$ Siklopentan, $C_5H_{10}$	$C_nH_{2n}$
To'yinmagan	Alken	Etilen gomologi, olefin, qo'shbog'li uglevodorod	Etilen, $C_2H_4$ Propilen, $C_3H_6$ Buten, $C_4H_8$	$C_nH_{2n}$
	Alkadien	Dien uglevodorod, ikki qo'shbog'li uglevodorod	Butadien, $C_4H_6$ Pentadien, $C_5H_8$	$C_nH_{2n-2}$
	Alkin	Atsetilen gomologi, uchbog'li uglevodorod	Atsetilen, $C_2H_2$ Propin, $C_3H_4$ Butin, $C_4H_6$	$C_nH_{2n-2}$
To'yinmagan	Aren	Benzolning gomologi, aromatik uglevodorod	Benzol, $C_6H_6$ Toluol, $C_7H_8$ Etilbenzol, $C_8H_{10}$	$C_nH_{2n-6}$
	Boshqa Uglevodorodlar	Tarkibida oddiy bog', qo'shbog', uchbog' va alifatik hamda aromatik halqalarni aralash holatda tutgan uglevodorodlar.		

To'yingan uglevodorodlarda uglerod atomlari to'rt valentlik, vodorod esa bir valentlik holatida bir-biriga bog'langan. Bu holatda fazodagi barcha 4 ta gibridlangan orbitallar tetraedrik shakl hosil qiladi. (C-H bog'lari orasidagi burchaklar  $109^{\circ}28'$  ga teng). Metan

molekulasidagi atomlarni fazoviy joylashuvini tetraedr modellar yordamida ko'rsatish mumkin.



Ushbu molekularning shar-sterjenli tuzilish modeli quyidagi ko'rinishga ega:



Alkanlar har biri boshqasidan  $-\text{CH}_2-$  guruh bilan farqlanadi. Bunday qator **gomologik qator** deyiladi. Uning alohida a'zolari esa **gomologlar** deb ataladi. Ular bir-biriga yaqin bo'lgan kimyoviy xossalarga hamda ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradigan fizik xossalarga ega. 19.2.-jadvaldan ko'rinib turibdiki gomologik qatorning  $n$  ta uglerod atomiga  $2n+2$  ta vodorod atomi to'g'ri keladi. Shuningdek, bu qatorning har qanday halqasining tarkibi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  umumiy formulasi bilan ifodalanadi. Shu formulani alkan molekulasidagi uglerod atomlari sonini bilgan holda har qanday to'yingan uglevodorodning molekulyar formulasini oson yozish mumkin. Masalan, agar  $n$  25 ga teng bo'lsa, bunda uglevodorod formulasi  $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$  bo'ladi.



Agar alkandan bir vodorod atomi olinsa, bir valentli uglevodorod qoldiq – radikal hosil bo'ladi.

19.2.-jadval. Metanning gomologik qatori va ularning radikalari

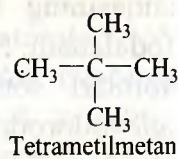
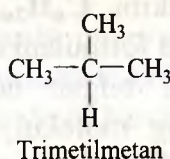
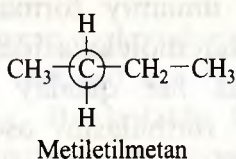
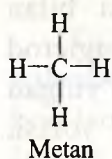
Alkan		Izomerlar soni	Radikal	
Formulasi	Nomi		Formulasi	Nomi
CH <sub>4</sub>	Metan	1	CH <sub>3</sub> -	Metil
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etan	1	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	Etil
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propan	1	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -	Propil
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butan	2	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> -	Butil
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Pentan	3	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> -	Pentil
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Geksan	5	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> -	Geksil
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	Geptan	9	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> -	Geptil
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Oktan	18	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> -	Oktil
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	Nonan	35	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> -	Nonil
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	Dekan	75	C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> -	Dezil
C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	Eykozan	366319	C <sub>20</sub> H <sub>41</sub> -	Eykozil

**Alkanlarning nomenklaturasi va izomeriyasi**

Organik moddalarni nomlashda asosan uch xil nomenklaturadan foydalaniladi.

1. Trivial (tasodifiy), masalan, metan, etan, propan, butan, chumoli, sirka.

2. Ratsional – bu nomenklaturaga asosan gomologik qatorning birinchi yoki ikkinchi a'zolaridan biri (masalan, metan) asos qilib olinib, qolganlari uning hosilasi deb qaraladi. Masalan,



Lekin murakkab, juda tarmoqlangan tuzilishga ega bo'lgan moddalarni bu nomenklaturada nomlash qiyin.

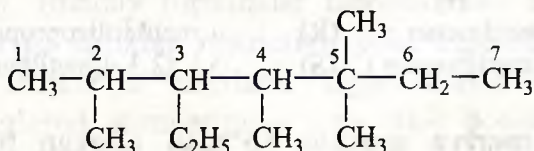
3. Jeneva nomenklaturasi. 1892-yilda Jenevada Xalqaro kimyogarlar kongressida yangi nomenklatura qabul qilindi. 1960-yilda Jeneva nomenklaturasi takomillashtirilgan holda, ya'ni ayrim tuzatish va tartibga solish orqali IYuPAK (sof va amaliy kimyo xalqaro ittifoqi) komissiyasi tomonidan ishlab chiqilgan yangi nomenklatura e'lon qilindi. IYuPAK nomenklaturasi hozirda sis-tematik yoki xalqaro nomenklatura deb ham yuritiladi. Mazkur nomenklaturaga asosan organik moddalarni nomlashda quyidagi qoidalarga rioya etiladi:

1. Molekulada eng uzun uglerod atomlari zanjiri, ya'ni asosiy zanjir tanlanadi.

2. Asosiy zanjirning qaysi uchiga vodorod atomi o'rnini olgan kichik sonli uglerod tutgan o'rinbosarlar (radikallar) yaqin bo'lsa o'sha tomondan zanjirning uglerod atomlari raqamlanadi.

3. Moddani nomlashda o'rinbosarlar alfavit tartibida aytiladi. Bunda o'rinbosarlarning asosiy zanjirda qaysi raqamli uglerod atomiga bog'langanligi va ularning molekuladagi umumiy soni 2 ta bo'lsa di-, 3 ta bo'lsa tri-, 4 ta bo'lsa tetra- va hokazo oldqo'shimchalar vositasida ko'rsatiladi.

4. Barcha orinbosarlar ko'rsatib o'tilgandan so'ng asosiy zanjirning nomi aytiladi. Masalan,



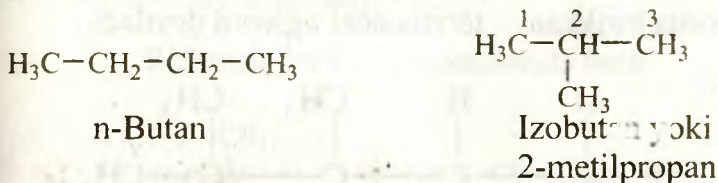
2,4,5,5 - tetrametil, 3 - etilgeptan;



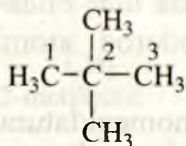
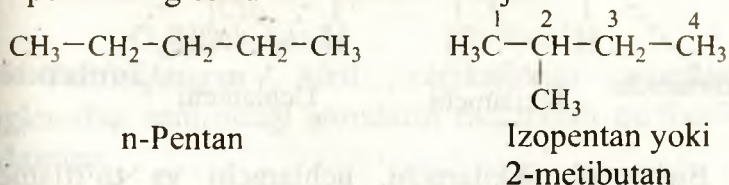


olimi Ya. Berzelius tomonidan kiritilgan. Kimyoviy tarkibi va molekulyar massasi bir xil, lekin tuzilish formulasi va fizik va kimyoviy xossalari turlicha bo'lgan moddalar **izomer moddalar** deyiladi.

Metan, etan, propanning izomeri yo'q. Butanning ikkita



pentanning esa uchta izomeri mavjud:

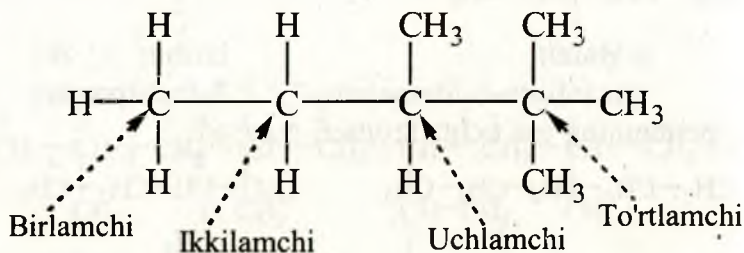


Neopentan yoki  
2,2-dimetilpropan

To'g'ri zanjirli ko'rinishdagi birikmalar normal birikmalar deyiladi va n-harfi bilan belgilanadi. Izobutan, izopentan va neopentandagi uglerod zanjiri esa tarmoqlangan. Bunday birikmalar izobirikmalar deyiladi. Bu izomeriya struktur izomeriya yoki uglerod skeleti bo'yicha izomeriya deyiladi. Uglevodorod molekulasidagi uglerod atomlarining soni ortib borishi bilan

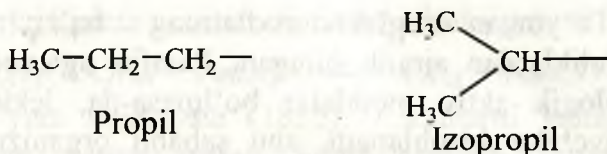
izomerlarning soni ham tez ortib boradi (19.2.-jadvalga qarang).

Alkanlarda uglerod atomi faqat bitta uglerod atomi bilan bog'langan bo'lsa birlamchi, ikkita uglerod atomi bilan bog'langan bo'lsa – ikkilamchi, uchta uglerod bilan birikkan bo'lsa – uchlamchi, to'rtta uglerodga bevosita birikkani – to'rtlamchi uglerod deyiladi.

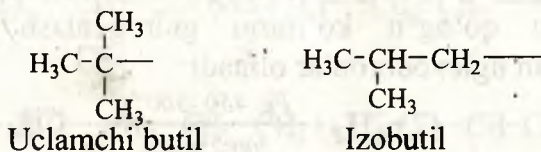
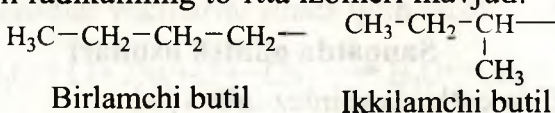


Birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi uglerod atomlari hamda ular bilan bevosita bog'langan atomlar (masalan vodorod atomi) har xil reaksiya qobiliyatiga ega.

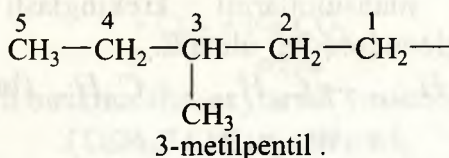
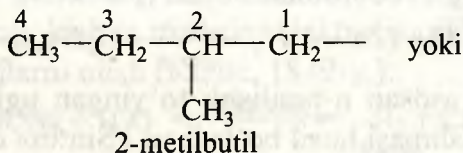
Radikallar ham nomenklatura qoidalariga binoan nomlanadi. Bir valentli radikalning umumiy nomi alkil deb atalib, R–bilan belgilanadi. To'yingan uglevodorod radikalining umumiy formulasi  $C_nH_{2n+1}$ . Radikalning nomi unga tegishli bo'lgan uglevodorod nomidan kelib chiqadi. Buning uchun uglevodorod nomidagi «-an» qo'shimchasi «-il» qo'shimchasiga almashtiriladi. Masalan, radikalning ham izomerlari mavjud. Radikalarda tegishli alkanlarga qaraganda izomerlari ko'proq. Masalan, propanda izomerlar yo'q, lekin propil radikalining ikkita izomeri bor:



Butil radikalining to'rtta izomeri mavjud:



Tarmoqlangan alkil radikallarini nomlashda uglerodlar zanjiridagi atomlarni raqamlash qo'llaniladi. Masalan:



### To'yingan uglevodorodlarning tabiatda uchrashi va olinishi

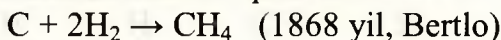
To'yingan uglevodorodlarning quyi vakillari tabiiy gazning tarkibiy qismini tashkil qiladi. Qattiq holdagi to'yingan uglevodorodlar bitum, asfalt, azokerit (tog' mumi) larning asosiy tarkibiy qismidir, neft to'yingan uglevodorodlar aralashmasiga boy tabiiy manbadir.



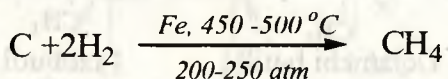
To'yingan uglevodorodlarning ba'zi vakillari o'simliklardan ajratib olingan. Parafin uglevodorodlari fiziologik aktiv moddalar bo'lmasa-da, lekin kuchli erituvchilar hisoblanadi, shu sababli organizm uchun xavflidir.

### Sanoatda olinish usullari

1. Elementlardan sintez qilib olish:

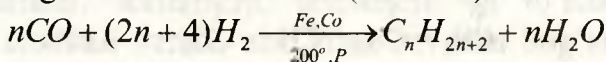


yoki qo'ng'ir ko'mirni gidrogenlash natijasida to'yingan uglevodorodlar olinadi:



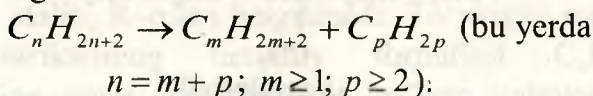
Bu usul bilan sun'iy benzin olish mumkin.

2. Uglerod(II) oksidini gidrogenlash orqali to'yingan uglevodorodlarni olish (F.Fisher):



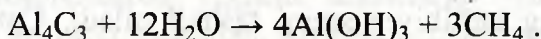
Bunda asosan n-tuzilishli to'yingan uglevodorodlarning aralashmasi hosil bo'ladi va «Sintin» deb ataladi.

3. Neft mahsulotlarini krekinglash natijasida to'yingan uglevodorodlar olinadi.

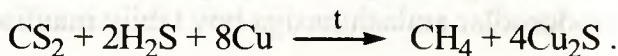


### Laboratoriyada olinish usullari

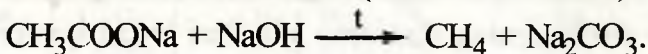
4. Alyuminiy karbidga suv ta'sir etish orqali metanning olinishi:



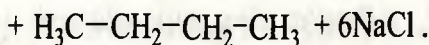
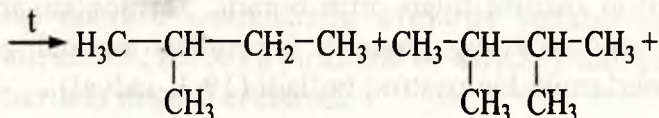
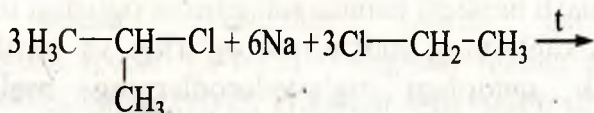
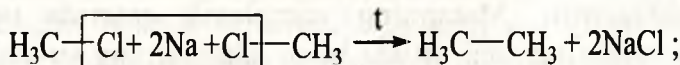
5. Metanni Bertolle usuli bo'yicha uglerod sulfiddan olinishi:



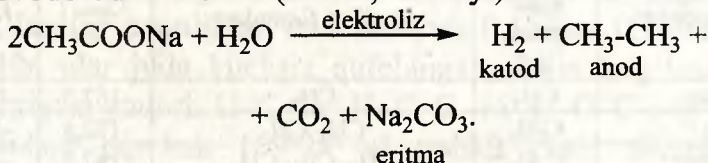
6. Sirka kislota tuzidan olish (dekarboksillanish):



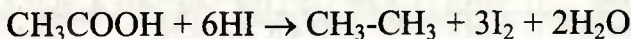
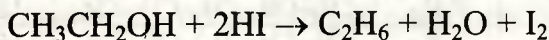
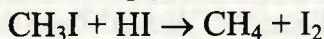
7. Vyurs reaksiyasi (1855). Alkanlarni galogenli hosilalarini natriy metalli bilan qizdirib to'yingan uglevodorodlar vakillarini sintez qilib olish:



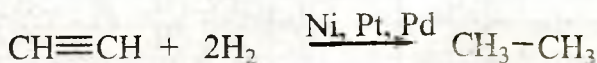
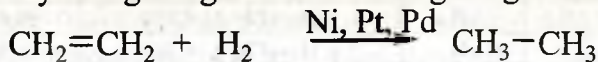
8. Organik kislota tuzlarini elektroliz qilib to'yingan uglevodorodlarni olish (Kolbe, 1849-y.):



9. Har xil birikmalarni qaytarish vositasida:



10. To'yinmagan uglevodorodlarni gidrogenlash:



## Alkanlarning fizik xossalari

Alkanlarning dastlabki vakillari butan va neopentan oddiy sharoitda rangsiz gaz moddalar,  $C_5-C_{17}$  a'zolari benzin hidimi eslatuvchi rangsiz suyuqlik va undan yuqori to'yingan uglevodorodlar esa rangsiz qattiq moddalardir. Metanning gomologik qatorida uglerod atomlarining soni ortishi bilan alkanlarning suyuqlanish va qaynash harorati hamda solishtirma og'irligi ortib boradi. Alkanlarning solishtirma og'irligi va zichligi gomologik qatordagi uglevodorodlarning molekulyar og'irligi oshishi bilan ortib boradi. Tarmoqlangan zanjirli izomerlarning qaynash haroratlari normal zanjirli izomerlarnikidan pastroq bo'ladi (19.3.-jadval).

19.3-jadval. Alkanlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari

Nomlanishi	Molekular formulasi	Tuzilish formulasi	$T_{\text{suyuq}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{qayn}}, ^\circ\text{C}$
Metan	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	-182,5	-161,5
Etan	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$	-182,8	-88,6
Propan	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-187,7	-42,1
Butan	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-138,3	-0,5
Izobutan	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$	-159,6	-11,7
Pentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-129,7	+36,1
Izopentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-159,9	+27,6
Neopentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$	-16,6	+9,5
Geksan	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$	-95,3	+68,7
Geptan	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_3$	-90,6	+98,4
Oktan	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_3$	-56,8	+124,7
Nonan	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$	-53,7	+150,8
Dekan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$	-29,6	+174,0
Geksadekan	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}_3$	+18,2	+286,8
Eykozan	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{18}-\text{CH}_3$	+36,8	+342,7



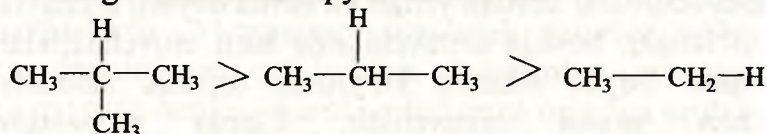
Pentakozan	$C_{25}H_{52}$	$CH_3-(CH_2)_{23}-CH_3$	+53,7	+400,1
Triakontan	$C_{30}H_{62}$	$CH_3-(CH_2)_{28}-CH_3$	+68,8	+446,4
Gektan	$C_{100}H_{202}$	$CH_3-(CH_2)_{98}-CH_3$	+115,4	

Alkanlarning molekulari qutbsiz. To‘yinmagan uglevodorodlar suvdan yengil va suvda deyarli erimaydi. Qutblangan boshqa erituvchilarda ham eruvchanliklari yomon. Suyuq alkanlar ko‘pincha organik moddalar uchun yaxshi erituvchidir. Ularda galogenlar, oltingugurt, fosfor va ba‘zi noorganik tuzlar, masalan  $BF_3$ ,  $CoCl_2$ ,  $NiCl_2$  eriydi. Alkanlar uglevodorodlarda va ularning galogen hosilalarida, efirlarda yaxshi eriydi. Metanol, etanol, fenol va piridinda oz eriydi. Etilenglikol va glitserinda deyarli erimaydi.

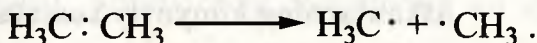
### Alkanlarning kimyoviy xossalari

To‘yingan uglevodorodlarda C-C , C-H sigma-bog‘larning uzunliklari mos ravishda 0,154 va 0,109 nm bo‘lib, ular juda kuchsiz qutblangan, lekin bog‘lanish energiyasi yuqori. H-C-H, H-C-C va C-C-C bog‘lar orasidagi burchak  $109^{\circ}28'$  ni tashkil etadi. Shuning uchun to‘yingan uglevodorodlar past reaksiyon qobiliyatli organik birikmalar hisoblanadi, ammo kimyoviy inert emas. To‘yingan uglevodorodlarning parafinlar deb atalishining sababi ham ularning reaksiyon qobiliyatining pastligidadir (lot. parum – oz, affinis – moyillik). Alkanlar birikish reaksiyasiga kirishmaydi. Oddiy sharoitda kislotalar, ishqorlar, kuchli oksidlovchilar bo‘lgan  $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$  va boshqalar bilan ta’sirlashmaydi. Muayyan sharoitda ular oksidlanish, galogenlanish, nitrolanish va boshqa reaksiyalarga kirishadi. Alkanlar

orasida metan va etanning reaksiyon qobiliyati pastroq. Almashinish reaksiyalariga uchlamchi uglerod atomidagi vodorod atomlari osonroq, ikkilamchi uglerod atomidagi vodorod atomi esa qiyinroq, birlamchi uglerod atomidagi vodorod esa qiyin almashinadi:



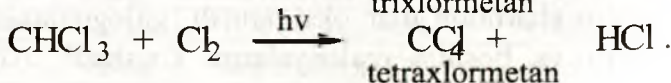
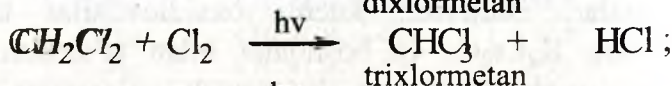
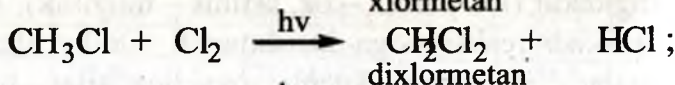
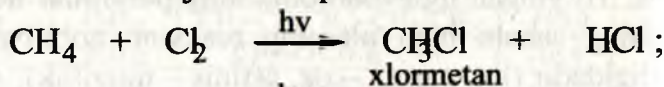
Tegishli sharoitda C-H yoki C-C bog'lanishning uzilishi sodir bo'ladi. Alkanlar qutblanmagan birikmalar bo'lganligi uchun bu bog'larning uzilishi asosan ionlar emas, balki radikallar hosil bo'ladi, ya'ni bu jarayon *gomolitik mexanizm* bo'yicha boradi:



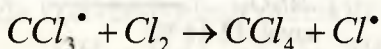
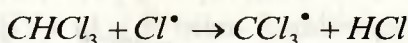
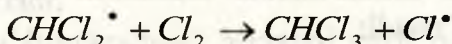
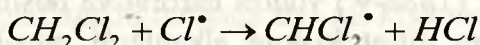
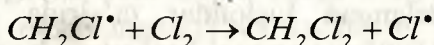
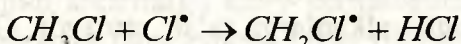
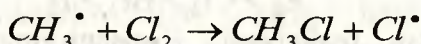
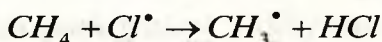
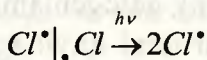
Molekuladagi bog'lar geterolitik uzilganda esa ionlar hosil bo'ladi:



**Galogenlanish reaksiyalari.** Galogenlar yorug'lik nuri ta'sirida to'yingan uglevodorodlar bilan reaksiyaga kirishadi. Metanga xlor ta'sir ettirilganda metanning vodorod atomlari birin-ketin xlor atomlariga almashinadi va vodorod xlorid ajralib chiqadi:

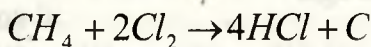


Metanning yorug'lik nuri ta'sirida xlordanishi, radikalli mexanizmida sodir bo'ladi va zanjir reaksiya deyiladi. Dastlab xlor molekulasini radikallarga ajraladi. Ya'ni,

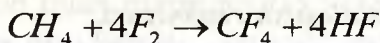


Ortib qolgan Cl radikali boshqa molekula bilan ta'sirlashib radikalga aylantiradi va zanjirli mexanizmida boradigan reaksiyani davom ettiradi.

Agar metan issiqlik ta'sirida xlordanansa reaksiya portlash bilan borib, vodorod xlorid va ko'mir hosil bo'ladi:



Xlorlanish va bromlanish reaksiyalari yorug'lik nuri ta'sirida nisbatan oson boradi. Ftor bilan esa reaksiya portlash bilan boradi:

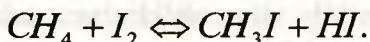


Shuning uchun bu reaksiya erituvchi ishtirokida olib boriladi.

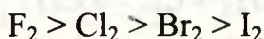
Metan yod bilan reaksiyaga qiyin kirishadi va reaksiya oxirigacha bormaydi. Hosil bo'lgan modda va



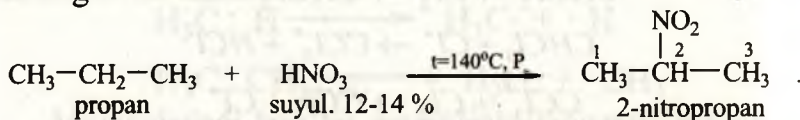
boshlang'ich modda o'rtasida kimyoviy muvozanat vujudga keladi:



Demak, metanning galogenlanish reaksiyalari tezliklarini ortib borish tartibini quyidagicha ifodalash mumkin:

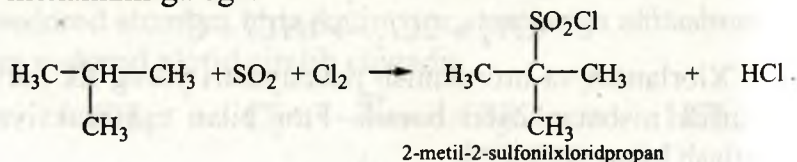


Nitrolanish reaksiyasi. Konsentrlangan kislotalar oddiy sharoitda alkanlarga ta'sir etmaydi. Qizdirilganda esa konsentrlangan kislotalar ta'sirida parchalanadi. Konovalov (1888-y.) yuqori harorat va bosim sharoitida suyultirilgan nitrat kislota alkanlarni nitrolashi mumkinligini ko'rsatdi:

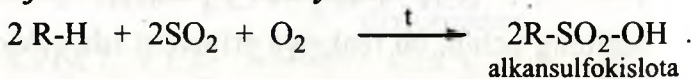


Bureaksiya ham radikal mexanizm bo'yicha borib asosiy mahsulot sifatida 2-nitropropan hosil bo'ladi va oz miqdorda 1-nitropropan ham hosil bo'ladi:

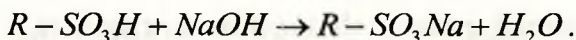
**Sulfoxlorlash reaksiyasi.** Bu reaksiya yorug'lik nuri ta'sirida yoki qizdirilganda boradi va radikal o'rin olish mexanizmiga ega.



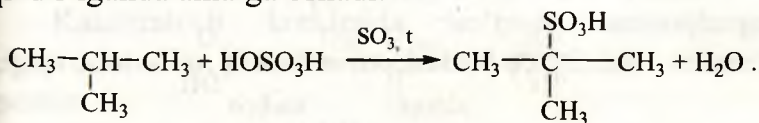
**Sulfooksidlanish reaksiyasi.**



Alkansulfokislotalar ( $C_{10}-C_{16}$ ) ishqorlar bilan sintetik yuvish vositalari hosil qiladi:

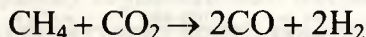
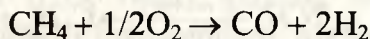
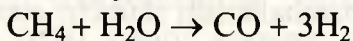


**Sulfolash reaksiyasi** alkanlarga oleum qo‘shib qizdirilganda amalga oshadi:



**Oksidlanish reaksiyalari.** Oddiy sharoitlarda alkanlar kuchli oksidlovchilar ta‘siriga ham chidamlidir. Shuning uchun alkanlarga kaliy permanganat suvli eritmasi qo‘shilganda ham eritma rangi o‘zgarmaydi. Ammo katalitik oksidlanganda va kuchliroq qizdirilganda alkanlar oksidlanadi, natijada har xil kislorodli birikmalar hosil bo‘ladi.

**Metanni konversiyasi.** Metanni suvli bug‘, kislorod yoki uglerod(IV) oksidi bilan katalizatorlar ishtirokida yuqori haroratda konversiyalash mumkin:



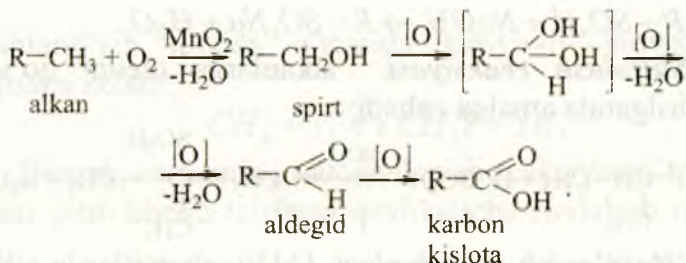
Bu reaksiyalar natijasida organik birikmalar olishda ishlatiluvchi *sindez gaz* hosil bo‘ladi.

Havoda alkanlar uglerod(IV) oksidi va suv hosil bo‘lishi bilan yonadi:

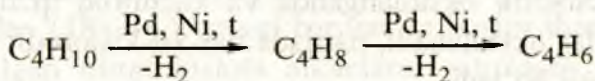


Bunda katta miqdorda issiqlik (890 kJ/mol) chiqadi.

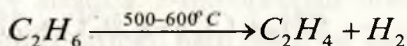
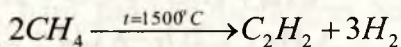
Alkanlar yuqori bo‘lmagan haroratlarda (200 °C), havodagi kislorod bilan marganes (IV)-oksidli katalizatorlar ishtirokida oksidlanadi. Natijada quyi molekullari uglevodorodlarning kislorodli birikmalari hosil bo‘ladi. Bunda uglerod-uglerod bog‘lari uziladi va to‘yingan kislotalar aralashmalari hosil bo‘ladi.



**Degidrogenlanish reaksiyasi.** Alkanlar katalizatorlar ishtirokida qizdirilganda to'yinmagan uglevodorodlar hosil bo'lib vodorod ajraladi:

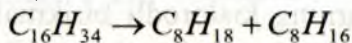


**Alkanlarning pirolizi.** Qizdirilganda birikmalarning parchalanish jarayoni piroliz deb ataladi. To'yingan uglevodorod molekulyar massasi qancha katta bo'lsa, uning termik parchalanishi shuncha oson bo'ladi:



Uglevodorodlar pirolizga uchraganda uglerod zanjirining uzilishi, degidrogenlanishi, izomerlanishi, siklizatsiyalanishi va sintez jarayonlari sodir bo'ladi. Pirolizda erkin radikallar hosil bo'ladi.

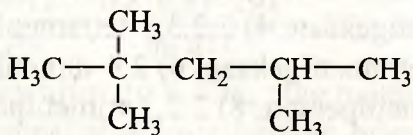
**Krekinglash reaksiyalari.** Kreking jarayonida yuqori haroratda qaynaydigan og'ir molekulalar past haroratda qaynaydigan kichik uglevodorodlarga parchalanadi. Shu yo'l bilan yuqori molekuli neft mahsulotlari benzina aylantiriladi:





Katalizatorlar ishtirokida yuqori harorat va bosim ostida boradigan krekning katalitik krekning deb ataladi. Katalizatorsiz krekning termik krekning deyiladi.

Katalizatorli krekningda ko'proq tarmoqlangan uglevodorodlar, masalan izooktan, ya'ni 2,2,4 - trimetilpentan



hosil bo'ladi. Bu modda aviatsiya benzinining asosiy tarkibiy qismini tashkil qiladi va standart suyuq yoqilg'i hisoblanadi. Benzinda izooktanning miqdori qancha ko'p bo'lsa uning oktan soni, ya'ni sifati shuncha yuqori bo'ladi.

### Ishlatilishi

To'yingan uglevodorodlarning pastki vakillaridan yoqilg'i sifatida ( $\text{CH}_4$  tabiiy gazning asosiy tarkibiy qismini tashkil qiladi) foydalaniladi. Metandan sanoatda asetilen, sianid kislota, metil spirti, chumoli aldegid olinadi. Etan, propan, butan va boshqa yuqori vakillaridan sanoatda turli maqsadlarda foydalaniladi. Metan gomologik qatorining o'rta vakillari erituvchi va motor yoqilg'isi sifatida ishlatiladi. Yuqori alkanlar yuqori spirtlar, kislotalar, yog'lar, surtuvchi moylar, plastifikatorlar va to'yinmagan birikmalar ishlab chiqarishda ishlatiladi.



$$y = \frac{1,8}{3} = 0,6$$

$y$  ning qiymatini (1) va (2) tenglamalarga qo'yib ularni yechamiz:

$$x + z = 1 - 0,6 = 0,4 \quad (4)$$

$$2x + 28z = 20 - 16 \cdot 0,6 = 10,4 \quad (5)$$

$$\begin{cases} x + z = 0,4(4) \\ 2x + 28z = 10,4(5) \end{cases} \left| \begin{array}{l} 28 \\ - \end{array} \right.$$

$$26x = 0,8$$

$$x = \frac{0,8}{26} = 0,03$$

$$z = 0,4 - 0,03 = 0,37 \quad (\text{B javob to'g'ri})$$

## 19.2. Sikloalkanlar

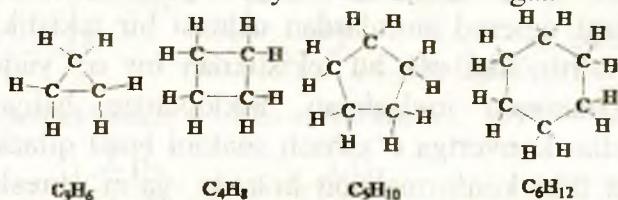
Uglerod atomlari uglevodorod molekulasida faqat to'g'ri yoki tarmoqlangan zanjir hosil qilibgina qolmay, balki halqalar ham hosil qiladi. Eng oddiy halqali uglevodorodlar *sikloalkanlar* bo'lib, ular alkanlardan ikkita vodorod atomini ajratib, halqa hosil qilish orqali kelib chiqadi. Bir halqali sikloalkanlarning umumiy formulasi  $C_nH_{2n}$ . Sikloalkanlarni, ya'ni sikloparafinlarni birinchi marta 1983-yilda V.V.Morkovnikov neft nahsulotlaridan ajratib olgan. Shuning uchun ular naftenlar deb ham yuritladi.

### Izomeriya va nomenklaturasi

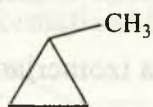
Bir halqali sikloalkanlarning nomi alkan nomiga "siklo-" old qo'shimcha qo'shish yo'li bilan hosil qilinadi. Ular halqadagi uglerod atomlari soni bo'yicha guruhlanadi. Sikloalkanlarning boshqa nomlari: sik-



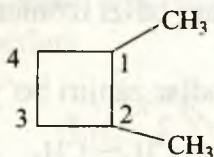
loparafin yoki naften. Quyida siklopropan, siklobutan, siklopentan va siklogeksanning grafik va molekulyar formulalari hamda fazoviy tuzilishi keltirilgan:



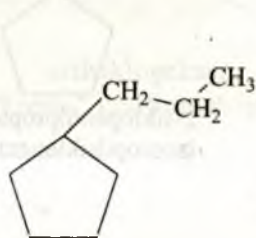
Halqadagi uglerodlarga bog'langan vodorod atomlari boshqa uglevodorod radikallariga almasha, ularning hosilalari kelib chiqadi. Masalan:



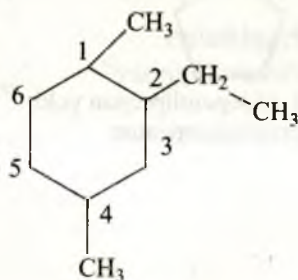
metilsiklopropan



1,2-dimetilsiklobutan



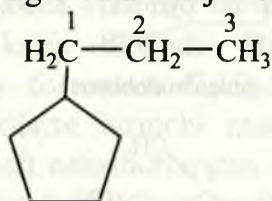
propilsiklopentan



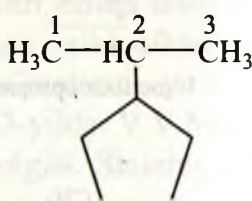
1.4-dimetil-2-etilsiklogeksan

Sikloalkanlardagi barcha uglerod atom orbitallari  $sp^3$  gibridlangan holatda. Siklopropan halqasidagi uglerod atomlari bitta tekislikda joylashgan. Siklobutanda halqadagi uglerod atomlardan uchtasi bir tekislik hosil qilib, to'rtinchisi esa bu tekislikdan bir oz yuqoriroq yoki pastroqda joylashgan. Siklopentan halqasidagi uglerodlar konvertga o'xshash shaklni hosil qiladi. Sikloalkan ikki konformatsion holatda, ya'ni «kreslo» va «vanna» shakllarida bo'lsa, siklogeptanning to'rtta konformatsion izomerlari mavjud: «qiyshiq kreslo», «kreslo», «qiyshiq vanna» va «vanna». Siklooktanning 11 ta konformatsion izomerlari bor. Shu sababdan sikloalkanlarda o'rinbosar uglerod atomlari zanjirining o'zgarishi tufayli *zanjir izomeriya*, o'rinbosarlarning halqadagi holatiga ko'ra *holat izomeriya*, o'rinbosarlarning halqa tekisligiga nisbatan joylashuviga ko'ra *fazoviy izomeriya* va halqa shakliga qarab *konformatsion izomeriya* hodisalarini kuzatish mumkin. Masalan, propilsiklopentanning quyidagi ba'zi izomerlarini ko'rsatish mumkin:

a) uglerodlar zanjiri bo'yicha izomerlari

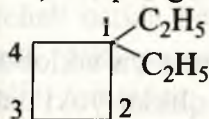


1-siklopentilpropan yoki propilsiklopentan

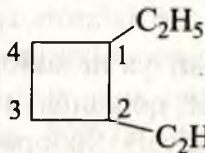


2-siklopentilpropan yoki izopropilsiklopentan

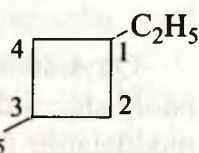
b) halqadagi o'rinbosarlar holat izomerlari



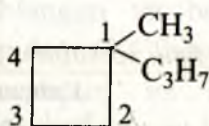
1,1-dietilsiklobutan



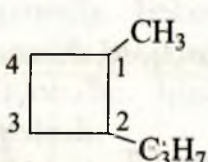
1,2-dietilsiklobutan



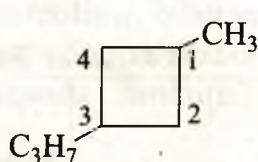
1,3-dietilsiklobutan



1-metil-1-propilsiklobutan

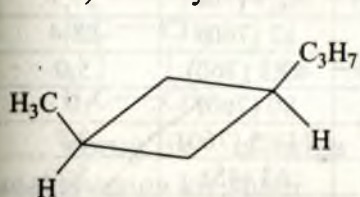


1-metil-2-propilsiklobutan

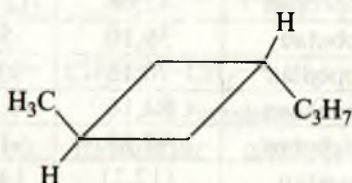


1-metil-3-propilsiklobutan

d) fazoviy izomerlari

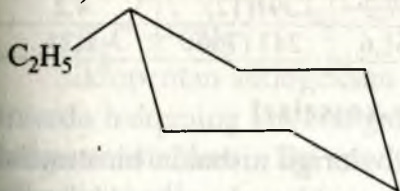


sis-1-metil-3-propilsiklobutan



trans-1-metil-3-propilsiklobutan

e) konformatsion izomerlari



etilsiklogeksan  
"kreslo" konformatsiyasi



etilsiklogeksan  
"vanna" konformatsiyasi.



## Fizik xossalari

Quyida sikloalkanlar, ya'ni siklopropan va siklobutan oddiy sharoitda gazlar, qolganlari suyuqliklar yoki qattiq moddalardir (19.4.-jadval). Sikloparafinlar suvda yomon eriydi, organik erituvchilarda esa yaxshi eriydi.

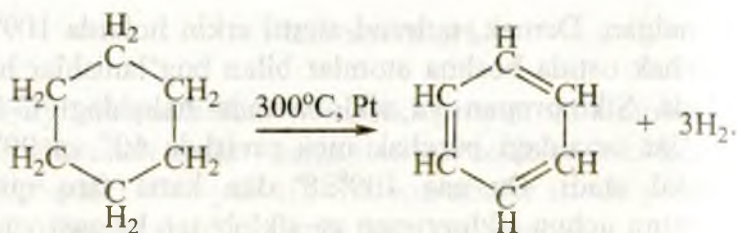
19.4.-jadval. Ba'zi sikloalkanlarning fizik xossalari

Sikloalkan	Molekulyar massa	$T_{\text{suyuq}},$ $^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{qayn}},$ $^{\circ}\text{C}$ (mm.sm ust.)	Halqaning kuchlanganlik energiyasi, kJ/mol
Siklopropan	42,08	-127,5	-32,7 (760)	37,7
Siklobutan	56,10	-50	12 (760)	28,4
Siklopentan	70,13	-93,9	49,3 (760)	5,0
Siklogeksan	84,16	6,5	80 (760)	0
Siklogeptan	98,19	-12	118,5 (760)	3,7
Siklooktan	112,21	14,3	63 (45)	5,1
Siklononan	126,24	9,7	69 (14)	5,9
Siklododekan	140,27	10,8	201 (760)	5,0
Sikloundekan	154,3	-7,2	91(12)	4,2
Siklododekan	168,32	61,6	243 (760)	1,25

## Kimyoviy xossalari

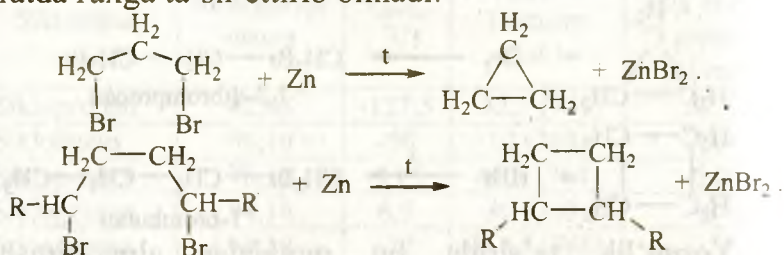
Sikloalkanlar alkan analoglariga nisbatan birmuncha beqaror, osonroq reaksiyaga kirishuvchan moddalardir. Sikloalkanlarning nisbiy beqarorligi ko'rsatkichi sifatida halqasining kuchlanganlik energiyasi qiymatini olish mumkin (19.4.-jadval). Siklopropanda bu ko'rsatkich maksimal bo'lib, siklogeksanga tomon kamayib boradi. Buning sababi quyidagicha tushuntiriladi. Uglerodning  $sp^3$  gibridlangan orbitallari erkin holatda  $109^{\circ}28'$  burchaklar hosil qilib, fazoning to'rt tomoniga





### Olinishi

Sikloalkanlar asosan neft mahsulotlaridan ajratib olinadi. Bundan tashqari dialkogenalkanlar yuqori haroratda ruxga ta'sir ettirib olinadi:



### Ishlatilishi

Sikloalkanlarning eng muhim vakillaridan siklopropan rangsiz gaz bo'lib, tibbiyotda narkoz sifatida ishlatiladi. Siklobutan, siklopentan va ayniqsa siklogeksan organik sintezda qo'llaniladi.

## 19.3. To'yinmagan uglevodorodlar.

### Alkenlar

To'yinmagan uglevodorodlarga alkenlar, alkinlar, alkadienlar, arenlar va boshqa aralash holatda qo'shbog', uchbog' va benzol halqasi tutgan uglevodorodlar kiradi (19.1.-jadval). Bu uglevodorodlar molekulasida bir yoki bir necha  $\pi$ - bog' mavjudligi bilan ajralib turadi.

**Alkenlar – molekulasida bitta qo'shbog' tutgan asiklik uglevodorodlar.**



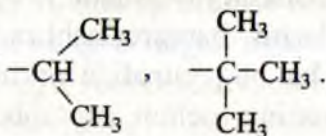
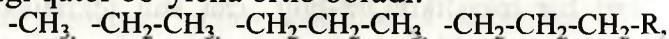
Alkenlar olefinlar, etilen qatori uglevodorodlar deb ham ataladi va ular  $C_nH_{2n}$  umumiy formulaga ega bo'lgan gomologik qatorni tashkil qiladi. Qo'shbog'li uglerodning 3 ta valent atom orbitallari  $sp^2$  gibridlangan bo'lib,  $120^\circ$  ostida valent burchaklar hosil qiladi. Bulardan ikkitasi vodorodlar bilan  $\sigma$ -bog' hosil qilishda qatnashsa, uchinchi boshqa uglerod atomi bilan  $\sigma$ -bog' hosil qilishda qatnashadi. Natijada uglerod atomlari orasida bir  $\sigma$ - va bir  $\pi$ - bog'dan iborat qo'shbog' yuzaga keladi. Alkenlarning dastlabki vakili bo'lgan etilen  $C_2H_4$ , ya'ni  $CH_2=CH_2$  ning fazoviy tuzilishi quyidagicha:



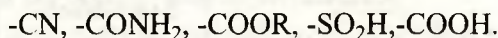
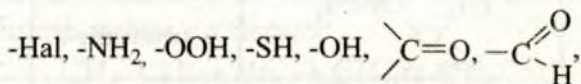
Uglerod (qora rangda) va vodorod atomlari (oq rangli) bir tekislikda joylashgan va uglerodlarning gibridlanmagan p-orbitallari ushbu tekislikka perpendikulyar holatda o'zaro qoplanib  $\pi$ -bog'ni hosil qiladi. Qo'shbog' hosil bo'lish hisobiga etandagi uglerod atomlari orasidagi masofa 0,154 nm dan etilenda 0,133 nm gacha kamayadi. Demak, etilendagi oltita atomning  $\sigma$ -bog'lari bir tekislikda,  $\pi$ -bog' esa shu tekislikka perpendikulyar tekislikda joylashadi.  $\pi$ -bog' bunday holatda etilen molekulasini barqarorlashtiradi va qo'shbog'li molekullarda bu bog' atrofida erkin aylanish mavjud bo'lmaydi. Shuning uchun, qo'shbog'li birikmalarda fazoviy izomeriya kuzatiladi.

**Izomeriyasi va nomenklaturasi.** IYuPAK nomenklaturasiga binoan alkenlarning nomi alkann nomidagi – an qoshimchasi o‘rniga –en qo‘shish bilan kelib chiqadi. Alken nomidagi –en qo‘shimchasi molekula uglerodlar zanjirida qo‘shbog‘ mavjudligini ifodalaydi. Alken nomini hosil qilish uchun qo‘shbog‘ tutgan eng uzun uglerodlar zanjir tanlanadi. Zanjirdagi uglerod atomlarini raqamlashda qo‘shbog‘li uglerod raqami kichik bo‘lishi shart. Bu raqam alkan nomidagi –en qo‘shimchasidan keyin qo‘yiladi (ba‘zan –en qo‘shimchasidan oldin ham keladi). 19.5.-jadvalda alkenlarning dastlabki vakillarini, izomerlari va nomlanishi keltirilgan. Alkenlarda tuzilish izomerlari tegishli alkanga nisbatan ko‘proq, chunki ularda uglerod zanjirining tarmoqlanishi hisobiga izomerlar hosil bo‘lishidan tashqari qo‘shbog‘ning asosiy zanjirdagi o‘mi bilan bog‘liq holat izomeriya hamda  $\pi$ -bog‘ tekisligiga nisbatan fazoviy (geometrik) izomeriya ham mavjud. Masalan buten-2 ning ikkita fazoviy izomeri bor (19.5-jadvalga qarang). Bular sis-buten-2 va trans-buten-2.

Agar qo‘shbog‘ tutgan uglerodlarga uchta yoki to‘rtta uglevodorod radikali yoki boshqa o‘rinbosarlar birikkan bo‘lsa sis- yoki trans-izomer ekanligini eng ahamiyatli ikkita o‘rinbosar guruhning joylashuviga ko‘ra aniqlanadi. O‘rinbosarlarning ahamiyatligi quyidagi qator bo‘yicha ortib boradi:



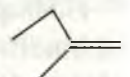
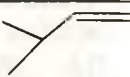
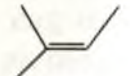
Boshqa guruhlar bu radikallardan ahamiyatli hisoblanib ularning ahamiyatligi quyidagi qator bo'yicha ortib boradi:



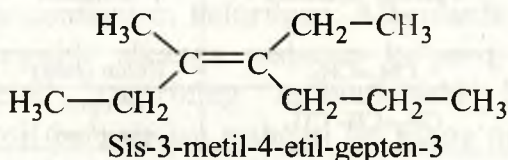
19.5.-jadval. Alkenlarning dastlabki vakillari, izomerlari va nomlanishi

Empirik	Tuzilish formulasi	Nomlanishi	Tuzilishining qisqartirilgan tasviri
$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Etilen (eten)	
$\text{C}_3\text{H}_6$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	Propen (propilen)	
$\text{C}_4\text{H}_8$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Buten-1	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	sis-Buten-2	
	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	trans-Buten-2	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	2-metilpropen-1	
$\text{C}_5\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Penten-1	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	sis-Penten-2	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	trans-Penten-2	



$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \text{C}=\text{CH}_2 \\ \quad \quad / \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-metilbuten-1	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}=\text{CH}_2 \\ \quad \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \text{CH} \\ \quad \quad / \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \quad \end{array}$	3-metilbuten-1	
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad / \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	2-metilbuten-2	

Ikkita eng ahamiyatli o‘rinbosarlar  $\pi$ -bog‘ tekisligining bir tomonida joylashganida sis-izomer, qarama-qarshi tomonlarida joylashganda esa trans izomer bo‘ladi.



### Fizik xossalari

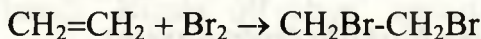
Quyida alkenlar gaz,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  dan boshlab  $\text{C}_{14}\text{H}_{28}$  gacha suyuq, yuqori alkenlar esa qattiq moddalardir. Barcha alkenlar suvda erimaydi, spirtida qisman eriydi.

### Kimyoviy xossalari

Alkenlarning kimyoviy faolligi alkanlarga qaraganda ancha yuqori. Etilenning fazoviy tuzilishidan ko‘rinib turibdiki uglerod atomlarining gibratlanmagan p-elektronlarni molekula atomlari joylashgan tekislikdan tashqarida o‘zaro qoplanganligi uchun hosil bo‘lgan  $\pi$ -bog‘ barqarorligi pastroq bo‘ladi. Ushbu  $\pi$ -bog‘ning uzilishi oson. Shu sababli bunday bog‘li birikmalar o‘ziga boshqa atomlarni biriktirib olish reaksiyasiga oson kirishadi.

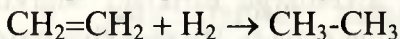
### **Galogenlarning birikishi (galogenlanish)**

Bromli suv ta'sir ettirilganda alkenlar uni rangsizlantiradi. Bu reaksiya to'yinmagan uglevodorodlarni sifatini aniqlash uchun qo'llanadi:

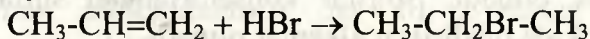


### **Vodorod birikishi (gidrogenlanish)**

Bu reaksiya platina, palladiy, nikel va boshqa metallar katalizatorligida qizdirilganda amalga oshadi:

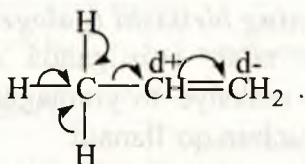


### **Galogenvodorodlarning birikishi (Markovnikov qoidasi bo'yicha)**

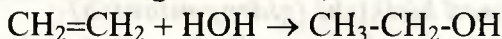


➔ Markovnikov qoidasiga ko'ra, to'yinmagan bog'li birikmalarga harakatchan vodorod atomiga ega bo'lgan moddalar birikkanda, vodorod atomi ko'proq gidrogenlangan uglerod atomiga birikadi.

Modda tuzilishining zamonaviy nazariyasi bu hodi-sani quyidagicha izohlaydi. Metil radikalidagi vodorod atomlari nisbiy elektromanfiyligi ( $X_{\text{H}}=2,1$ ) uglerodnikidan ( $X_{\text{C}}=2,5$ ) kichik bo'lgani uchun uchala C-H bog'lar elektron juftlari uglerod atomi tomon siljigan bo'ladi. O'z navbatida metil  $\text{CH}_3$ - radikali uglerodi o'zidan elektron juftini qo'shni uglerod atomi tomon itaradi (*musbat induksion effekt*), vinil radikali  $-\text{CH}=\text{CH}_2$  esa o'ziga elektronlarni tortadi (*manfiy induksion effekt*). Buning natijasida nosimmetrik qo'shbog' qisman qutblanadi. Shuning uchun  $\text{H}^+$  kationi elektron zichligi katta bo'lgan uglerod atomiga, anion ( $\text{Br}^-$ ) esa kichik elektron zichligiga ega bo'lgan uglerod atomiga birikadi:

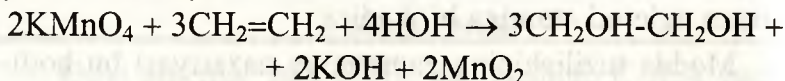


**Suvning birikishi (gidratlanish).**



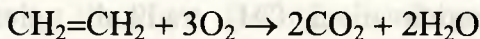
Suvning alkenlarga birikishi Markovnikov qoidasi bo'yicha amalga oshadi. Bu reaksiya qaytar tabiatga ega. Yuqori bosim, harorat va fosfat kislotasi katalizatorligida spirtlar olinadi. Spirtlar konsentrlangan sulfat kislotasi ishtirokida qizdirilsa, alkenlar olinadi.

**Oksidlanish.** Alkenlar oson oksidlanadi.  $\text{KMnO}_4$  kaliy permanganatning suvli eritmasi etilenni etilenglikol-gacha oksidlaydi:



Bu reaksiya ham bromli suv kabi to'yinmagan uglevododlarga sifat reaksiyasi sifatida qo'llanadi.

Kislorod va havoda alkenlar och sariq rangli alanga hosil qilib yonadi:



**Polimerlanish.** Alkenlar polimerlanish xususiyatiga ega.

↓ **Polimerlanish** – bir xil molekularning ketma-ket ulanib, yanada yirik molekular hosil qilib birikish reaksiyasidir.

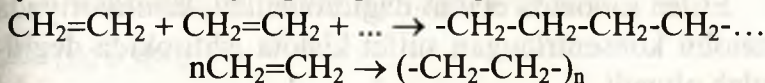
↓ Polimerlanish natijasida *yuqori molekulyar moddalar*, ya'ni *polimerlar* hosil bo'ladi.

↓ Polimer molekulari *makromolekula* deb ataladi.



↓ Makromolekulani hosil qiladigan quyimolekulyar birikmalar *monomerlar* deb ataladi.

Yuqori harorat va bosimda ( $\approx 150000$  kPa) etilen polietilenga aylanadi. Bunda qo'shbog' uziladi va shu joydan molekula yangi bog' hosil qiladi:

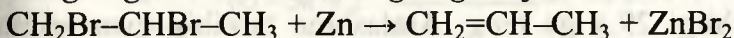


Bu yerda  $n$  polimerlanish darajasi bo'lib makromolekuladagi struktur qismlar (yuqoridagi misolda  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ) sonini ko'rsatadi. Polimerlanish darajasi polimer molekularida har xil qiymatga ega. Shuning uchun, polimerlar molekulyar massasi odatda, o'rtacha hisoblangan qiymatlardir. Bu reaksiyada etilen – monomer, polietilen – polimer. Polimerlar to'g'risida batafsil ma'lumotlar XIX bobda keltiriladi.

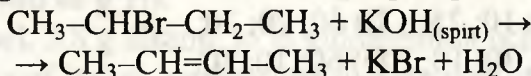
### Olinishi

To'yingan birikmalardan ba'zi atomlarning ajralishi natijasida qo'shbog'li uglevodorod hosil bo'ladi. Alkenlarni olish shu prinsipga asoslangan.

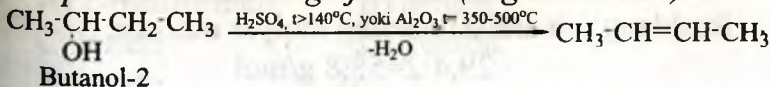
*Digalogenli hosilalardan galogen ajralishi:*



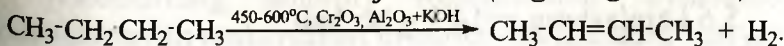
*Galogenli hosilalardan vodorod galogenid ajralishi:*



*Spirtlardan suvning ajralishi (degidratlanish):*

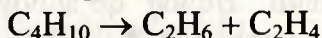


*Alkanlardan vodorod ajralishi (degidrogenlanish):*



Bu reaksiyalarda vodorod kam gidrogenlangan uglerod atomidan ajraladi (*Zaysev qoidasi*).

Neft mahsulotlarini krekingi va pirolizidan ham to'yinmagan alkenlar tutgan gazlar olinadi:



Etilen sanoatda etanni degidrogenlab, laboratoriyada etanolni konsentrlangan sulfat kislotaga ishtirokida degidratlab olinadi.

### Ishlatilishi

Etilen organik birikmalar ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi. Etilenning asosiy qismi polietilen olish uchun ishlatiladi. Qolgan qismi etanol, xloretan, vinilxlorid, stirol kabi ko'plab organik moddalar sintezi uchun sarflanadi. Mevalarni chala pishgan holda uzoq masofalarga tashishda etilenning ularni yetiltirish xususiyatidan foydalaniladi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Butan, pentan va butendan iborat 5,6 l (n.sh.) gazlar aralashmasi 12 g brom bilan reaksiyaga kirishdi. Gazlar aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 29,4 ga teng. Aralashma tarkibiy qismlarining foiz ulushlarini aniqlang.

A) 65; 10; 25; B) 50; 20; 30;

C) 60; 30; 10; D) 60; 10; 30.

**Yechish:**

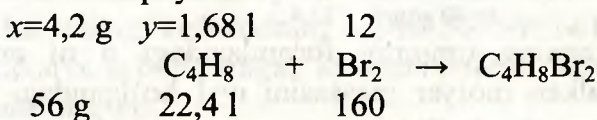
Boshlang'ich aralashmaning molyar massasi:

$$29,4 \cdot 2 = 58,8 \text{ g/mol}$$

22,4 l aralashma 58,8 g bo'lsa,

5,6 l aralashma  $x=14,7$  g bo'ladi.

Bromning massasidan foydalanib butenning hajmi va massasini aniqlaymiz:



Aralashmadagi butenning hajmiy ulushi:

$$\frac{1,68}{5,6} \cdot 100 = 30\%$$

qolgan gazlarning hajmiy ulushi:  $1 - 0,3 = 0,7$

Butan va pentan aralashmasining hajmi:

$$5,6 - 1,68 = 3,92 \text{ l, massasi: } 14,7 - 4,2 = 10,5 \text{ g.}$$

3,92 l aralashma 10,5 g bo'lsa,

22,4 l aralashma  $x=60$  g bo'ladi.

Aralashmaning molyar massasidan foydalanib, diagonal usulda butan va pentanning hajmiy ulushlarini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{rcccl} 58 & & 72 - 60 = 12 & \text{-----} & \varphi_1 = 70 \cdot 12 / 14 = 6 \\ & \diagdown & & & \\ & 60 & & & \\ & / & 12 + 2 = 14 & \text{-----} & 70 \\ 72 & & 60 - 58 = 2 & \text{-----} & \varphi_2 = 70 \cdot 2 / 14 = 1 \end{array}$$

**(D javob to'g'ri).**

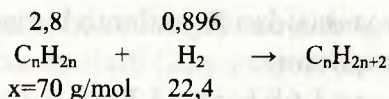
**2-misol.** 2,8 g alkenni to'la gidrogenlash uchun 0,896 l vodorod sarf bo'lsa, uning nomi qanday bo'ladi?

- A) 2-metilpenten;      B) penten;  
C) buten;                D) geksen.

**Yechish:**

Alkenlarning umumiy formulasidan foydalanib gidrogenlanish reaksiyasini tuzamiz va alkenning molyar massasini aniqlaymiz:





Alkenning umumiy formulasidagi  $n$  ni aniqlash uchun alken molyar massasini  $n=1$  bo'lgandagi alkenning massasiga bo'lamiz:

$$n = \frac{M_{C_nH_{2n}}}{M_{CH_2}} = \frac{70}{14} = 5$$

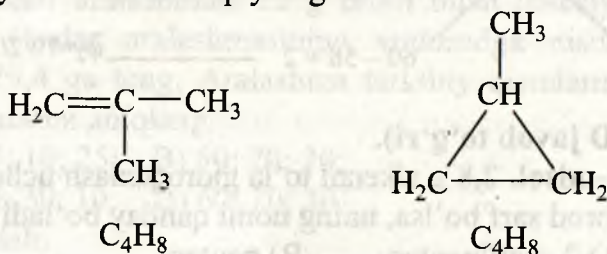
Demak, alken penten yoki uning izomeri ekan (**B javob to'g'ri**).

**3-misol.** Izobutilen va metilsiklopropan iborat 9 l (n.sh.) aralashma va mo'l miqdorda olingan kislorod portlatilgandan so'ng hosil bo'lgan suv bug'i kondensatsiyalandi. Qolgan gazlar aralashmasi 50 l (n.sh.) ni tashkil etsa, reaksiya uchun olingan kislorodning hajmini (l, n.sh.) toping.

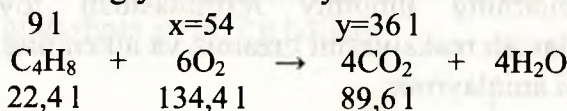
A) 68; B) 54; C) 36; D) 14.

**Yechish:**

Izobutilen va metilsiklopropanlarning tuzilish va molekulyar formulalari quyidagicha:



Ko'rinib turibdiki, ikkala moddaning ham molekulyar formulasi bir xil, ya'ni bu moddalar bir-biriga izomer. Ularning yonish reaksiyasi ham bir xil:



Suv bug'ı kondensatsiyalagandan so'ng qolgan gazlar aralashmasida CO<sub>2</sub> va reaksiyadan ortib qolgan O<sub>2</sub> bo'lsa, undagi kislorodning hajmi: 50-36=14 l.

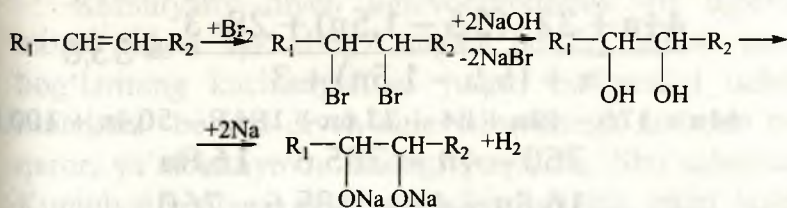
Reaksiya uchun olingan kislorod hajmi: 54+14=68 l  
(A javob to'g'ri).

**4-misol.** 7 g noma'lum alkenning brom bilan reaksiyasida olingan 2,3- dibromalkanga avval ishqor-ning suvli eritmasi, so'ngra natriy metali ta'sir ettirilganda 2,8 l (n.sh.) gaz olindi. Alkenning nomini aniqlang.

- A) 2-metilpropen;      B) geksen-2;  
C) 2-metilbuten-2;    D) buten-2.

**Yechish:**

2,3-dibromalkan hosil bo'lishi uchun alken molekulasidagi qo'shbog' 2- va 3-uglerod atomlari orasida bo'lishi kerak. Sodir bo'layotgan kimyoviy jarayonlarni quyidagi sxema asosida tasvirlash mumkin:



7 g alkenning reaksiyasi natijasida 2,8 l H<sub>2</sub> ajralsa,  
x g alkenning reaksiyasi natijasida 22,4 l H<sub>2</sub> ajraladi.  
x=56 g/mol.

Alkenning molyar massasidan undagi uglerodlar soni aniqlanadi:

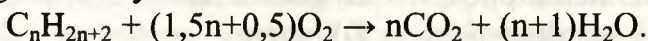
$$n = \frac{M_{C_n H_{2n}}}{M_{CH_2}} = \frac{56}{14} = 4 \text{ (buten-2). (D javob to'g'ri).}$$

**5-misol.** Hajmiy nisbatlari mos ravishda 1:6:3 nisbatda olingan alkan, kislorod, azot aralashmasi portlatildi va suv bug'lari kondensatlandi. Hosil bo'lgan gazlar aralashmasining tarkibida ikkita oddiy va bitta murakkab modda bo'lib, metanga nisbatan zichligi 2,1 ga teng bo'lsa, undagi karbonat angidridning hajmiy ulushini aniqlang.

A) 34,9; B) 26,7; C) 42,8; D) 12,5.

**Yechish:**

Alkanning yonish reaksiyasi quyidagi umumiy tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:



1 mol alkan yonganda  $n$  mol  $CO_2$  hosil bo'lib,  $6 - (1,5n + 0,5) = 5,5 - 1,5n$  mol kislorod ortib qoladi. 3 mol azot esa reaksiyada qatnashmaydi. Oxirgi gazlar aralashmasining molyar massasi  $16 \cdot 2,1 = 33,6$  g/molni tashkil etsa, quyidagi tenglama orqali  $n$  ni hisoblash mumkin:

$$\frac{44n + 32 \cdot (5,5 - 1,5n) + 28 \cdot 3}{n + (5,5 - 1,5n) + 3} = 33,6$$

$$44n + 176 - 48n + 84 = 33,6n + 184,8 - 50,4n + 100,8$$

$$260 - 4n = 285,6 - 16,8n$$

$$16,8n - 4n = 285,6 - 260$$

$$12,8n = 25,6$$

$$n = \frac{25,6}{12,8} = 2$$

Demak, alkan  $C_2H_6$  ekan. Karbonat angidridning mol miqdori 2 mol bo'lsa, uning gazlar aralashmasidagi hajmiy ulushi  $\frac{2}{2+(5,5-1,5 \cdot 2)+3} \cdot 100\% = 26,7\%$  ga teng.



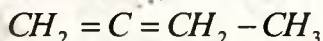
**Javob:** Aralashmadagi CO<sub>2</sub> ning hajmiy ulushi 26,7 % ga teng. (B javob to'g'ri).

#### 19.4. Diyen uglevodorodlar. Kauchuk

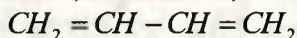
Molekulasida ikkita qo'shbog' tutgan to'yinmagan uglevodorodlar diyen uglevodorodlar deb ataladi. Ularning umumiy formulasi C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>.

Diyen uglevodorodlar uch turga ajratiladi.

1. Kuchlangan, kumulyativ yoki 1,2-diyen uglevodorodlar. Masalan, butadien-1,2



2. Tutashgan, konyugirlangan yoki 1,3-diyen uglevodorodlar. Masalan, butadien-1,3



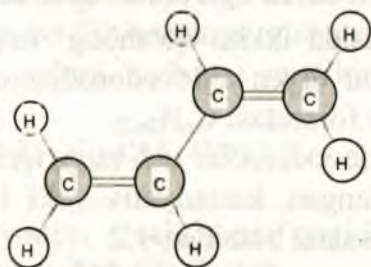
3. Ajratilgan yoki izolirlangan diyen uglevodorodlar: Misol,



Kumulyativ diyen uglevodorodlarda bir uglerod atomi ikkita qo'shbog' tutgan bo'lib, ushbu atom bog'larining kuchlanganligi yuqori bo'lganligi uchun molekula boshqa diyen uglevodorodlarga nisbatan beqaror, ya'ni kimyoviy faolligi yuqoridir. Shu sababdan Kumulyativ diyen uglevodorodlar tabiatda erkin holda uchramaydi.

Ajratilgan yoki izolirlangan diyen uglevodorodlarda qo'shbog'lar bir-biridan ikki yoki undan ortiq oddiy C-C bog'lar vositasida ajralgan holda bo'lib, ulardagi π-bog'lar o'zaro deyarli ta'sirlashmaydi. Shuning uchun bu uglevodorodlarning kimyoviy xossalari alkenlarning xossalari o'xshaydi.

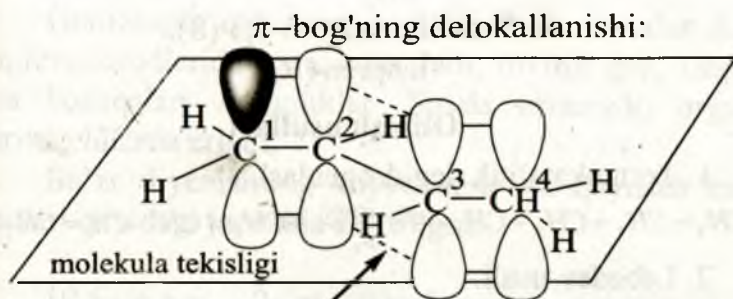
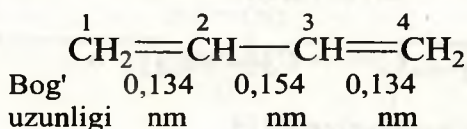
Tutashgan, konyugirlangan yoki 1,3-diyen uglevodorod molekulasida ikkita qo'shbog' orasida faqat bitta oddiy bog' mavjud. Masalan, butadien-1,3:



Gibridlanish nazariyasiga ko'ra bu molekulada valent orbitallari  $sp^2$  gibridlangan uglerod atomlari hamda vodorod atomlari bitta tekislikda joylashgan. Har bir uglerodagi bittadan gibridlanmagan p-orbitallar esa shu tekislikka perpendikulyar vaziyatda bo'ladi. Bu esa to'rtala gibridlanmagan p-orbitallarning birin-ketin o'zaro tutashuviga olib keladi (19.1.-rasm). Natijada 1 va 2 hamda 3 va 4 uglerodlar orasidagi  $\pi$ -elektronlar buluti 2 va 3 uglerodlar orasidagi fazoga taqsimlanadi ( $\pi$ -bog'ning delokalanishi). Bu esa 1 va 2 hamda 3 va 4 uglerodlar orasidagi bog'larning tartibi pasayishiga, shu bilan birga 2 va 3 uglerodlar orasidagi bog' karraligini ortishiga olib keladi. Molekuladagi C-C bog'larning uzunligi ham o'zgarib, 1,3-diyen uglevodorodlardagi  $\pi$ -bog'larning tutashuvi ularning kimyoviy barqarorligini ortishiga olib keladi.

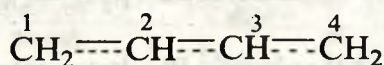
Nomlanishda ratsional va trivial nomenklatura ko'proq qo'llaniladi (masalan, divinil, izopren va boshqalar).

Butadiyen-1,3 molekulasining lokallashgan  $\pi$ -bog'li nazariy tuzilish formulasi



2 va 3 uglerodlar p-atom orbital-larining o'zaro  $\pi$ -qoplanishi

Butadiyen-1,3 molekulasining delokallashgan p-bog'li real tuzilish formulasi



Bog' uzunligi, nm      0,136      0,146      0,136

19.1-rasm. Butadien-1,3 molekulasida gibridlanmagan p-orbitallarning o'zaro tutashuvi natijasida p-bog'larning delokallanishi.

Sistematik nomenklaturada etilen uglevodorodlaridagi “-en” qo‘shimchasi “-diyen” ga almash-tiriladi.

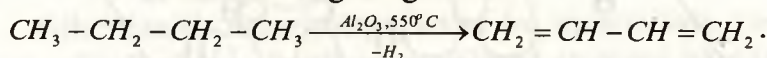


$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$   
 butadiyen-1,3 (S).  
 divinil (R).

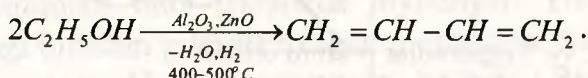
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$   
 2-metilbutadiyen-1,3 (S).  
 izopren (R).

### Olinish usullari

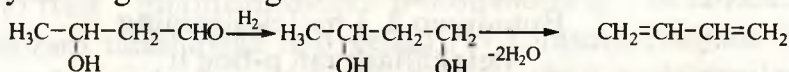
1. Termokatalitik degidrogenlash:



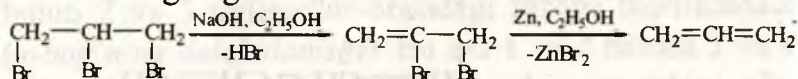
2. Lebedev usuli:



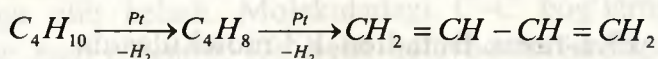
yoki to'g'ridan-to'g'ri aldoldan olinishi:



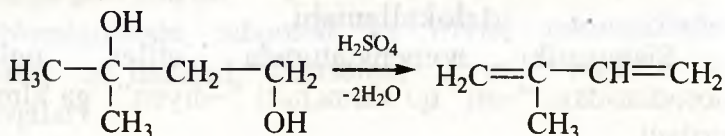
3. Uch galogenli hosilalardan olinishi:



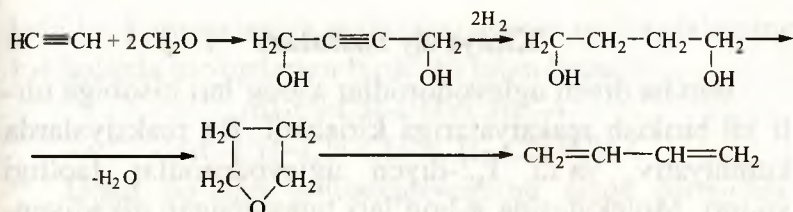
4. Alkanlarni Pt katalizatori ishtirokida degidrogenlash:



5. Glikollarning degidrotasiyalanishidan diyenlarning olinishi:



6. Asetilen va formaldegiddan:



### Fizikaviy xossalari

Gomologik qatorlarga tegishli fizik xossalar diyen uglevodorodlarida ham kuzatiladi, divinil gaz, izopren va boshqalari suyuqliklar. Suvda erimaydi, organik erituvchilarda eriydi.

Ba'zi diyenlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

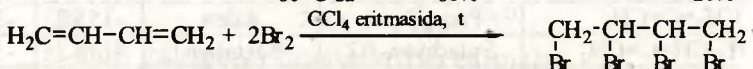
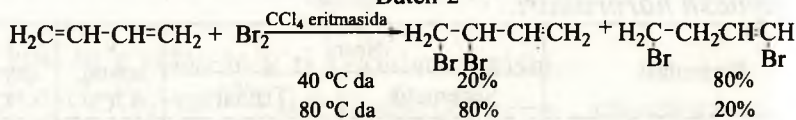
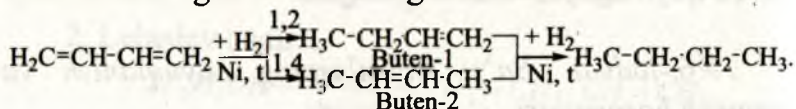
19.6.-jadval. Ba'zi diyenlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari.

Formulasi	Nomi		t. suyuq, °C	t. qayn., °C
	Sistematik	Trivial		
$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$	Propadiyen	Allen	-153.2	-34.3
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}_2$	Butadiyen-1,2	Metallen	-136.2	-10.3
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Butadiyen-1,3	Divinil	-108.9	-4.5
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Pentadiyen-1,3	Pipyerilen	-87.5	42
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-Metil butadiyen-1,3	Izopren	-145.9	34.1
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2=\text{C}-\text{C}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2,3-Dimetil butadiyen-1,3	Diizopropenil	-76.1	69.6
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Pentadiyen-1,4	Divinilmetan	-48.3	25.9

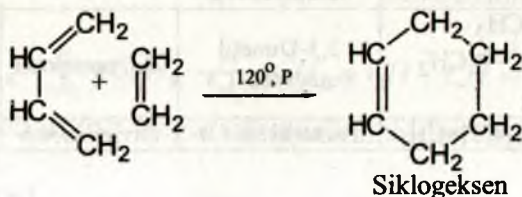
## Kimyoviy xossalari

Barcha diyen uglevodorodlar  $\pi$ -bog‘lari hisobiga turli xil birikish reaksiyalariga kirishadi. Bu reaksiyalarda kumulyativ, ya’ni 1,2-diyen uglevodorodlar faolligi yuqori. Molekulasida  $\pi$ -bog‘lari tutashmagan alkadiyenlar oddiy alkenlar xossalariga ega. Qo‘shbog‘lari tutash bo‘lgan, ya’ni 1,3-alkadiyenlar o‘ziga xos xususiyatlarga ega.

*Birikish reaksiyasi.* 1,3-butadiyenga vodorod, galogen, galogenvodorod birikishida faqatgina 1 va 2 uglerodlar qo‘shbog‘lari hisobiga amalga oshib qolmay, balki chetki uglerod atomlariga ham birikadi:



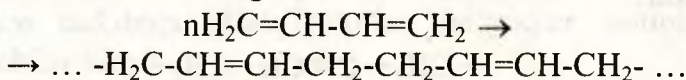
*Diyen sintezlari* (Dils Alder, 1929). Ko‘pgina siklik birikmalarni sintez qilib olishda shu reaksiyalardan foydalaniladi:



*Polimerlanish reaksiyasi:* Diyen uglevodorodlarning *asosiy* xususiyati bu ularning polimerlanish reaksiyasiga oson kirishib kauchuksimon moddalarni hosil qi-

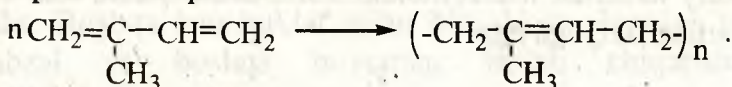


lishidir. Polimerlanish reaksiyasi asosan molekularlarning 1,4 holatda bir-birlariga birikishi bilan boradi:



Hosil bo'lgan polibutadiyenning qisqa formulasi:  $[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-]_n$

Aynan shunday tarzda izopren ham polimerlanib poliizopren hosil qiladi:



1,3-diyen uglevodorodlardan hosil bo'lgan qo'shbog'li yuqori molekulyar birikmalar *kauchuklar* bo'lib, ularga oltingugurt kukuni qo'shib qizdirilganda (*vulkanizatsiyalanganda*) *rezinaga* aylanadi. Qo'shilgan oltingugurt miqdori qancha ko'p bo'lsa shuncha qattiq rezina hosil bo'ladi. Juda ko'p oltingugurt qo'shib kauchuk vulkanizatsiyalansa *ebonit* hosil bo'ladi.

### Alohida vakillari

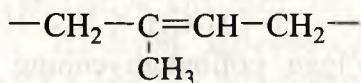
*Divinil (butadiyen-1,3)* – rangsiz o'tkir hidli gaz. Sintetik kauchuklar va latekslar ishlab chiqarishda eng muhim monomerdir.

*Izopren (2-metil butadiyen)* rangsiz suyuqlik.

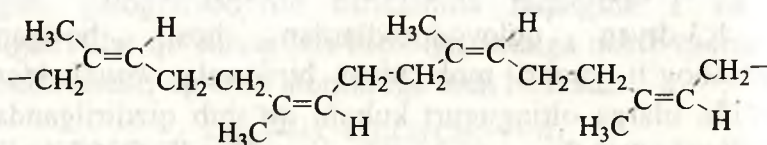
*Xloropren* olish uchun xomashyo sifatida vinilasetilen qo'llaniladi. Xloropren va sintetik kauchuk ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

*Kauchuklar va rezinalar.* Kauchuklar va rezinalar – elastomerlarga mansub. Tabiiy kauchuk yuqori elastik massadir, u tropik Giveya daraxti shirasidan – lateksdan olinadi. Tabiiy kauchuk – tabiiy to'yinmagan polimer. Uning o'rtacha molekulyar massasi 300000 dan 500000

gacha. Tabiiy kauchukning struktura birligi izopren guruhidir:

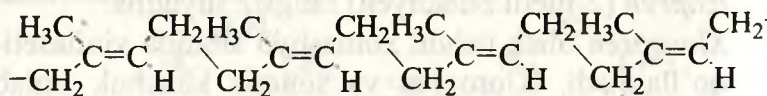


Bir-biri bilan 1,4-holatida birikib izopren guruhlari tabiiy kauchuk makromolekulasini hosil qiladi, ular siskonformaziyaga ega.



Tabiiy kauchukning muhim xususiyati uning yuqori elastikligidir. U organik erituvchilarda eriydi va yopishqoq eritmalar hosil qiladi. Diyenlar kabi u birikish reaksiyasiga kirishadi.

1,4-poliizoprenning trans izomeri *guttaperchaning* asosiy qismini tashkil qiladi. Uning elastiklik xususiyati deyari yo‘q, makromolekulasining tuzilishi quyidagicha:



Kauchuk – plastik materialdir. Undan tayyorlangan materiallar bir qator kamchiliklarga ega: harorat ortganda yopishqoq bo‘ladi, o‘z shaklini yo‘qotadi, past haroratda esa elastikligini yo‘qotadi. Shuning uchun kauchukni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatib bo‘lmaydi. Shu kamchiliklarni bartaraf etish uchun oltingugurt bilan

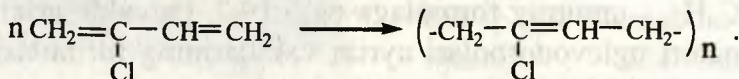
vulkanizatsiyalanadi. Natijada kauchuk texnik mahsulotga – rezinaga aylanadi. Oltinugurtdan tashqari rezina tarkibiga plastifikatorlar, bo‘yoqlar, antioksidlovchilar kiradi.

Butadiyenli kauchuklar – 1,3-butadiyenni stereospesifik katalizator (alyuminiy va titanorganik birikmalar) ishtirokida polimerlanish mahsuloti. Yuqori chidamliligi bilan farqlanadi. Ko‘p marotaba deformatsiyaga chidamlidir. Boshqa kauchuklar bilan birgalikda shinalar, poyabzal va boshqa buyumlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Butadiyennitrilli kauchuklar – 1,3-butadiyenni alkilnitril bilan qo‘shpolimerlanishi natijasida olinadi. Ular moyga, benzina va haroratga chidamlidir.

Izoprenli kauchuk – tabiiy kauchuk kabi tuzilishga ega. Stereospesifik katalizatorlar ishtirokida polimerlab olinadi.

Xloroprenli kauchuk – xloroprenning polimerlanish mahsulotidir:



Bu kauchuk yorug‘likka, ozonga va issiqlikka yuqori chidamli. Ko‘pchilik moylarga, neft mahsulotlariga va organik erituvchilarga ham chidamli.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Izopren va kislorod aralashmasi yonishidan 1,2 mol CO<sub>2</sub> hosil bo‘ldi. Ortib qolgan alkadienni to‘la gidrogenlash uchun 17,92 l (n.sh.) vodorod sarflandi. Boshlang‘ich aralashma miqdorini (mol) aniqlang.

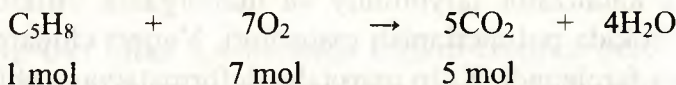
A) 0,64; B) 1,68; C) 2,32; D) 1,92



### Yechish:

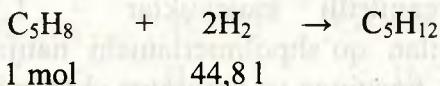
Hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$  miqdoridan foydalanib reaksiyaga kirishgan izopren (2-metilbutadiyen-1,3) va kislorodning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$x=0,24 \text{ mol} \quad y=1,68 \text{ mol} \quad 1,2 \text{ mol}$$



Ortib qolgan alkadiyenning mol miqdorini hisoblaymiz:

$$x=0,4 \text{ mol} \quad 17,92 \text{ l}$$



Boshlang'ich aralashmaning mol miqdori:  
 $0,24+1,68+0,4=2,32 \text{ mol}$  (C javob to'g'ri).

### 19.5. Alkinlar. Atsetilen

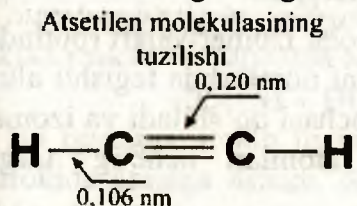
Alkinlar atsetilen qatori uglevodorodlari bo'lib,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  umumiy formulaga ega. 19.7.-jadvalda atsetilen qatori uglevodorodlari ayrim vakillarining formulasi va nomlanishi keltirilgan.

*19.7.-jadval. Atsetilen qatori uglevodorodlari ayrim vakillarining formulasi va nomlanishi*

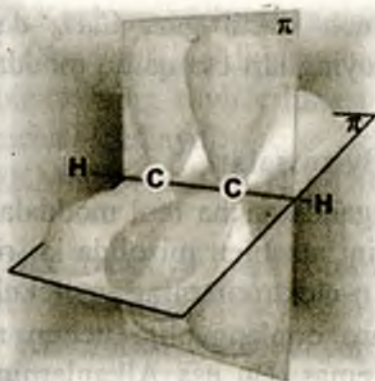
Kimyoviy formulasi		Nomlanishi	
Empirik	Tuzilish	Trivial	Sistematik
$\text{C}_2\text{H}_2$	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	Atsetilen	Etin
$\text{C}_3\text{H}_4$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	Metilatsetilen	Propin
$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Etilatsetilen	Butin-1
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Propilatsetilen	Pentin-1
$\text{C}_6\text{H}_{10}$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Butilatsetilen	Geksin-1

## Atsetilening elektron tuzilishi

Etindagi uglerod atomlari orasida bog' etindagidan ancha qisqa  $\text{H-C}\equiv\text{C-H}$  (0,120 nm). Bog'lar orasidagi burchak  $180^\circ\text{C}$  ga teng va molekula chiziqli tuzilishga e



$\pi$ -bog'lanishning hosil bo'lishi



Atsetilen tuzilishining sharosterjenli ko'rinishi



19.2-rasm. Atsetilen molekulasi tuzilishi

Etindagi uglerod atomlarining bir-biriga yaqinligi uglerod atomlarining ikkitadan p-elektronlaridan ikkita  $\pi$ -bog' hosil bo'lishi bilan izohlanadi. Etindagi uchbog' bitta  $\sigma$ -bog' va ikkita perpendikulyar  $\pi$ -bog'dan iborat. Valent burchakning  $180^\circ$  ga teng bo'lishi esa sp-gibridlanish natijasidir. Etendan farqli holda etinda bita s-orbital va bitta p-orbital gibridlanadi. Natijada etindagi har bir uglerod atomi bitadan sp-gibrid orbitaliga ega bo'ladi.

Bu gibrid orbitalar uglerodlararo bitta

$\sigma$ -bog' va vodorodning s-orbitali bilan yana bitta  $\sigma$ -bog' hosil qilishida ishtirok etadi. Etin molekulasi beshta bog'ga: uchta  $\sigma$ -bog' va ikkita  $\pi$ -bog'ga ega.

### Izomeriyasi

Alkinlarda struk-tur va holat izomeriyalari (butindan boshlab) kuzatiladi. Alkinlarni nomlashda tegishli alkan nomi negiziga “-in” qo'shimchasi qo'shiladi va izomerlarni nomlaganda uglerod atomlari uchbog' turgan tomondan raqamlanadi.

### Fizik xossalari

Alkinlarning dastlabki uch vakili gaz,  $C_4H_6$  dan  $C_8H_{14}$  gacha suyuq, undan keyingilari esa qattiq moddalardir.

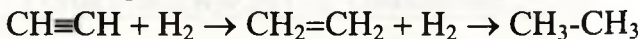
### Kimyoviy xossalari

Alkinlar alkanlarga qaraganda ancha faol moddalar. Ularning kimyoviy xossalarini atsetilen misolida ko'rib chiqamiz. Gibridlanmagan p-elektronlarning molekula tekisligidan tashqarida o'zaro qoplanganligi uchun  $\pi$ -bog'lar barqarorligi yuqori emas. Bu esa Alkanlarning kimyoviy faolligiga sabab bo'ladi. Kimyoviy reaksiyalarga dastlab uchbog' tutgan uglerodlar kirishadi. Shuning uchun ularga birikish reaksiyasi xos.

*Galogenlarning birikishi (galogenlanish).* Bromli suv ta'sir ettirilganda alkinlar uni rangsizlantiradi:

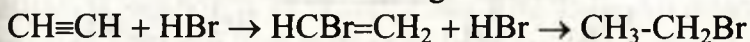


*Vodorod birikishi (gidrogenlanish).* Bu reaksiya platin, palladiy, nikel va boshqa metallar katalizatorligi ishtirokida amalga oshadi:





*Galogenvodorodlarning birikishi.* Alkinlarga galogenvodorodlar birikishi 120-180°C va faol ko'mir yoki simob tuzi ishtirokida amalga oshadi:

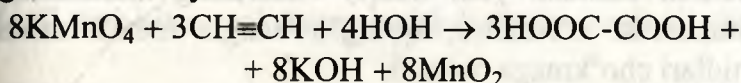


*Suvning birikishi (gidratlanish).* Alkinlarga suvning birikish reaksiyasi sanoatda alohida ahamiyat kasb etadi:



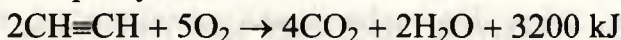
Bu reaksiya simob tuzlari –  $\text{HgSO}_4$ ,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  lar ishtirokida amalga oshadi. Sirka aldegid sanoat uchun muhim xomashyo, undan plastmassalar, etanol, sirka kislotasi olinadi. Bu reaksiyani 1881-yilda rus olimi M.G.Kucherov ochgan va uning nomi bilan ataladi.

*Oksidlanish.* Alkinlar ozon oksidlanadi. Kaliy permanganatning suvli eritmasi atsetilenni oksalat kislotasigacha oksidlaydi:



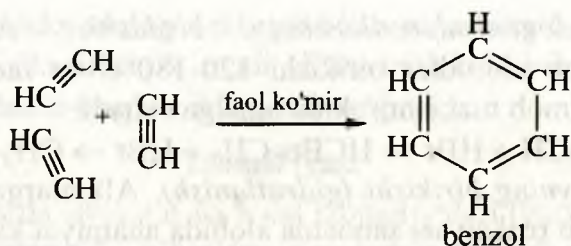
Bu reaksiya ham bromli suv kabi to'yinmagan uglevodorodlarga sifat reaksiyasi sifatida qo'llanadi.

Kislorodda atsetilen yorqin, ko'zni qamashtiruvchi alanga hosil qilib yonadi:

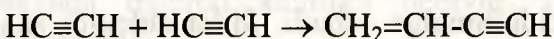


Atsetilening yonish reaksiyasidan metallarni kesish va payvandlash uchun foydalaniladi.

*Polimerlanish.* Alkinlar polimerlanish xususiyatiga ega. Atsetilenni polimerlanish reaksiyasi uni olib borish sharoitiga bog'liq ravishda turli mahsulotlar beradi. Atsetilenni 800°C gacha cho'g'lantirilgan ko'mir ustidan o'tkazilsa benzol hosil bo'ladi:

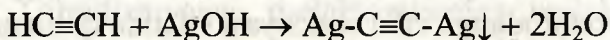


Mis (I) tuzlari ishtirokida atsetilen vinilatsetilen hosil qiladi:



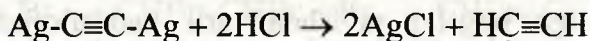
Vinilatsetilen xlorpren kauchuk olinishida muhim xomashyo hisoblanadi.

*Kislota xossalari.* Alkanlar va alkenlardan farq qilib, atsetilen kislota xossalari ega, uning vodorodi metallarga almashinish xususiyatiga ega. Masalan, atsetilen kumush yoki mis(I) tuzlarining ammiakdagi eritmasidan o'tkazilsa, qo'ng'ir rangli metall atsetilenidlari cho'kmaga tushadi:



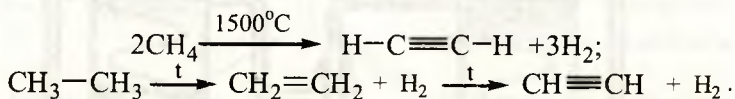
Bu reaksiyalar atsetilenga sifat reaksiyadir. Mis va kumush atsetilenidlar zarba ta'sirida portlaydi. Kalsiy karbidi ham atsetilenid hisoblanadi.

Kislotalar ta'sirida atsetilenidlardan atsetilen ajralib chiqadi:

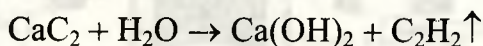


## Olinishi

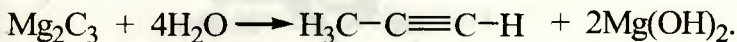
To'yingan birikmalardan ba'zi atomlarning ajralishi natijasida uchbog'li birikmalar hosil bo'ladi. Alkinlarni sanoatda olish usullari shunga asoslangan (19.3.-rasm).



Atsetilen laboratoriyada kalsiy karbididan olinadi:



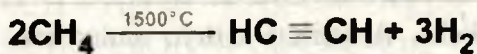
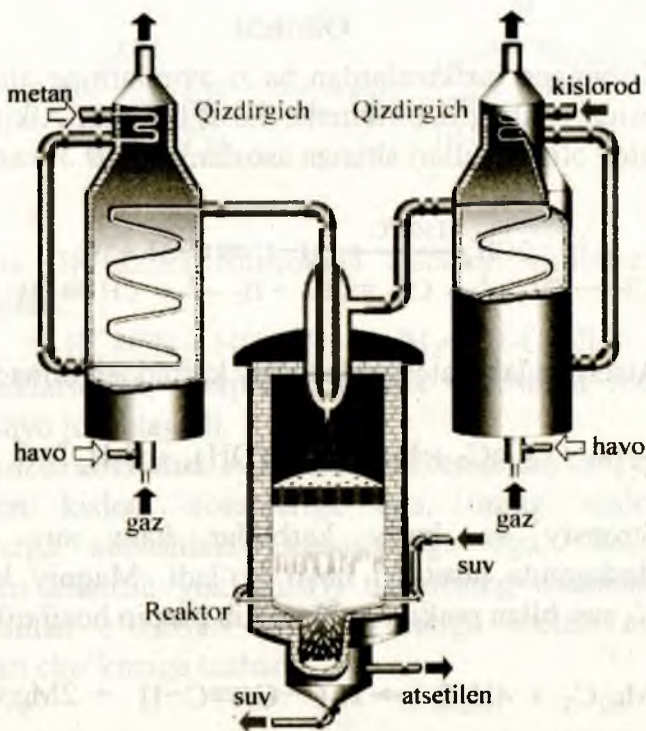
Stronsiy va bariy karbidlar ham suv bilan ta'sirlashganda atsetilen hosil bo'ladi. Magniy karbid  $\text{Mg}_2\text{C}_3$  suv bilan reaksiyaga kirishib propin hosil qiladi:



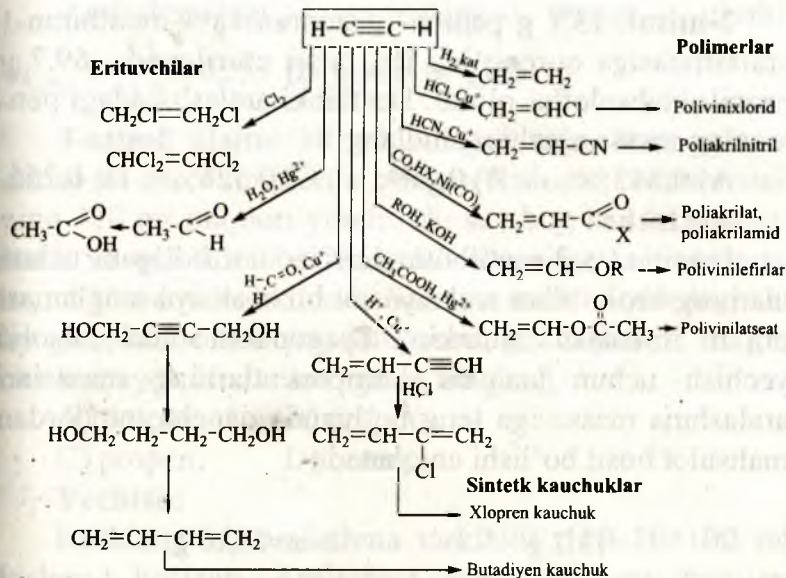
**Ishlatilishi.** Atsetilen kimyo sanoatida muhim xomashyo bo'lib, uning turli sohalarda ishlatilishi 19.1-sxemada ko'rsatilgan. Atsetilendan etil spirti, sirka kislotasi, sintetik kauchuk, polixlorvinil va poliflorvinil plastmassalar olinadi.

Atsetilen va uning gomologlari hosilalarini olish bo'yicha o'zbek kimyogar olimlari S.Rashidova, A.G.Maxsumov, S.Turobjonov, D.Yusupov va boshqalarning erishgan yutuqlari bugungi kunda amaliyotda keng qo'llanilib kelinmoqda.





19.3.-rasm. Sanoatda atsetilen olish.



19.1-Sxema. Atsetilenning ishlatilishi.

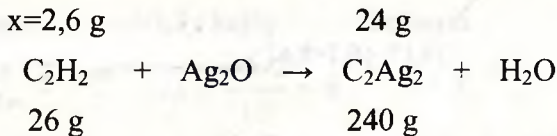
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Kumush oksidining ammiakli eritmasidan atsetilen gazi o'tkazilganda tarkibida vodorod bo'lmagan 24 g portlovchi modda hosil bo'lgan. Bunda necha gramm atsetilen reaksiyaga kirishgan?

- A) 2,6;    B) 26;    C) 0,26;    D) 1,8.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasidan jarayonda qatnashgan atsetilen massasini aniqlaymiz:



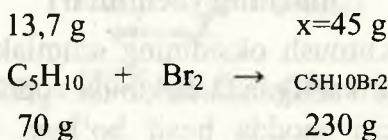
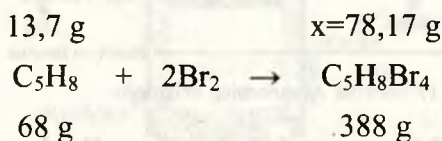
**(A javob to'g'ri).**

**2-misol.** 13,7 g penten-1, izopren va 3-metilbutin-1 aralashmasiga qorong'ida  $\text{Br}_2$  ta'sir ettirilganda, 69,7 g bromli mahsulotlar olindi. Dastlabki aralashmadagi pentenning massa ulushini aniqlang.

A) 0,843;      B) 0,389;      C) 0,526;      D) 0,255.

**Yechish:**

Izopren va 3-metilbutin-1lar izomer bo'lgani uchun ularning brom bilan reaksiyasini bir reaksiya tenglamasi orqali ifodalash mumkin. Diagonal usulda misolni yechish uchun har bir komponentlarning massalari aralashma massasiga teng bo'lganda qancha miqdordan mahsulot hosil bo'lishi aniqlanadi:



$$\begin{array}{r}
 78,17 \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 \quad 69,7 \\
 \diagup \quad \diagdown \\
 45
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 69,7 - 45 = 24,7 \\
 24,7 + 8,47 = 33,17 \\
 78,17 - 69,7 = 8,47
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{-----} m_1 = 13,7 \cdot 24,7 / 33,17 = \\
 \quad \quad \quad = 10,245 \\
 \text{-----} 13,7 \\
 \text{-----} m_2 = 13,7 \cdot 8,47 / 33,17 = \\
 \quad \quad \quad = 3,5
 \end{array}$$



Aralashmadagi pentenning massa ulushi:

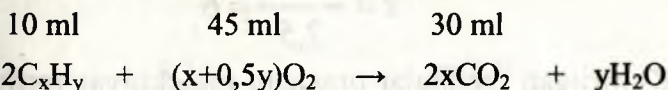
$$\omega_{C_5H_{10}} = \frac{3,5}{13,7} = 0,255 \text{ (D javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Hajmi 10 ml bo'lgan noma'lum uglevodorod va mo'l miqdorda olingan kislorod aralashmasining 110 ml miqdori yondirildi, suv bug'lari kondensatlandi va mahsulot boshlang'ich sharoitga keltirilganda, hajmi 85 ml ni tashkil etdi. Shu gaz mo'l miqdordagi kaliy gidroksid bilan chayqatilganda, gaz hajmi 55 ml gacha kamaydi. Noma'lum gazni aniqlang.

- A) propan;      B) propin;  
C) propen;      D) buten.

**Yechish:**

Boshlang'ich aralashma tarkibida  $110 - 10 = 100$  ml kislorod bo'lgan. Aralashma yondirilib, suv bug'lari kondensatlangandan so'ng hosil bo'lgan aralashma uglevodorod yonishidan hosil bo'lgan  $CO_2$  va reaksiyadan ortib qolgan kisloroddan iborat. Ishqor eritmasi bilan  $CO_2$  ta'sirlashadi va eritmada qoladi. Ortib qolgan gaz kislorod, demak, uning hajmi 55 ml. Reaksiyaga kirishgan kislorod hajmi esa  $100 - 55 = 45$  ml. Shuningdek, ishqorda qolgan  $CO_2$  hajmi esa  $85 - 55 = 30$  ml. Noma'lum uglevodorodning formulasini  $C_xH_y$  deb qabul qilib, quyidagicha tenglama tuzamiz:



$$2 \text{ hajm} \quad x+0,5y \text{ hajm} \quad 2x \text{ hajm}$$

$$2x = \frac{30 \cdot 2}{10} = 6 \quad x = 6$$

$$x + 0,5y = \frac{45 \cdot 2}{10} = 9 \quad y = \frac{9 - 6}{0,5} = 6$$

Demak, uglevodorod  $C_3H_6$ , ya'ni propen ekan.

**(C javob to'g'ri).**

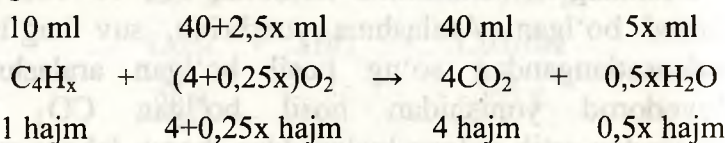
**4-misol.** Tarkibi  $C_4H_x$  bo'lgan uglevodorodning 10 ml hajmi mo'l miqdordagi kislorod ishtirokida harorat  $110^\circ C$  va bosim 101,325 kPa bo'lgan sharoitda yondirilganda hajm 5 ml ga ortgan. Miqdoriy o'lchovlar shu haroratda bajarilgan. Test shartiga javob beradigan uglevodorod(lar) ni toping.

1) butan; 2) buten-1; 3) buten -2; 4) butadien-1,3; 5) siklobutan; 6) butin-2

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

**Yechish:**

Berilgan ma'lumotlardan foydalanib, quyidagicha tenglama tuzib olamiz:



Ma'lumotlarga qaraganda reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar hajmi boshlang'ich moddalar hajmidan 5 ml ortiq. Demak,

$$(40 + 5x) - (10 + 40 + 2,5x) = 5$$

$$2,5x - 10 = 5$$

$$x = \frac{5 + 10}{2,5} = 6$$

Keltirilgan moddalar orasidan molekulyar formulasi  $C_4H_6$  bo'lgan moddalar butadiyen-1,3 va butin-2 lardir **(D javob to'g'ri).**

**5-misol.** Atsetilen va is gazidan iborat 6,72 l (n.sh.) aralashma (zichligi 1,205 g/l) yondirilishidan hosil bo'lgan mahsulot 16% li 200 g natriy gidroksid bilan

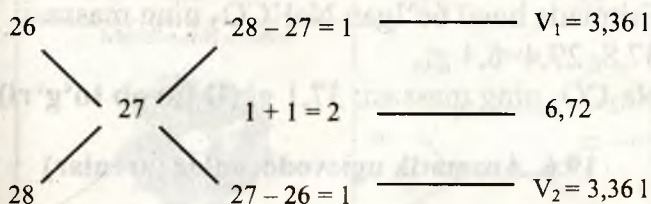
to'la reaksiyaga kirishdi. Reaksiya mahsulot(lar)ining formulasi va massalarini (g) aniqlang.

- A)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 483;
- B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 41,4;
- C)  $\text{NaHCO}_3$ , 29,4;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 10,6;
- D)  $\text{NaHCO}_3$ , 8,4;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 37,1

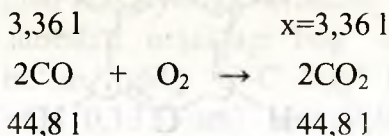
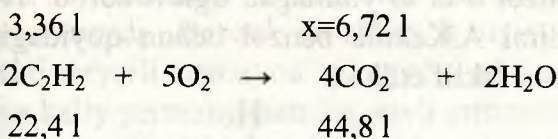
**Yechish:**

Aralashmaning zichligidan foydalanib, aralashmaning molyar massasini va hajmiy tarkibini aniqlaymiz:

$$M_{\text{ar}} = 1,205 \cdot 22,4 = 27 \text{ g/mol.}$$



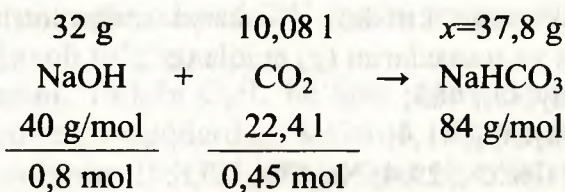
Aralashmaning tarkibida 3,36 l dan  $\text{C}_2\text{H}_2$  va CO borligini bilgan holda ularning yonishidan hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$  hajmini aniqlaymiz:



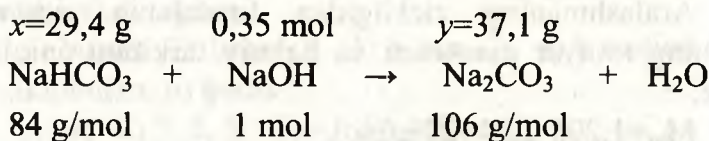
Jami  $\text{CO}_2$  hajmi:  $6,72 + 3,36 = 10,08 \text{ l}$ .

Eritmadagi NaOH ning massasi:  $\frac{200 \cdot 16\%}{100\%} = 32 \text{ g}$ .





Reaksiyadan ortib qolgan NaOH mol miqdori  $0,8 - 0,45 = 0,35$  mol. U NaHCO<sub>3</sub> bilan reaksiyaga kirishadi:



Eritmada hosil bo'lgan NaHCO<sub>3</sub> ning massasi:

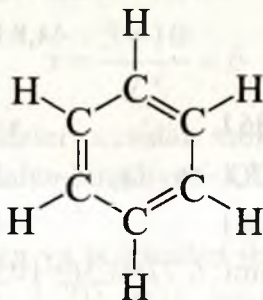
$$37,8 - 29,4 = 8,4 \text{ g};$$

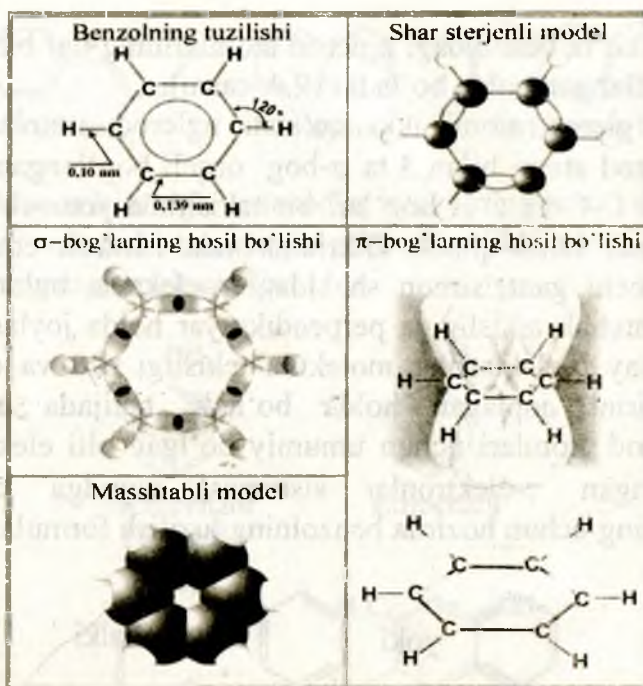
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ning massasi: 37,1 g. (**D javob to'g'ri**).

### 19.6. Aromatik uglevodorodlar (arenlar)

⬇ Aromatik uglevodorodlar molekularida benzol yadrosi tutgan karbosiklik uglevodorodlardir.

Benzolning empirik formulasi C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Bu formulaga ko'ra benzol o'ta to'yinmagan uglevodorod. 1965-yilda nemis olimi A.Kekule benzol uchun quyidagi tuzilish formulasini taklif etdi.



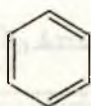


19.4.-rasm. Benzol molekulasining tuzilishi.

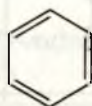
Lekin bu formula benzolning xossalarni to'liq ifodalay olmaydi. Benzol qo'shbo'g'li uglevodorodlar xossalarni deyarli namoyon qilmaydi: oddiy sharoitda bromli va kaliy permanganatning suvli eritmalarini rangsizlantirmaydi. Birikish reaksiyasidan ko'ra ko'proq o'rin almashinish reaksiyasiga kirishadi. Halqadagi barcha uglerod atomlari orasidagi bog' uzunligi bir xil (0,139 nm) bo'lib, oddiy C-C bog' (0,154 nm) va qo'shbo'g' C=C (0,133 nm) uzunliklari oralig'idagi qiymatga ega. Benzol halqasi barqaror bo'lib oksidlanishga chidamli. Bu xossalarning barchasini modda tuzilishining zamonaviy nazariyasi izohlaydi. Bu nazari-

yaga ko'ra benzoldagi uglerod atomlarining har biri  $sp^2$ -gibridlangan holda bo'ladi (19.4.-rasm).

Uglerod atomi ikki qo'shni uglerod atomlari va vodorod atomi bilan 3 ta  $\sigma$ -bog' orqali bog'langan. Natijada C-C va C-H bog'lari bir tekislikda yotuvchi oltiburchak hosil qiladi. Gibridlanishda ishtirok etmagan to'rtinchi gantelsimon shakldagi p-elektron buluti shu oltiburchak tekisligiga perpendikulyar holda joylashadi. Bunday p-elektronlar molekula tekisligi usti va ostida bir-birini qoplagan holda bo'ladi, natijada barcha uglerod atomlari uchun umumiy bo'lgan olti elektronli tutashgan  $\pi$ -elektronlar sistemasi vujudga keladi. Shuning uchun hozirda benzolning tuzilish formulasini



yoki



emas, balki



ko'rinishda yozish tavsiya etiladi.

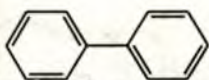
Shu bilan birga Kekule formulasidan ham foydalanib turiladi.

### Sinflanishi

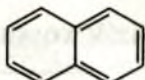
Aromatik uglevodorodlar monosiklik (bitta benzol yadrosi tutgan) yoki polisiklik (ikki va undan ortiq benzol halqasi tutgan) bo'ladi.

Polisiklik aromatik uglevodorodlarda benzol yadrosi oddiy bog' orqali bog'langan (difenil va uning hosilalari) yoki bir necha umumiy uglerod atomlariga ega bo'ladi (naftalin va antratsen):

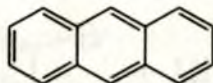




Difenil

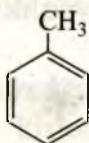


Naftalin

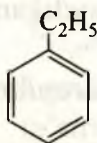


Antrasen

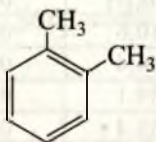
Monosiklik uglevodorodlar benzolning bitta yoki bir necha vodorod atomi uglevodorod radikallari bilan almashingan gomologlardir:



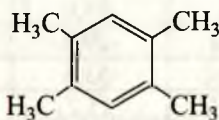
Metilbenzol  
(Toluol)



Etilbenzol



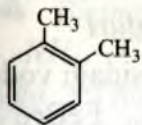
Dimetilbenzol  
(Ksilol)



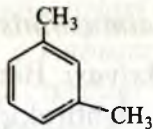
Tetrametilbenzol  
(Duroil)

### Izomeriyasi

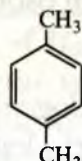
Yadrosida ikki yoki undan ortiq o'rinbosar tutgan aromatik uglevodorodlarda holat izomeriyasi kuzatiladi. Quyida ksilol izomerlari ko'rsatilgan:



1,2-Dimetilbenzol  
yoki orto-ksilol



1,3-Dimetilbenzol  
yoki meta-ksilol



1,4-Dimetilbenzol  
yoki para-ksilol

## Fizik xossalari

Benzol va uning ba'zi gomologlarining fizik xossalari 19.8.-jadvalda keltirilgan. Benzol – rangsiz, uchuvchan, yonuvchan, o'ziga xos hidga ega suyuqlik. Suvda erimaydi. Bug'lari havo bilan portlovchi aralashma hosil qiladi. Suyuq benzol va uning bug'lari zaharli. Ko'p aromatik uglevodorodlar odatdagi sharoitda suvda erimaydigan, rangsiz suyuqliklardir.

19.8.-jadval. Arenlarning ba'zi fizik xossalari.

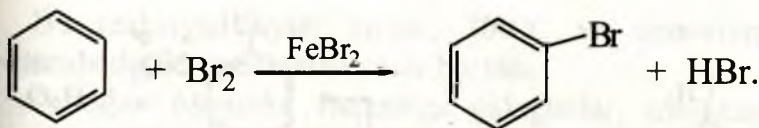
Nomi	$t_{\text{qayn}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{suyuq}}, ^\circ\text{C}$	Zichligi , g/ml
Benzol	5,5	80,1	0,8790
Toluol	-95,0	110,6	0,8669
o-Ksilol	-29,0	144,4	0,8802
m-Ksilol	-53,6	139,1	0,8641
p-Ksilol	13,2	138,4	0,8610
Kumol	-96,9	152,4	0,8618
Durol	80	195,0	0,8380

## Kimyoviy xossalari

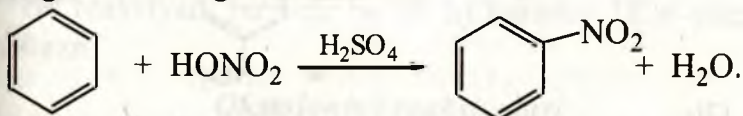
Benzol va boshqa aromatik uglevodorodlar to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlardan farq qiladi. Ular uchun to'yingan uglevodorodlardagiga qaraganda nisbatan oson boruvchi o'rin olish reaksiyalari xos.

### *O'rin almashinish reaksiyalari*

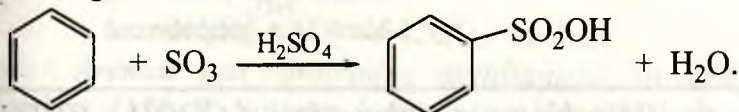
*Galogenlash reaksiyasi.* Benzol yadrosidagi vodorod atomlari katalizator ishtirokida ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeBr}_3$ , Fe) galogenlarga almashinadi:



*Nitrolash reaksiyasi.* Benzol yadrosidagi vodorod atomlari sulfat kislota ishtirokida nitrat kislota ta'sirida nitroguruh  $-\text{NO}_2$  ga almashinadi:



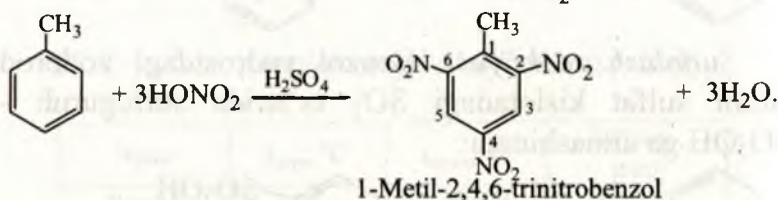
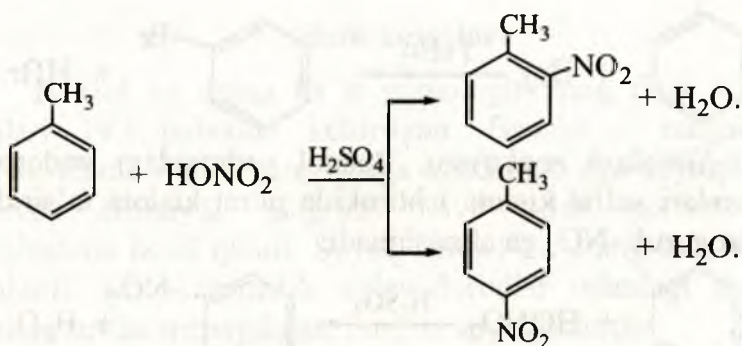
*Sulfolash reaksiyasi.* Benzol yadrosidagi vodorod atomi sulfat kislotadagi  $\text{SO}_3$  ta'sirida sulfoguruh  $-\text{SO}_2\text{OH}$  ga almashinadi:



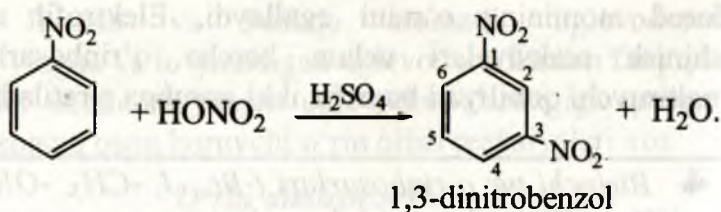
*Benzol yadrosida o'rin olish qoidalari.* Agar benzol halqasida vodorod o'rnida boshqa o'rinbosar bo'lsa halqaga birikayotgan keyingi o'rinbosar birinchi o'rinbosar tabiatiga ko'ra faqatgina tegishli holatdagi vodorod atomining o'rnini egallaydi. Elektrofil almashinish reaksiyalari uchun barcha o'rinbosarlar yo'naltiruvchi qobiliyati bo'yicha ikki guruhga ajratiladi:

➔ *Birinchi tur o'rinbosarlari ( $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ ,  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{Cl}$ ) boshqa o'rinbosarlarni orto- va para-holatga yo'naltiradi. Bu turdagi o'rinbosarlar qo'sh bog' tutmaydi va galogenlardan boshqa barchasi o'rin olish reaksiyalarini yengillashtiradi.*



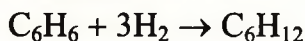


↓ *Ikkinchi tur o'rinbosarlari (-COOH, -CHO, -SO<sub>3</sub>H, -NO<sub>2</sub>) boshqa o'rinbosarlarni meta-holatga yo'naltiradi. Bu turdagi o'rinbosarlar qo'sh bog' tutgan yoki musbat zaryadga ega bo'ladi. Ular o'rin olishni qiyinlashtiradi.*



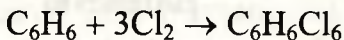
### **Birikish reaksiyalari**

**Gidrogenlash.** Benzolni vodorod bilan reaksiyasi nikel yoki platina katalizatori ishtirokida 200°C va 5066,25 kPa da olib boriladi:



Bu reaksiya qaytar bo'lib, 300°C va atmosfera bosimida degidrogenlanish sodir bo'ladi.

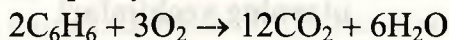
*Galogen birikishi.* Benzolga galogenlar, masalan, xlor yorug'lik nuri ta'sirida birikadi. Ultrabinafsha nur ta'sirida geksaxlorsiklogeksan hosil bo'ladi:



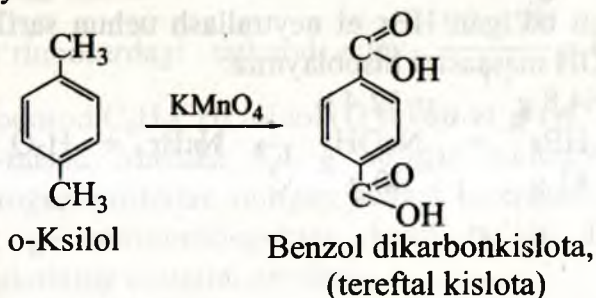
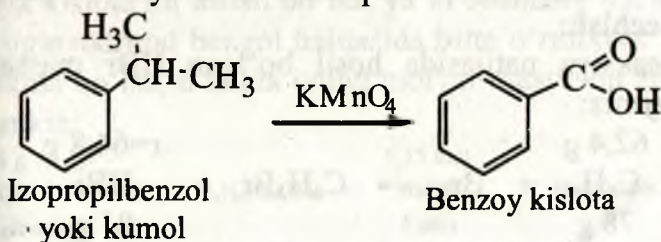
Bu reaksiyani birinchi bo'lib M.Faradey 1826-yilda kuzatgan.

### Oksidlanish reaksiyalari

*Benzol va uning gomologlarini kislorodda yonishi.* Benzol oksidlovichilar ta'siriga juda chidamli. Havoda dudli alanga hosil qilib yonadi:



*Arenlar yon zanjirining oksidlanishi.* Umumiy formulasi  $C_6H_5-R$  bo'lgan benzolning bir o'rinbosarli gomologlari  $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$  kabi oksidlovchilar ta'sirida benzoy kislota hosil qilib oksidlanadi:



## Olinishi

Benzol va uning gomologlari ko'mirni kokslash mahsuloti bo'lgan toshko'mir smolasidan olinadi. Hozirgi vaqtda arenlar neftdan ham ajratib olinadi.

## Ishlatilishi

Benzol va uning gomologlari nitrobenzol, xlorbenzol, bo'yoqlar, dorilar, qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi vositalar, yuqori molekulyar birikmalar olishda qo'llanadi. Benzolning kimyoviy sanoatda qo'llanilishi 19.2.-sxemada ko'rsatilgan.

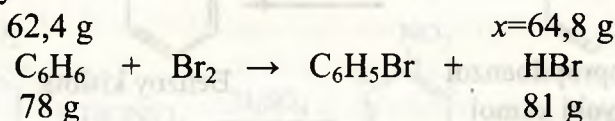
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 62,4 g benzoldan brombenzol olishda hosil bo'lgan gazni neytrallash uchun 10% li natriy ishqor eritmasining (zichligi 1,1 g/ml) hajmini (ml) hisoblang.

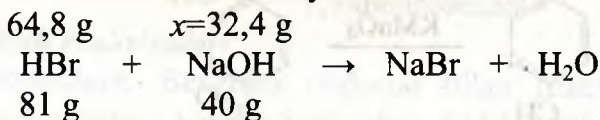
A) 294,5;      B) 145,5;      C) 320;      D) 29.

### Yechish:

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan HBr massasini aniqlaymiz:



Hosil bo'lgan HBr ni neytrallash uchun sarflanadigan NaOH massasini hisoblaymiz:





$$\text{Eritmaning hajmi: } \frac{32,4 \cdot 100\%}{10\% \cdot 1,1} = 294,5 \text{ ml}$$

**(A javob to'g'ri).**

**2-misol.** Molekulasida alkil radikali bo'lgan 13,8 g aromatik uglevodorod kaliy permanganat bilan qizdirib, ozgina kislota qo'shilgach, «A» modda olindi, «A» moddani neytrallashtirish uchun natriy gidroksidning 20 % li eritmasidan 30 g kerak bo'ldi. Boshlang'ich aromatik uglevodorodni aniqlang.

A)  $C_6H_5C_3H_7$ ; B)  $C_6H_5C_2H_5$ ;

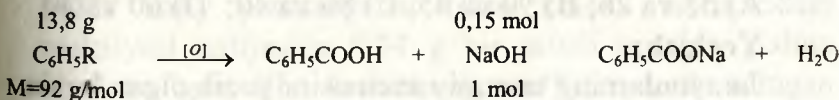
C)  $C_6H_5CH_3$ ; D)  $C_6H_5C_4H_9$ .

**Yechish:**

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan aromatik kislotani neytrallash uchun sarf bo'lgan natriy gidroksidning mol

miqdori:  $\frac{30 \cdot 20\%}{100\% \cdot 40} = 0,15 \text{ mol}$ . Agar hosil bo'lgan aro-

matik kislota bir asosli bo'lsa, ya'ni boshlang'ich aromatik uglevodorod benzol halqasida bitta o'rinbosar tutgan birikma bo'lsa, u holda uning molyar massasini aniqlash mumkin:

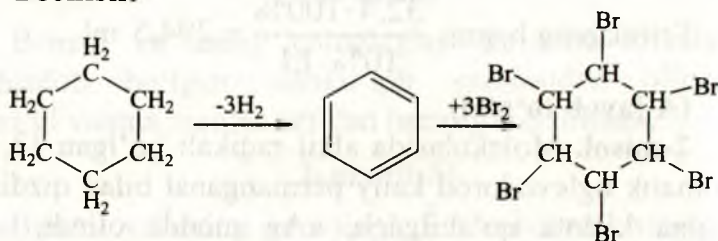


O'rinbosardagi uglerod soni:  $\frac{92 - 78}{14} = 1$ , ya'ni

uglevodorod  $C_6H_5CH_3$  toluol (**C javob to'g'ri**).

**3-misol.** Massasi 8,4 g bo'lgan siklogeksanning degidrogenlanishidan olingan benzol bromlandi. Bunda 40 g geksabromsiklogeksan hosil bo'ldi. Reaksiya mahsulotining unumini aniqlang.

A) 50%; B) 60,5%; C) 68,5%; D) 71,7%.

**Yechish:**

84 g  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  reaksiyaga kirishganda 558 g  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Br}_6$ ,  
 8,4 g  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  reaksiyaga kirishganda  $x$  g  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Br}_6$   
 hosil bo'ladi.

$$x = 55,8 \text{ g.}$$

Reaksiya unumi 100 % bo'lganda 55,8 g mahsulot,  
 reaksiya unumi  $x$  % bo'lganda 40 g mahsulot hosil  
 bo'ladi.

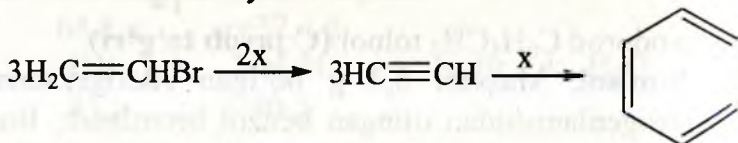
$$x = 71,7 \% \text{ (D javob to'g'ri).}$$

**4-misol.** Hajmi 7,04 ml ( $\rho = 1,52$  g/ml) bo'lgan  
 brometenga kaliy gidroksidning spirtli eritmasi bilan ish-  
 lov berilganda hosil bo'lgan gaz mahsulotdan 1,20 ml  
 ( $\rho = 0,879$  g/ml) benzol sintez qilingan. Birinchi reaksiya  
 unumi ikkinchisidan ikki baravar ortiq bo'lsa, ular-  
 ning qiymatlarini toping.

A) 52 va 26; B) 90 va 45; C) 80 va 40; D) 60 va 30.

**Yechish:**

Jarayonlarning umumiy sxemasini yozib olgan holda  
 nazariy unum bilan hosil bo'lishi mumkin bo'lgan ben-  
 zol massasini hisoblaymiz:



Brometen massasi:  $7,04 \cdot 1,52 = 10,7$  g.

Hosil bo'lgan benzol massasi:  $1,2 \cdot 0,879 = 1,055$  g.

321 g  $\text{CH}_2\text{CHBr}$  reaksiyasi natijasida 78 g benzol,  
10,7 g  $\text{CH}_2\text{CHBr}$  reaksiyasi natijasida  $x$  g benzol  
hosil bo'ladi.

$$x = 2,6 \text{ g.}$$

Ikkinchi reaksiya unumi  $x$  deb hisoblansa, birinchi reaksiya unumi  $2x$  ga teng bo'ladi. U holda nazariy unum bilan hosil bo'lishi mumkin bo'lgan va amalda hosil bo'lgan benzol massalari orasidagi munosabatni quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

$$2,6 \cdot 2x \cdot x = 1,055$$

$$5,2x^2 = 1,055$$

$$x = \sqrt{\frac{1,055}{5,2}} = 0,45$$

Demak, birinchi reaksiya unumi:

$$2x \cdot 100\% = 2 \cdot 0,45 \cdot 100\% = 90\%,$$

ikkinchi reaksiya unumi  $0,45 \cdot 100\% = 45\%$  (**B javob to'g'ri**).

**5-misol.** Benzol va toluol aralashmasini qizdirgan holda kaliy permanganat bilan kislota ishtirokidagi reaksiyasi natijasida 8,54 g bir asosli organik kislota hosil bo'lgan. Shu kislotaning mo'l miqdorda olingan  $\text{NaHCO}_3$  bilan reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan gaz mahsulot hajmi boshlang'ich aralashma yondirilganda hosil bo'ladigan gaz modda hajmidan 19 marta kam bo'ladi. Boshlang'ich, aralashmadagi benzolning masasi (g) ni hisoblang.

A) 9,87; B) 11,24; C) 10,92; D) 12,53.

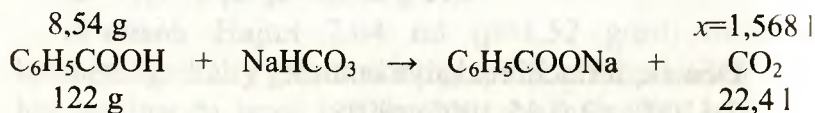


**Yechish:**

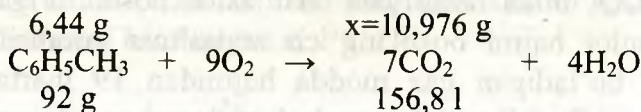
Benzol  $\text{KMnO}_4$  ta'sirida oksidlanmaydi. Bir asosli organik kislotaga toluol oksidlanishidan hosil bo'lgan benzoy kislotadir. Uning massasidan foydalanib toluolning massasini aniqlaymiz:



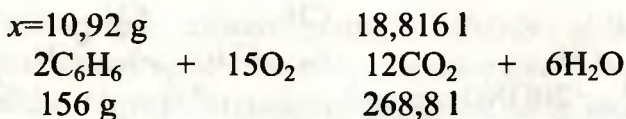
Endi benzoy kislotaning massasidan foydalanib  $\text{NaHCO}_3$  bilan reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$  hajmini aniqlaymiz:



Ma'lumki, aralashma yondirilganda hosil bo'ladigan  $\text{CO}_2$  hajmi yuqoridagi reaksiyada hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$  hajmidan 19 marta ko'p va  $19 \cdot 1,568 = 29,792 \text{ l}$  ga teng. Toluolning massasidan foydalanib u yonganda ajralib chiqadigan  $\text{CO}_2$  hajmini aniqlash mumkin:



Benzol yonishidan hosil bo'ladigan  $\text{CO}_2$  hajmi  $29,792 - 10,976 = 18,816 \text{ l}$ . Bu qiymatdan benzolning massasini aniqlash mumkin:



**(C javob to'g'ri).**

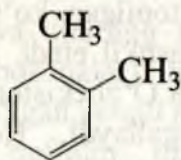
**6-misol.** Tarkibi  $C_8H_{10}$  bo'lgan aromatik uglevodorodga konsentrlangan nitrat va sulfat kislotalar aralashmasi ta'sir ettirilganda tarkibi  $C_8H_9NO_2$  bo'lgan ikkita izomer aralashmasi hosil bo'ldi. Reaksiya uchun olingan aromatik uglevodorod(lar)ni aniqlang (yon zanjirning nitrolanishi hisobga olinmasin).

- 1) propilbenzol; 2) o-ksilol; 3) vinilbenzol;  
4) p-ksilol.

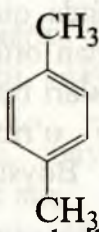
A)4; B) 1,2,3; C)2,4; D) 2.

**Yechish:**

Yuqoridagi berilgan moddalar orasida  $C_8H_{10}$  molekulyar formulaga mos keladigan birikmalar o-ksilol va p-ksilollardir.

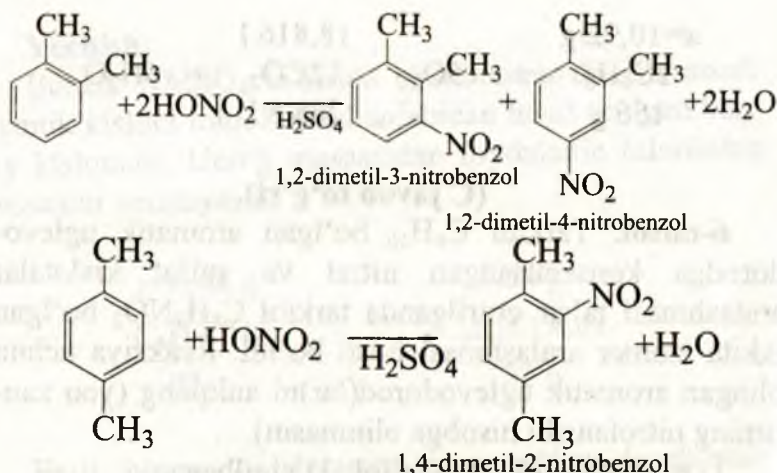


o-ksilol



p-ksilol

$CH_3$  – guruhi elektronodonor,  $-NO_2$  guruhi elektronoakseptor bo'lgani uchun metil guruhi nitroguruhni orto va para holatlarga yo'naltiradi. Shunga muvofiq o-ksilol va p-ksilollaruing hosil qilishi mumkin bo'lgan mononitrohosilalarini quyidagi reaksiya tenglamasida yozish mumkin:



Demak, masala shartida so'ralayotgan modda oksilol (**D javob to'g'ri**).

### 19.7. Uglevodorodlarning tabiiy manbalari

Uglevodorodlarning asosiy tabiiy manbalari bu toshko'mir, neft va tabiiy gaz konlaridir.

O'zbekistonda qidirib topilgan ko'mir zaxiralari 2 milliard tonnadan ortiqni tashkil etadi. Toshko'mirning geologik zaxiralari bo'yicha O'zbekiston Markaziy Osiyoda ikkinchi o'rinni egallaydi. Hozirda Angren, Sharg'un va Boysun konlarida toshko'mir qazib olinmoqda.

Mamlakatimizda topilgan yer osti gaz zaxiralari taxminan 2 trillion kubometrni tashkil qiladi. O'zbekistonda 160 dan ortiq neft konlari mavjud.

Neft va gaz konlari Respublikamizning asosan Ust-yurt, Buxoro-Xiva, Janubiy-G'arbiy Hisor, Surxondaryo, Farg'ona mintaqalarida joylashgan. Neft va gazni qayta ishlaydigan zavodlar Farg'ona, Oltiariq, Sho'rtan, Muborak va Ko'k yumaloqda faoliyat ko'rsatmoqda.



**Toshko'mir** asosan yoqilg'i sifatida ishlatiladi. Undan tashqari toshko'mir metallurgiya sanoatida rudalardan temirni suyuqlantirib olishda ko'p miqdorda kerak bo'ladigan koks ham tayyorlanadi.

Koks olish maxsus koks tayyorlash zavodlarida amalga oshiriladi. Toshko'mir maxsus koks pechlarida havosiz sharoitda  $1000^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib, quruq haydaladi (kokslanadi), bunda uchuvchan moddalar, uglerod va kul aralashmasidan iborat g'ovak birlashma – koks hosil bo'ladi. Bu aralashma  $25-79^{\circ}\text{C}$  gacha sovutilganda undan toshko'mir smolasi, ammiak suvi, koks gazi deb ataluvchi gazsimon mahsulotlar olinadi.

*Toshko'mir smolasi* avvalgi vaqtlarda koksokimyo sanoati va gaz sanoati chiqindisi sifatida tashlab yuborilardi. Hozirda undan bir qator organik moddalar olishda manba sifatida foydalanilmoqda. Buning uchun uni fraksiyon haydashga berilib, natijada bir necha fraksiyalar:

1) arenlar va ularning hosilalarini (benzol, toluol, kislotalar va boshqalar) tutuvchi, qaynash harorati  $170^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan *yengil moy*;

2) fenol, naftalin tutuvchi, qaynash harorati  $170-230^{\circ}\text{C}$  oralig'ida bo'lgan *o'rta moy*;

3) naftalin va uning gomologlarini tutuvchi, qaynash harorati  $230-270^{\circ}\text{C}$  oralig'ida bo'lgan *og'ir moy*;

4) antratsen, fenantren va boshqalar larni tutuvchi, qaynash harorati  $270-350^{\circ}\text{C}$  oralig'ida bo'lgan *antratsen moyi*;

5) pek (kuyindi) deb ataluvchi, qora qoldiq massa olinadi.

*Ammiak suvi* ammiak, ammoniy xloridi va karbonatidan iborat suvli eritma bo'lib, undan azotli o'g'itlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

*Koks gazi* tarkibiga benzol, toluol, ksilollar, fenol, ammiak, vodorod sulfid, sian birikmalari va boshqa moddalar kiradi

Toshko'mirni to'g'ridan-to'g'ri yoqib ishlatish undan foydalanishning samarali yo'li emas. Ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali usul uni gazsimon va suyuq yoqilg'i holiga qayta ishlab, qimmatbaho kimyoviy moddalarini ajratib olib foydalanish hisoblanadi. Hozirgi vaqtda ko'mirlarni suyuq yoqilg'i – benzin, dizel yoqilg'isi, mazut holiga qayta ishlab bera oladigan uskunalari mavjud.

**Neft** – gazsimon, suyuq va qattiq uglevodorodlarning aralashmasidan iborat moysimon, rangi sariq yoki och-qo'ng'ir rangdan qora ranggacha, yoqimsiz hidga ega, suvdan yengil, zichligi 0,73 dan 0,86 g/sm<sup>3</sup> gacha bo'lgan suyuqlik.

Neftda uglevodorodlardan tashqari bir oz miqdor naften kislotalari, oltingugurt va azot tutgan birikmalar bo'ladi. Turli joylardan qazib olinadigan neftning tarkibi ham har xil bo'ladi. Ichki yonuv dvigatellari uchun suyuq yoqilg'ining asosiy manbasi va kimyo sanoati uchun qimmatbaho xomashyo bo'lgan neftdan sintetik kauchuklar, plastmassalar, kimyoviy tolalar va boshqa ko'plab moddalar olinadi.

Neftni qayta ishlashda uni gazlardan, suv va oltingugurt birikmalaridan, naften kislotalari va tuzlardan tozalab olinadi. Shundan so'ng uni fraksiyali haydashga beriladi. Bunda bir qator fraksiyalar olinadi:

✚ *Rektifikatsion gazlar* – qaynash harorati 40°C gacha bo'lgan asosan propan va butandan iborat quyi molekulyar uglevodorodlar aralashmasi;

✚ *Gazolin fraksiyasi (benzin)* – tarkibi  $C_5H_{12}$  dan  $C_{11}H_{24}$  gacha bo'lgan uglevodorodlar (qaynash harorati 40 – 200°C gacha); bu fraksiyani qayta haydash yo'li bilan *gazolin* (qaynash harorati 40 – 70°C gacha) va *benzin* (qaynash harorati 70 – 120°C gacha) olinadi;

✚ *Ligroin fraksiyasi* – tarkibi  $C_8H_{18}$  dan  $C_{14}H_{30}$  gacha bo'lgan uglevodorodlar (qaynash harorati 150 – 250°C gacha);

✚ *Kerosin* – tarkibi  $C_{12}H_{26}$  dan  $C_{18}H_{38}$  gacha bo'lgan uglevodorodlar (qaynash harorati 180 – 300°C gacha);

✚ *Gazoyl (dizel yoqilg'isi)* – tarkibi  $C_{13}H_{28}$  dan  $C_{19}H_{40}$  gacha bo'lgan uglevodorodlar (qaynash harorati 200 – 350°C gacha).

Neftni haydash qoldiq mahsuloti – *mazut* – molekulasida 18 tadan 50 tagacha uglerod atomlari bo'lgan uglevodorodlar aralashmasidir. Mazutni past bosimda haydab *solyar moyi* ( $C_{18}H_{38}$  –  $C_{25}H_{52}$ ) va *surkov moylari* ( $C_{28}H_{58}$  –  $C_{38}H_{78}$ ) olinadi. Mazutni haydashning qattiq qoldiq – gudron va uni qayta ishlash mahsulotlari – *bitum* va *asfalt* yo'l qoplamalarini tayyorlashda ishlatiladi.

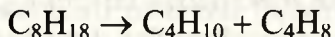
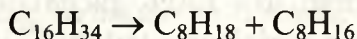
Benzin va kerosinni ikkilamchi fraksiyali haydashga berilganda turli markadagi maxsus yoqilg'ilar, turli navdagi aviatsiya va avtomobillar yoqilg'ilari, yorituvchi, traktor yengil va og'ir kerosinlari olinadi. Kerosin raketa dvigatellari uchun yoqilg'i hisoblanadi.

Mazut bug' qozonlari uchun yoqilg'i, surkov moylari, vazelin, parafin olishda xomashyo sifatida ishlatiladi. Uni o'ta qizigan bug' yordamida (uglevodorodlar-



ning parchalanib ketishini oldini olish uchun) haydaladi. Mazutdan mashina moyi, avtol, aviatsiya moylari kabi bir qancha turdagi mineral moylar ham olinadi.

Neftni to'g'ridan-to'g'ri haydashda benzinning chiqish unumi 5-14% ni tashkil etadi. Neftning boshqa fraksiyalari hisobiga benzin unumini oshirish maqsadida u krekinglanadi:



Neft krekingi benzinning chiqish unumini 65-70 % gacha orttirishga imkon beradi. Kreking paytida ajraladigan gazlar ham katta ahamiyatga ega. Ular kimyo sanoati uchun xomashyo bo'ladigan to'yinmagan uglevodorodlar tutadi.

Neftni krekinglashning ikki usuli mavjud bo'lib, biri termik, ikkinchisi esa katalitik krekingdir. Katalitik krekingda neftning termik parchalanishi (pirolizi) al-yumosilikatlardan iborat katalizatorlar ishtirokida amalga oshadi. Natijada massa jihatdan ko'proq miqdorda tarmoqlangan to'yingan uglevodorodlar hosil bo'ladi. Bunday krekinglash mahsulotidan yuqori sifatli benzin olinadi.

Benzinning sifati oktan soni bilan belgilanadi. Oktan soni benzinning tarkibidagi izooktan, ya'ni 2,2,4-trimetil pentanning miqdoriga bog'liq. Benzindagi izooktan miqdori qancha ko'p bo'lsa, detonatsiyaga shuncha chidamli bo'ladi.

Detonatsiya hodisasini tushunish uchun ichki yonuv dvigatelining ishlash tartibiga e'tibor qaratish lozim. Dastlab dvigatel silindriga benzinning havo bilan aralashmasi so'rilib kiradi, aralashma porshen bilan siqiladi va porshenning qaytish vaqtida elektr uchqun

yordamida yondiriladi. Natijada ko'p miqdorda gazlar hosil bo'lib, yuqori haroratda katta bosim ta'sirida porshenni kuchli harakatga keltiradi. Ma'lum bo'lishicha normal tuzilishli uglevodorodlarning havo bilan aralashmasi porshen bilan siqilayotganda katta bosimga bardosh bera olmay kerakli vaqtdan oldin o'z-o'zidan portlab yonib ketadi. Bu portlash porshenning foydali harakatini susaytiradi, detallarning shikastlanishiga olib keladi hamda dvigatelning quvvatini pasaytiradi. Benzinning bunday barvaqt portlab yonishi *detonatsiya* deb ataladi.

Tarmoqlangan zanjirli uglevodorodlarning detonatsiyaga chidamliligi normal tuzilishli alkanlarga qaraganda yuqori. Ularning havo bilan aralashmasi qattiq siqilganda ham o'z-o'zidan yonib ketmaydi. *Detonatsion barqarorlik* ko'rsatkich sifatida benzinning *oktan soni* darajasi ishlab chiqilgan. Detonatsion barqarorligi eng yuqori bo'lgan izooktanning oktan soni 100 ga, juda oson detonatsiyalanuvchi n-geptanning oktan soni esa 0 ga teng deb qabul qilingan. Geptan va izooktan aralashmasining oktan soni aralashmadagi izooktanning foiz miqdoriga mos keladi. Agar benzinning oktan soni 80 bo'lsa, uning detanatsion barqarorligi 80 % izooktan va 20 % geptan aralashmasining detonatsion barqarorligiga teng degan ma'noni anglatadi.

Neftekimyo korxonalari (neft haydash zavodlari, neftni qayta ishlash zavodlari, organik sintez zavodlari) atrof-muhitni zararli moddalar bilan ifloslanishiga, inson organizmi uchun zaharli moddalarning havoga tarqalishiga sabab bo'lmoqda. Shuning uchun atrof-muhitni himoya qilish uchun chiqindisiz hamda xomashyoni kompleks qayta ishlash imkoniyatini beruvchi

texnologiyalarni yaratish bugungi kunning dolzarb masalalaridandir.

**Tabiiy gaz** tarkibi ham qazib olinadigan joyiga bog'liq. Uning asosiy qismini metan, qolganini etan, propan, butan, pentan kabi gazsimon uglevodorodlar tashkil qiladi. Har bir neft qazib olinadigan joylarda erigan yoki erkin holda tabiiy, *yo'ldosh gazlar* uchrab turaadi. Ularda metan kamroq bo'lib, etan, propan, butan va boshqa uglevodorodlar asosiy qismni tashkil qiladi.

Tabiiy gazlarning asosiy qismi yoqilg'i, qolgan qismi kimyo sanoatida xomashyo sifatida ishlatiladi.

O'zbekistonda katta miqdorda toshko'mir, neft va tabiiy gaz zaxiralaridan kimyo sanoati tarmoqlarida hamda ularni qayta ishlovchi korxonalarda samarali texnologik jarayonlar asosida foydalanilmoqda.

Hozirgi kunda insoniyat oldida organik yoqilg'ilarni energetik maqsadlarda qo'llashning o'sishini oldini olish, uning o'rniga quyosh, shamol, daryo va dengiz, okean suv kuchlari, atom yadrosi, biologik chiqindilar kabilardan foydalanish, ozod etilgan organik yoqilg'ilarni esa kimyoviy xomashyo sifatida ishlatish muammosi turibdi.

Organik sintez uchun yana bir tabiiy manba bu yer kurrasidagi fotosintez mahsuli bo'lgan juda ko'p miqdordagi biomassadir. Bu biomassaning asosiy qismini selluloza va oddiyroq uglevodlar (saxaridlar) tashkil etadi. Ushbu biomassani, shuningdek atmosfera havzasiga chiqarib yuborilyotgan  $CO_2$  ni qayta ishlash hozirgi davrning dolzarb muammolari hisoblanadi.



## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Massa jihatdan C-84%, H-5%, O-5%, S-3,5% va yonmaydigan qo'shimchalardan 2,5% tutgan ko'mirning 2 t miqdori 1 sutkada yondirilgan deb qabul qilaylik. Bir gektar o'rmon daraxtlari sutkasiga 10 kg kislorod tarqatishini e'tiborga olib, yoqishga sarflangan kislorod o'rnini to'ldirish uchun qanday maydondagi (gektar) o'rmon zarur bo'lishini hisoblab toping.

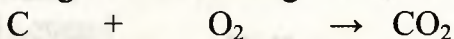
A) 525; B) 535; C) 5250; D) 4480.

### Yechish:

2 tonna ko'mir tarkibidagi C, H, O, S larning va ularning yonishi uchun sarf bo'ladigan kislorod massalarini aniqlaymiz:

$2000 \cdot 0,84 = 1680$  kg uglerod:

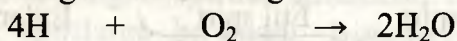
1680 kg       $x = 4480$  kg



12 g              32 g

$2000 \cdot 0,05 = 100$  kg vodorod:

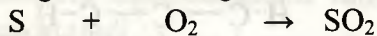
100 kg       $x = 800$  kg



4 g              32 g

$2000 \cdot 0,035 = 70$  kg oltingugurt:

70 kg       $x = 70$  kg



32 g              32 g

Jami sarf bo'ladigan kislorod massasi  
 $4480 + 800 + 70 = 5350$  kg. Shundan  $2000 \cdot 0,05 = 100$  kg kislorod ko'mir tarkibida mavjud. Demak,  $5350 - 100 = 5250$  kg kislorod zarur.

1 gektar o'rmon 10 kg kislorod ajratib chiqarsa,

$x$  gektar o'rmon 5250 kg kislorod ajratib chiqaradi.

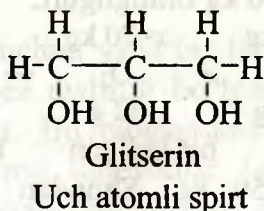
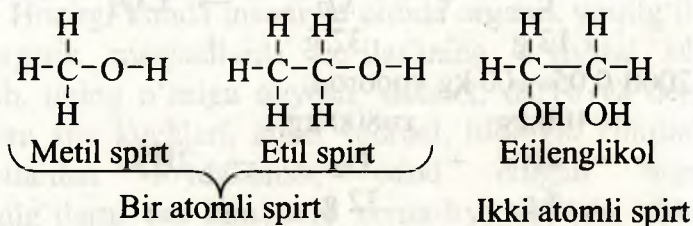
$x = 525$  gektar (A javob to'g'ri).

## 20-BOB. KISLORODLI ORGANIK BIRIKMALAR

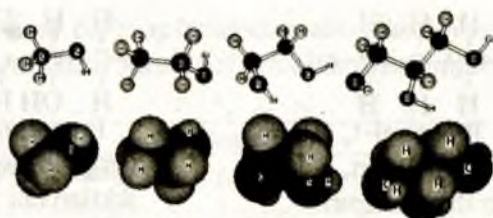
Tarkibida uglerod va vodoroddan tashqari kislorod elementi bo'lgan organik moddalar kislorodli organik birikmalar deyiladi. Ularga spirtlar, fenollar, aldegidlar, ketonlar, organik kislotalar, oddiy va murakkab efirlar hamda uglevodlar kiradi.

### 20.1. Spirtlar

To'yingan uglevodorod molekulasining bitta vodorod atomi gidroksil guruhi ( $-OH$ ) ga almashingan birikmalar *bir atomli to'yingan spirtlar* deb ataladi. Agar uglevodoroddagi ikki yoki undan ortiq vodorod atomi gidroksi guruhlariga almashingan bo'lsa tegishli holda ikki yoki ko'p atomli spirt kelib chiqadi.



Bu spirtlar molekulalarini shar-sterjenli va fazoviy ko'rinishi quyidagicha:



### Nomlanishi

Spirtlarni nomlashda trivial nomlanish (metil, etil, propil spirtlari, glitserin) bilan birgalikda xalqaro nomenklaturadan ham keng foydalaniladi. Bunda tegishli uglevodorod nomiga *-ol* qo‘shimchasi qo‘shiladi va –OH guruh joylashgan uglerod atomi raqami ko‘rsatiladi, raqamlash gidroksiguruh yaqin turgan tomondan boshlanadi:

$\text{CH}_3\text{OH}$ -metanol

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ -etanol

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ -butanol-1 (butan-1-ol)

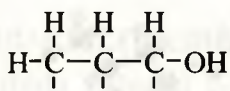
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ -2,3-dimetilbutanol-2

Bir atomli to‘yingan spirtlar birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi spirtlarga bo‘linadi. Birlamchi uglerod atomi gidroksiguruh tutsa-birlamchi spirt ( $\text{R}-\text{CH}_2-\text{OH}$ ), ikkilamchi uglerod atomi tutsa-ikkilamchi spirt ( $\text{R}_2\text{CH}-\text{OH}$ ), uchlamchi uglerod atomi tutsa-uchlamchi spirt ( $\text{R}_3\text{C}-\text{OH}$ ) deb ataladi.

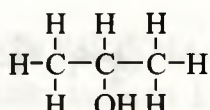
### Izomeriyasi

Spirtlarda uglerod atomlari zanjiri hamda gidroksiguruh joyi bo‘yicha holat izomeriyasi mavjud. Shuning uchun spirtlar tegishli uglevodorodlardan ko‘proq izomerga ega. Holat izomeriyasini propanoldan boshlab kuzatish mumkin:





Propanol-1,  
propil spirt,  
birlamchi spirt



Propanol-2.  
izopropil spirt,  
ikkilamchi spirt

Bir atomli spirtlarning oddiy efirlar qatorida ham izomerlarini kuzatish mumkin, masalan  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  – etanol,  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$  – dimetil efir.

### Fizik xossalari

Bir atomli to'yingan spirtlar umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  bo'lgan bir-biridan  $\text{CH}_2$ -metilen guruhiga farq qiluvchi gomologik qatorni tashkil qiladi. Gomologik qatorning dastlabki vakillari metanol, etanol va propanollardir. Tarkibida 15 tagacha uglerod atomi tutgan spirtlar suyuq, undan ortiq uglerod atomi tutsa qattiq holda bo'ladi. Ularning barchasi suvdan yengil. Metanol, etanol va propanollar suv bilan cheksiz aralasha oladi. Molekulyar massa ortishi bilan spirtlarning suvda eruvchanligi kamayib boradi. Yuqori spirtlar suvda deyarli erimaydi. Metanol, etanol va propanollar alkogolga xos hidli. Butanol va pentanollar bir oz shirin bo'g'uvchi hidga ega. Tegishli uglevodorodlardan spirtlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari, eruvchanligi yuqoriligi vodorod bog' mavjudligi bilan izohlanadi. 20.1.-jadvalda ba'zi spirtlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari hamda zichliklari qiymatlari keltirilgan.

20.1.-jadval. Ba'zi spirtlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari hamda zichliklari qiymatlari

Tuzilish formulasi	Nomlanishi		$t_{\text{suyuq.}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{qayn.}}^{\circ\text{C}}$	$\rho$ , g/ml
	Xalqaro	Trivial			
$\text{CH}_3\text{OH}$	Metanol	Metil spirt	-97,8	64,5	0,7914
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Etanol	Metil spirt	-114	78,3	0,7893
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Propanol-1	Propil spirt	-126	97,2	0,8044
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_3$	Propanol-2	Izopropil spirt	-89,5	82,4	0,7851
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Bunanol-1	n-Butil spirt	-89,5	117,2	0,8098
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	Bunanol-2	Ikkilamchi butil spirt	-114	99,5	0,8063
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	2-metil-propanol-2	Uchlamchi butil spirt	25,5	82,5	0,7887
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	2-metil-propanol	Izobutil spirt	-108	108,4	0,8027
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	Pentanol-1	Amil spirt	-79	137,8	0,8124
$\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$	Etandiol-1,2	Etilenglikol	-11,5	197,6	1,116
$\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$	Propantriol-1,2,3	Glitserin	20	290	1,2604

### Kimyoviy xossalari

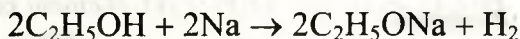
Spirtlarning kimyoviy xossalari gidroksiguruh va radikalga bog'liq. Barcha organik moddalar kabi spirtlar ham yonadi:



Gidroksiguruh bilan bog'liq kimyoviy reaksiyalarni quyidagicha bo'lish mumkin:

#### 1. O-H bog'ining uzilishi bilan boradigan reaksiyalar.

*Metallar bilan ta'sirlashuv:*



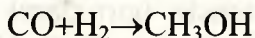
*Kislotalar bilan ta'sirlashuv:*





**Metil spirti.** Metil spirti (metanol, karbinol, yog‘och spirti) – oddiy bir atomli spirt bo‘lib, rangsiz suyuqlik, kuchli zahar (30 g gacha miqdori ko‘r qiladi, undan ortig‘i o‘limga olib keladi).

Metanolni uglerod(II) oksidi va vodoroddan 300-400°C haroratda, 50 mPa bosim ostida rux oksidi va mis(II) oksidi katalizatorligida katalitik sintez qilib olinadi:



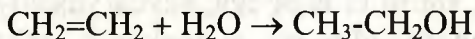
Metanol yog‘ochni quruq haydash yo‘li bilan ham olinadi. Formaldegid, bo‘yoqlar, fotoreaktivlar, farmatsevtik preparatlar olishda va erituvchi sifatida ishlatiladi.

**Etil spirti.** Etil spirti (etanol) — rangsiz suyuqlik. Quyi haroratlarni o‘lchashda termometrlarda ishlatiladi. Kuchsiz nurlanuvchi alanga hosil qilib yonadi. Etil spirti qand moddalarni achitqi zamburug‘lari yordamida bijg‘itib olinadi. Bijg‘itishning mohiyati shundan iboratki, bunda kraxmaldan hosil bo‘ladigan glyukoza yoki uzum shakari  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  fermentlar ta‘sirida spirt va karbonat angidridiga parchalanadi:



Spirt ishlab chiqarishda xomashyo sifatida kraxmalga boy tabiiy mahsulotlar: kartoshka, donli ekinlardan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda yog‘och chiqindilaridan ham spirt olish keng yo‘lga qo‘yilmoqda.

Neft krekingida hosil bo‘luvchi etilenni to‘g‘ridan-to‘g‘ri gidratatsiyalab etanol olish usuli katta ahamiyatga ega:



Reaksiya 260-300°C harorat, 7,5-10 mPa bosimda va maxsus katalizator ishtirokida amalga oshiriladi.

Kelajakda etanolni yog'och va neftni qayta ishlash gazlaridan olishga to'la o'tiladi.

Etil spirti sintetik kauchuk, plastmassalar olishda, parfyumeriya, dori-darmonlar, lak-bo'yoqlar ishlab chiqarishda erituvchi sifatida, anatomik preparatlarni konservatsiyalashda, dietil efiri, bo'yovchi moddalar, sirka kislota, tutunsiz poroxlarni olishda shuningdek, ichki yonuv dvigatellari yoqilg'i sifatida qo'llanadi.

Etanol organizmga zararli ta'sir ko'rsatadi, qonda va to'qimalarda miqdori me'yordan ortsa modda almashinuvini buzadi, hattoki kichik miqdorlarda sistematik ravishda iste'mol qilish alkogolizm kasalligini keltirib chiqaradi. Bu esa jigar, yurak kasalliklariga, miyaning degenerativ o'zgarishiga, psixika buzilishiga sabab bo'ladi, naslga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

### **Ko'p atomli spirtlar.**

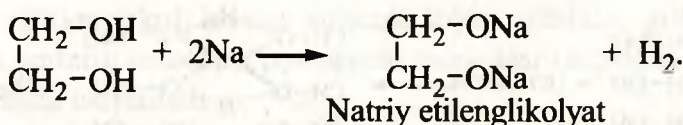
#### **Tuzilishi va fizik xossalari**

Ko'p atomli spirtlar gomologik qatorining dastlabki vakillari etilenglikol (ikki atomli) va glitserin (uch atomli) bo'lib, ularda va boshqa ko'p atomli spirtlarda gidroksiguruh turli uglerod atomlarida joylashadi, bitta uglerod atomida birdaniga ikkita gidroksiguruh bo'lmaydi, chunki bunday birikma nihoyatda beqaror moddadir (faqat suvli eritmasida mavjud bo'luvchi karbonat kislota bilan solishtiring).

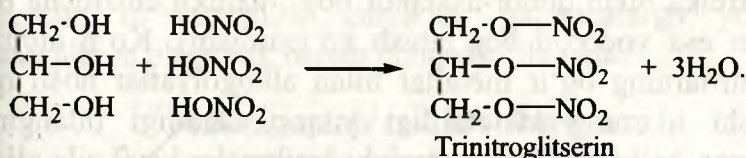
Etilenglikol va glitserin – rangsiz, siropsimon suyuqlik, shirin ta'mga ega, suvda yaxshi eriydi. Etilenglikol zaharli, glitserin gigroskopik, zaharli emas, organizm tomonidan yengil o'zlashtiriladi.

## Kimyoviy xossalari

Ko'p atomli spirtlarning xossalari bir atomli spirtlarnikiga o'xshash bo'ladi, chunki ular bir xil funksional guruhga (-OH) ga ega:



Organik va mineral kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, murakkab efirlar hosil qiladi:



Trinitroglitserin (nitroglitserin) – og'ir moysimon suyuqlik, yengil silkinish ta'sirida yoki qizdirilganda portlaydi. Tibbiyotda va dinamit tayyorlashda ishlatiladi.

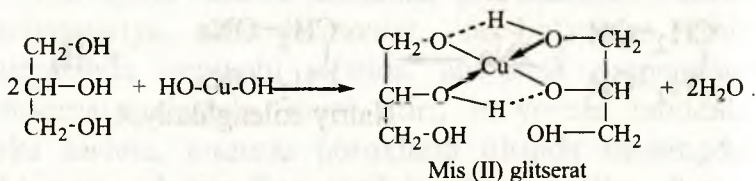
Glitserinning yuqori karbon kislotalar bilan ta'sirlashuvidan *murakkab efirlar* sinfiga mansub *yog'lar* hosil bo'ladi.

Ko'p atomli spirtlar bir atomli spirtlardan farq qiladigan xossalarga ham ega. Ularda bir necha gidroksiguruh bir-biriga ta'sir qilishidan gidroksiguruhi vodorodining harakatchanligi ortadi va bu ko'p atomli spirtlarning kislotalilik xususiyatini bir oz kuchayishiga olib keladi. Taqqoslanayotgan spirtlarning kislotalilik kuchi quyidagi qator bo'yicha ortib boradi:

*bir atomli* → *ikki atomli* → *uch atomli*



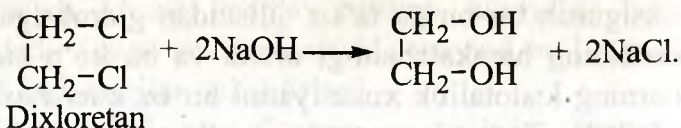
Glitserinning  $H^+$  ionlar hosil qilib dissotsialanish darajasi metanolga nisbatan deyarli o'n marta katta. Shuning uchun ko'p atomli spirtlar ishqorlar va mis (II)-gidroksid bilan alkogolyatlar hosil qiladi:



Mis glikolyati va glitserati-kompleks birikmalar (strelka bilan donor-akseptor bog', uzlukli chiziqcha bilan esa vodorod bog'lanish ko'rsatilgan). Ko'p atomli spirtlarning og'ir metallar bilan alkogolyatlar hosil qilishi ularning kislotaliligi yuqori ekanligi bilangina emas, balki barqaror kompleks birikmalar hosil qila olish xususiyati bilan ham bog'liq. Mis alkogolyatlari yorqin-moviy rangga ega bo'ladi. Ko'p atomli spirtlarning mis (II)-gidroksidi bilan ta'sirlashuvi ularga sifat reaksiyasi bo'lib xizmat qiladi.

### Olinishi va ishlatilishi

Ko'p atomli spirtlar tegishli uglevodorodlar galogen hosilalariga ishqorlarning suvli eritmalarini ta'sir ettirib olinadi:



Glitserinni yog'lardan, noozuqaviy xomashyodan (neft krekingi gazlaridan sintetik usulda) olinadi.

Glitserin va etilenglikolning suvli va spirtli eritmaları quyi haroratlarda muzlamaydigan eritmalar – *antifrizlar* sifatida ishlatilib, ulardan qish mavsumida avto- va aviadvigatellar radiatorlarida suv o‘rnida foydalaniladi.

Etilenglikol lavsan sintetik tolasi olishda, glitserin esa sintetik smola va portlovchi moddalar (nitroglitserin) olishda ishlatiladi.

Glitserin gigroskopik modda sifatida keng qo‘llanadi. Tibbiyotda qo‘l terisini yumshatish uchun va turli surkov malhamlar tayyorlashda ishlatiladi, terini qayta ishlash sanoatida qo‘lni qurib ketishdan saqlash uchun, to‘qimachilik sanoatida gazlamalarga yumshoqlik va elastiklik berish uchun qo‘llanadi.

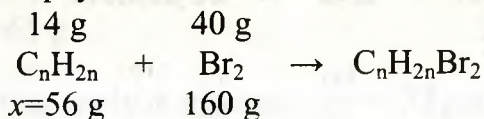
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Tarkibi noma‘lum bo‘lgan bir atomli spirtidan olingan simmetrik tuzilishli etilen uglevodorodning 14 grammi, 40 g brom bilan reaksiyaga kirishgan. Spirtning formulasini aniqlang.

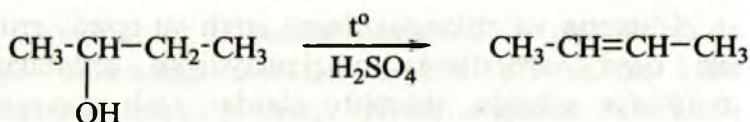
- A)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ ;      B)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ ;  
 C)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ ;    D)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ .

#### Yechish:

Brom bilan reaksiyaga kirishgan alkenning molyar massasini aniqlaymiz:



Bu alken buten bo‘lishi mumkin. Simmetrik tuzilishli buten izomeri buten-2 bo‘ladi. Buten-2 olish uchun butanol-2 degidratlanishi zarur:



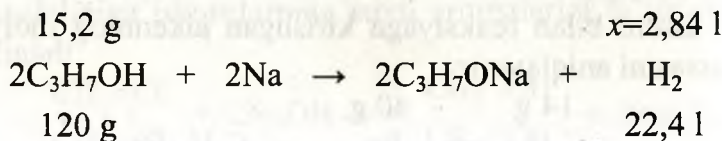
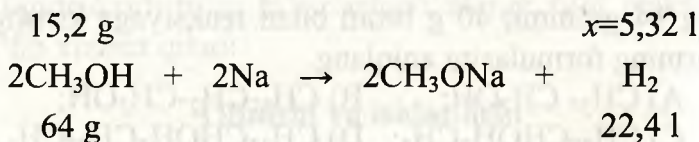
**(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** Metanol va propanoldan iborat 15,2 g aralashmaga natriy metali ta'sir etishidan 3,36 l (n.sh.) vodorod ajralib chiqdi. Dastlabki aralashmadagi spirtlarning massalarini hisoblab toping.

- A) 3,2 metanol va 12,0 propanol;
- B) 12,0 metanol va 3,2 propanol;
- C) 6,4 metanol va 8,8 propanol;
- D) 4,8 metanol va 10,4 propanol.

**Yechish:**

Misolni diagonal usulda yechish qulay. Buning uchun aralashma massasiga teng komponentlar reaksiyaga kirishganda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan vodorod hajmlaridan foydalanamiz:





$$\begin{array}{rcl}
 5,32 & & 3,36 - 2,84 = 0,52 \text{ ————— } m_1 = 3,2 \text{ g} \\
 & \diagdown & / \\
 & 3,36 & \\
 & / & \diagdown \\
 2,84 & & 0,52 + 1,96 = 2,48 \text{ ————— } \begin{array}{l} 15, \\ 2 \end{array} \\
 & & 5,32 - 3,36 = 1,96 \text{ ————— } m_2 = 12 \text{ g}
 \end{array}$$

(A javob to'g'ri).

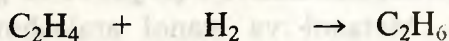
**3-misol.** Bir atomli spirtidan 16 ml olib, ( $\rho = 0,8 \text{ g/sm}^3$ ) natriy bilan ishlaganda ajralib chiqqan vodorod 4,48 l etilenni gidrogenlashga yetgan bo'lsa, reaksiya uchun bir atomli qaysi spirt olingan?

- A) propanol-1; B) etanol;  
C) metanol; D) butanol-1;

**Yechish:**

4,48 l etenni gidrogenlash uchun zarur bo'lgan vodorod hajmini aniqlaymiz:

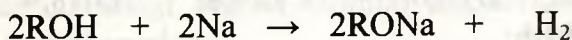
$$4,48 \text{ l} \quad x = 4,48 \text{ l}$$



$$22,4 \text{ l} \quad 22,4 \text{ l}$$

Noma'lum spirtning massasi  $16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ g}$  ekanligini bilgan holda spirtning molyar massasi va formulasini aniqlaymiz:

$$12,8 \text{ g} \quad 4,48 \text{ l}$$



$$x = 64 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

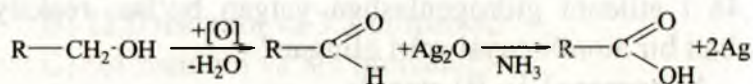
Spirtning molyar massasi:  $\frac{64}{2} = 32 \text{ g/mol}$ . Bu spirt metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  (C javob to'g'ri).

**4-misol.** Reaksiya unumi 100 foiz bo'lganda, 14,8 g spirtni oksidlashda hosil bo'lgan mahsulot kumush oksidning ammiakdagi eritmasi bilan reaksiyaga kirishib, 43,2 g cho'kma hosil bo'ldi. Reaksiya uchun qaysi spirt olingan?

A) etanol; B) propanol-1; C) butanol-2; D) butanol-1.

**Yechish:**

Spirtning molyar massasini quyidagi sxema bo'yicha aniqlash mumkin:



14,8 g spirt reaksiyaga kirishganda 43,2 g,  
 x g spirt reaksiyaga kirishganda 216 g Ag  
 cho'kmaga tushadi.

$$x = 74 \text{ g/mol.}$$

Noma'lum spirt butanol-1 (**D javob to'g'ri**).

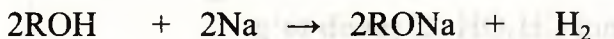
**5-misol.** Metanol va etanol aralashmasiga natriy metalli ta'sir ettirilganda 6,72 l (n.sh.) vodorod ajralib chiqdi. Shuncha miqdordagi spirt aralashmasi vodorod bromid bilan reaksiyaga kirishganda 62,6 g alkilbromidlar hosil bo'ldi. Boshlang'ich aralashmaning og'irligini (g) toping.

A) 28; B) 9,6; C) 24,8; D) 18,4.

**Yechish:**

Vodorodning hajmidan foydalanib spirtlar aralashmasining umumiy mol miqdorini aniqlaymiz:

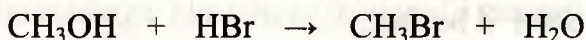
$$x = 0,6 \text{ mol} \qquad 6,72 \text{ l}$$



$$2 \text{ mol} \qquad 22,4 \text{ l}$$

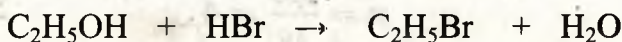
Komponentlarning mol miqdorlari aralashma mol miqdoriga teng bo'lganda hosil bo'ladigan alkilbromidlar massasidan aralashmadagi metanol va etanollarning mol miqdorlarini aniqlaymiz:

$$0,6 \text{ mol} \quad x=57 \text{ g}$$

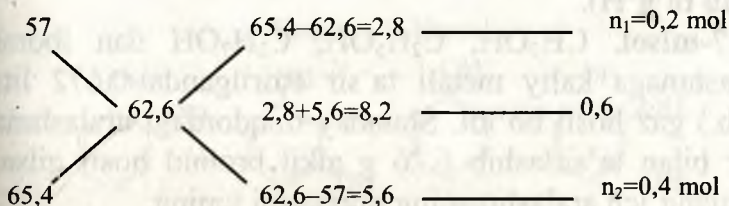


$$1 \text{ mol} \quad 95 \text{ g}$$

$$0,6 \text{ mol} \quad x=65,4 \text{ g}$$



$$1 \text{ mol} \quad 109 \text{ g}$$



Metanolning massasi:  $32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ g}$ ;

Etanolning massasi:  $46 \cdot 0,4 = 18,4 \text{ g}$ ;

Aralashmaning massasi:  $6,4 + 18,4 = 24,8 \text{ g}$  (**C javob to'g'ri**).

**6-misol.** Massasi 185 gr bo'lgan bir atomli to'yingan spirt namunasidagi barcha atomlar miqdori 37,5 mol bo'lsa, spirtni aniqlang.

A) etanol; B) metanol; C) propanol; D) butanol.

**Yechish:**

Bir atomli to'yingan spirtning umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  yoki  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  kabi ifodalanadi. Undagi atomlarning mol sonini  $n + 2n + 2 + 1 = 3n + 3$ , massasini esa  $12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18$  bilan



ifodalab quyidagi proporsiya va tenglamalar orqali  $n$  ni aniqlash mumkin:

185 g to'yingan spirtidagi atomlar mol soni

37,5 mol bo'lsa,

$14n + 18$  g to'yingan spirtidagi atomlar mol soni

$3n + 3$  bo'ladi.

$$37,5 \cdot (14n + 18) = 185 \cdot (3n + 3)$$

$$525n + 675 = 555n + 555$$

$$30n = 120$$

$$n = \frac{120}{30} = 4.$$

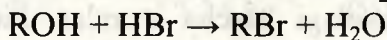
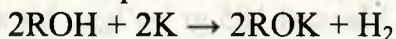
**Javob:** Namuna uchun olingan spirt butanol (D javob to'g'ri).

**7-misol.**  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  dan iborat aralashmaga kaliy metali ta'sir ettirilganda 0,672 litr (n.sh.) gaz hosil bo'ldi. Shunday miqdordagi aralashma HBr bilan ta'sirlashib 6,26 g alkil bromid hosil qilsa, boshlang'ich aralashmaning massasini toping.

A) 1,48; B) 2,48; C) 3,48; D) 4,48.

**Yechish:**

Spirtlar aralashmasining kaliy va vodorod bromid bilan ta'sirlashish jarayonlarini quyidagi umumiy reaksiya tenglamalari orqali ifodalash mumkin:



Spirtlar aralashmasining umumiy mol miqdori  $\frac{0,672}{22,4} \cdot 2 = 0,06$  molga teng. Alkilbromidlarning molyar massasi spirtlar molyar massasidan

$(R + 80) - (R + 16 + 1) = 63$  g ga farq qiladi.

Demak, spirtlar aralashmasining massasi

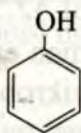
$6,26 - 63 \cdot 0,06 = 2,48$  g bo'lgan.

**Javob:** Spirtlar aralashmasining massasi 2,48 g (B javob to'g'ri).

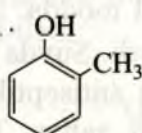
## 20.2. Fenollar. Ularning xossalari va ishlatilishi

↓ Benzol yadrosidagi vodorod atomlari gidroksiguruhlariga almashgan kislorodli organik birikmalar fenollar deb ataladi.

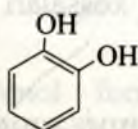
Oddiy fenol benzolning bir atomli gidroksil hosilasidir.



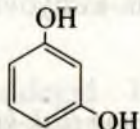
Fenol



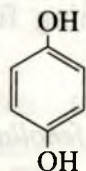
Krezol



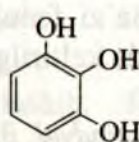
Pirakotexin



Rezortsin



Gidroxinon



Piragallol

## Fenollarning elektron tuzilishi

Fenolda gidroksiguruh manfiy induksion effektini namoyon qiluvchi benzol yadrosi bilan bevosita bog'langan. Kislorodning taqsimlanmagan elektron juftlari benzolning  $\pi$ -elektronlari bilan ta'sirlashishi natijasida elektron zichlik kisloroddan C-O bog'i tomonga siljiydi, kislorod esa O-H  $\sigma$ -bog'i elektron juftini o'ziga kuchliroq torta boshlaydi. Shuning uchun fenoldagi gidroksiguruh vodorodi alifatik spirtlardagidan ko'ra harakatchanroq. Fenol kuchsiz kislota xossasiga ega. Shu bilan birgalikda gidroksiguruh birinchi tartib

o‘rinbosar sifatida benzol yadrosining elektron zichligini qayta taqsimlanishiga olib keladi. Natijada benzol yadrosidagi 2, 4, 6-holatlardagi (orto-, para-) vodorodlar harakatchan bo‘lib qoladi. Fenollar benzolga qaraganda reaksiyaga oson kirishadilar.

### Fenolning fizik xossalari

Fenol – rangsiz (vaqt o‘tishi bilan havo kislorodi ta‘sirida och pushti rangga kiradi), o‘tkir o‘ziga xos hidga ega kristall modda. Fenol  $42,3^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadi,  $182^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi. Suvda qisman eriydi (100 g suvda 6 g eriydi). Kuchli antiseptik (mikroblarni o‘ldirish) xossaga ega. Kuchli zahar. Teriga tegsa kuydiradi, uzoq vaqt tuzalmaydigan yara va suvli to‘planmalar hosil qiladi. Ba‘zi fenollarning fizik-kimyoviy xossalari 20.2.-jadvalda keltirilgan.

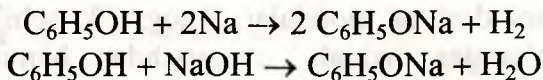
20.2.-jadval. Ba‘zi fenollarning fizik-kimyoviy xossalari

Birikma	$t_{\text{suyuq.}}$ , $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{qayn.}}$ , $^{\circ}\text{C}$	Kislota kuchi, pKa	20 $^{\circ}\text{C}$ da suvda eruvchanligi, %
Fenol	40,8	181,8	9,98	8,2
Pirakotexin	105	240	9,25	31,1
Rezortsin	110	280,8	9,20	63,7
Gidroxinon	173,8	286,5	9,91	6,1
Pirogallol	132,5	309	-	38,5

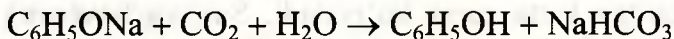
### Kimyoviy xossalari

Fenol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  (karbol kislota) kuchsiz kislota xossasini namoyon qiladi (karbonat kislotadan kuchsiz). Natriy metalidan tashqari ishqorlar bilan ham suvli eritmaları barqaror bo‘lgan fenolyatlar hosil qiladi (bir atomli spirtlar bunday reaksiyaga kirishmaydi):

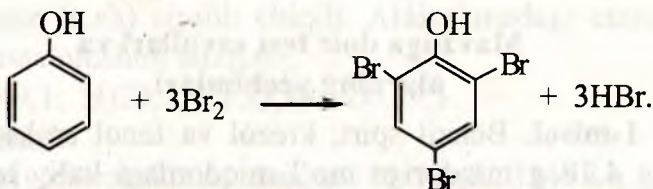




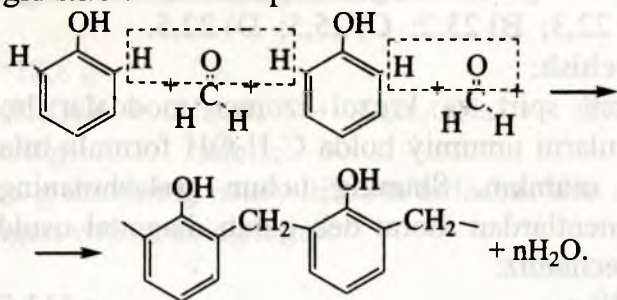
Fenolyatlar qisman gidrolizlanadi, lekin mineral kislotalar, hattoki karbonat kislotasi ta'sirida ham parchalanib ketadi:



Benzoldan farq qilib, fenol bromli suv bilan reaksiyaga kirishadi, uni rangsizlantiradi va suvda kam eruvchan tribromfenol hosil qiladi:



Fenol formaldegid bilan ta'sirlashib, fenolformaldegid smolalar hosil qiladi:



### Olinishi va ishlatilishi

Sanoat ehtiyojlari uchun fenol toshko'mir smolasidan olinadi. Fenolning ma'lum miqdori benzoldan quyidagi sxema bo'yicha sintetik usulda ham olinadi:



Fenol dorivor moddalar, fotografik ochiltiruvchilar va bo'yoqlar ishlab chiqarishda hamda dezinfeksiyalovchi vosita (kuchli antiseptik) sifatida qo'llanadi. Juda ko'p miqdorda fenoplastlar ishlab chiqarishga sarflanadi.

Ko'plab sanoat chiqindilari tarkibidagi fenol atrof-muhitga katta zarar ko'rsatadi. Suv va havoning fenol bilan ifloslanishini oldini olish uchun chiqindisiz texnologiyalar qo'llanadi: fenol tutuvchi gazlar katalitik oksidlanadi, oqava suvlari ozon bilan ishlanadi, fenolni erituvchilar bilan ajratib olinadi.

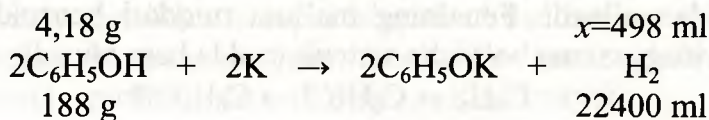
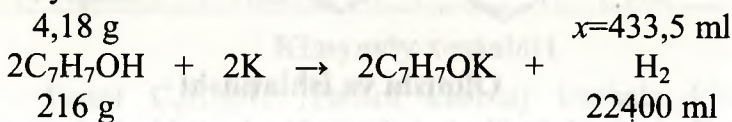
### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

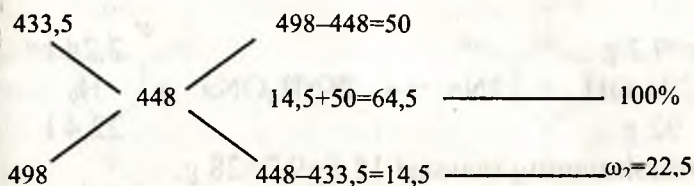
**1-misol.** Benzil spirt, krezol va fenol aralashmasining 4,18 g miqdoriga mo'l miqdordagi kaliy ta'sirida 448 ml (n.sh) gaz ajralib chiqqan. Boshlang'ich aralashmadagi fenolning massa ulushini hisoblang.

A) 22,3; B) 23,2; C) 25,5; D) 22,5.

#### **Yechish:**

Bezil spirt va krezol izomer moddalar bo'lgani uchun ularni umumiy holda  $C_7H_7OH$  formula bilan ifodalash mumkin. Shuning uchun aralashmaning ikki komponentlardan iborat deb qarab diagonal usulda misolni yechamiz:





**(D javob to'g'ri).**

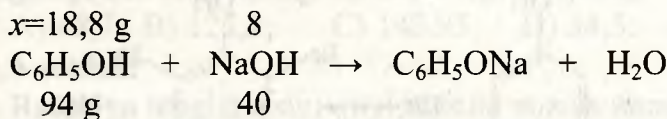
**2-misol.** Fenol bilan etanol aralashmasini neytrallash uchun natriy gidroksidning 13,34% li eritmasidan ( $\rho=1,2\text{g/ml}$ ) 50 ml sarf bo'ldi. Shunday massali aralashma natriy metalli bilan o'zaro ta'sirlashganda, 4,48 l gaz (n.sh) ajralib chiqdi. Aralashmadagi etanolning massa ulushini aniqlang.

A) 49,1; B) 29,1; C) 32,86; D) 39,1.

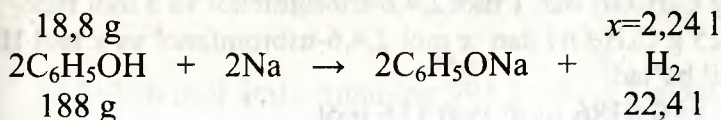
**Yechish:**

Natriy gidroksidning massasi  $50 \cdot 1,2 \cdot 0,1334 = 8 \text{ g}$ .

Aralashmadagi fenol natriy gidroksid bilan reaksiyaga kirishadi. Uning massasi:

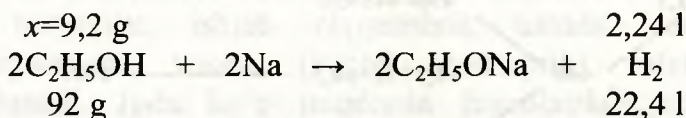


18,8 g fenolning natriy bilan ta'sirlashuvidan ajralib chiqadigan vodorodning hajmi:



Etanolning natriy bilan reaksiyasi natijasida  $4,48 - 2,24 = 2,24 \text{ l}$  vodorod hosil bo'ladi. Shuncha miqdorda vodorod hosil qilish uchun zarur bo'lgan etanolning massasi:





Aralashmaning massasi  $18,8+9,2=28 \text{ g}$ .

Aralashmadagi etanolning massa ulushi

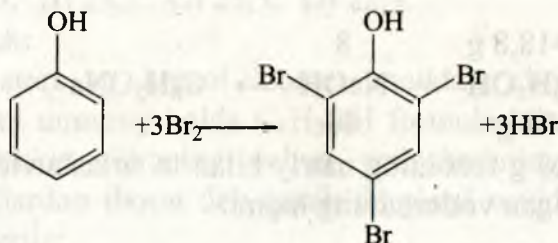
$$\frac{9,2}{28} \cdot 100\% = 32,86\% \text{ (C javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** 75,2 g 5% li fenol eritmasi bilan bromli suv o'rtasidagi reaksiya oxirigacha olib borildi. Reaksiyon aralashmani to'la neytrallash uchun 28% li ( $\rho=1,3 \text{ g/ml}$ ) natriy ishqor eritmasidan qancha hajm (ml) zarur bo'ladi?

A) 13,2; B) 4,4; C) 17; D) 8,8.

**Yechish:**

$$\text{Eritmadagi fenolning massasi } \frac{75,2 \cdot 5\%}{100\%} = 3,625 \text{ g.}$$

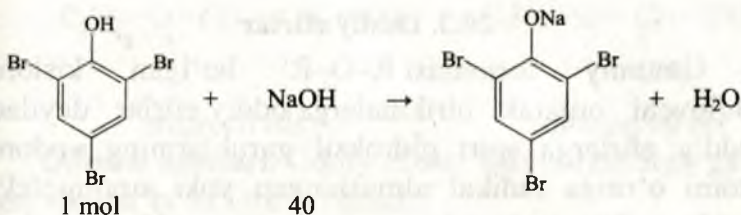


94 g  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  dan 1 mol 2,4,6-tribromfenol va 3 mol HBr,  
 3,625 g  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  dan  $x$  mol 2,4,6-tribromfenol va  $x$  mol HBr  
 hosil bo'ladi.

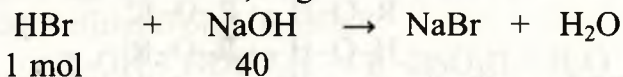
$$x=0,0386 \text{ mol}; y=0,116 \text{ mol.}$$

Ikkala mahsulotni neytrallash uchun sarf bo'ladigan natriy gidroksid massasi aniqlanadi:

$$0,0386 \text{ mol} \quad x=1,544 \text{ g}$$



$$0,116 \text{ mol} \quad x=4,64 \text{ g}$$



Jami NaOH massasi:  $1,544+4,64=6,184 \text{ g}$ .

$$\text{Eritmaning massasi: } \frac{6,184 \cdot 100\%}{28\% \cdot 1,3} = 17 \text{ g (C javob to'g'ri).}$$

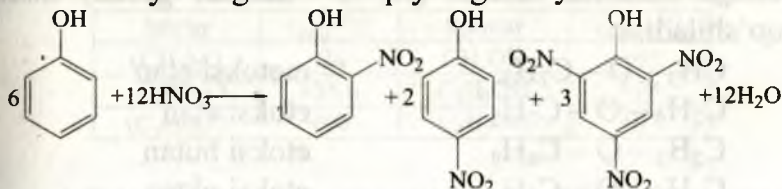
to'g'ri).

**4-misol.** Fenolga yetarli miqdorda nitrat kislota ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  ishtirokida) ta'sir ettirilganda, 1:2:3 mol nisbatda 2-nitrofenol, 4-nitrofenol va 2,4,6-trinitrofenollardan iborat 0,9 mol mahsulot olindi. Hosil bo'lgan pikrin kislotaning massasini (g) aniqlang.

A) 68,7; B) 123,2; C) 148,95; D) 34,5.

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

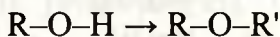


$1+2+3=6$  mol aralashmaning 993 g pikrin kislotaga,

0,9 mol aralashmaning  $x=148,95 \text{ g}$  pikrin kislotadir (C javob to'g'ri).

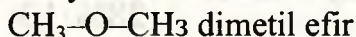
### 20.3. Oddiy efirlar

Umumiy formulasi  $R-O-R'$  bo'lgan kislorod saqlovchi organik birikmalarga oddiy efirlar deyiladi. Oddiy efirlarga spirt gidroksil guruhlarining vodorod atomi o'rniga radikal almashingan yoki suv molekulasidagi ikki vodorod atomi o'rniga radikallar almashingan deb qarash ham mumkin.

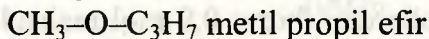
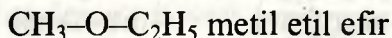


Efirlar radikallarning xiliga qarab ikkiga bo'linadi.

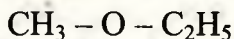
Efir molekulasidagi radikallar bir xil bo'lsa, simmetrik oddiy efirlar deyiladi:



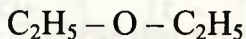
Molekulasidagi radikallar har xil bo'lsa, aralash efirlar deyiladi:



**Nomenklaturasi va izomeriyasi.** IYUPAK nomenklaturasi bo'yicha oddiy efirlarni nomlashda katta radikal to'yingan uglevodorod deb qaralib, uning nomi oldiga ikkinchi radikal ( $R-O-$  alkoksi guruh) nomi qo'shiladi.



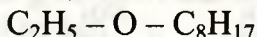
metoksi etan



etoksi etan



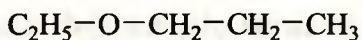
etoksi butan



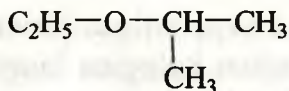
etoksi oktan

Oddiy efirlarda tuzilish izomeriyasini kuzatish mumkin. Masalan:



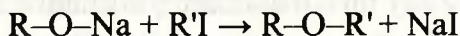


etilpropil efir

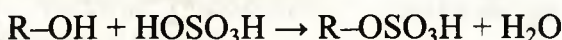


etilizopropil efir

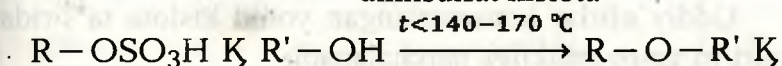
**Olinish usullari.** Oddiy efirlar alkogolyatlarga galogen alkillar ta'sir ettirib olinadi:



Spirtlarga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib ham oddiy efirlarni olish mumkin:



alkilsulfat kislota



HOSO<sub>3</sub>H

**Fizik xossalari.** Dimetil va etilmetil efirlar gaz, o'rtta vakillari suyuqlik, yuqori molekulari qattiq moddalardir.

Oddiy efirlarning qaynash harorati va zichligi tegishli spirtlarnikidan doimo past bo'ladi.

### 20.3.-jadval. Ayrim oddiy efir va asirtlarning qaynash va suyuqlanish haroratlari

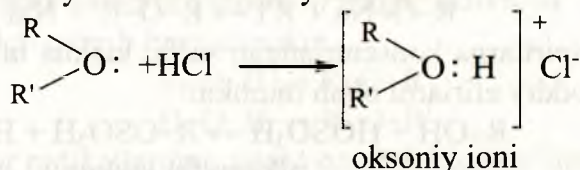
Efirlar	$t_{\text{qayn.}}^\circ\text{C}$	Spirtlar	$t_{\text{suyuq.}}^\circ\text{C}$
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	-24	CH <sub>3</sub> OH	+65
(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	+35,6	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	+78
(C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> O	+90	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	+97

Efirlarda qaynash harorati past bo'lishining asosiy sababi efir molekulari molekulararo vodorod bog'lanishga ega emas.

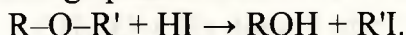
**Kimyoviy xossalari.** Efirlar oddiy sharoitda reaksiyaga kirishmaydigan barqaror moddalardir. Ular ishqor

va suyultirilgan kislotalar ta'sirida o'zgarmaydi, shuning uchun ko'pgina kimyoviy reaksiyalarda erituvchi sifatida ishlatiladi.

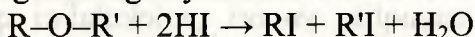
Oddiy efirlar konsentrlangan kislotalar ta'sirida tuzga o'xshash moddalarni hosil qiladi. Ular beqaror bo'lib, oksoniy birikmalar deb yuritiladi:



Oddiy efirlar konsentrlangan yodid kislota ta'sirida spirt va galogenalkilga parchalanadi:



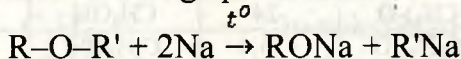
Agarda shu reaksiya yuqori haroratda olib borilsa, spirt ham galogenalkilga aylanadi:



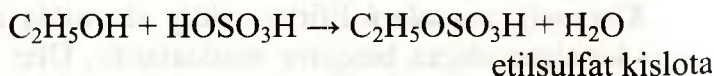
Bu reaksiya  $-\text{OCH}_3$  va  $-\text{OC}_2\text{H}_5$  funksional guruhlarini aniqlashda ishlatiladi.

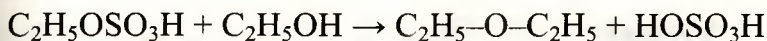
Oddiy sharoitda efirlarga ishqoriy metallar ta'sir etmaydi. Shuning uchun efirlar natriy metalli bilan quritiladi.

Yuqori harorati efir natriy ta'sirida alkogolat va metall-organik birikmalarga parchalanadi:



Dietil efir (etil efir, efir, sulfat efiri) sanoatda etil spirti bilan konsentrlangan sulfat kislota aralashmasini maxsus apparat - efirizatorida  $130 - 140^\circ\text{C}$  da qizdirib olinadi:

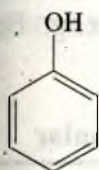




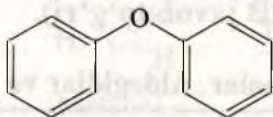
Dietil efir 35,6°C da qaynaydigan, rangsiz, o'ziga xos hidga ega bo'lgan yengil alangalanuvchi, uchuvchan suyuqlikdir.

Dietil efir «efir» nomi bilan tibbiyotda (ko'p miqdorda) narkoz uchun ishlatiladi.

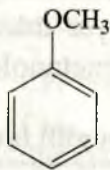
**Oddiy aromatik efirlar yoki oddiy fenol efirlar.** Oddiy aromatik efirlar fenolning gidroksil guruhidagi vodorod atomining radikallariga almashinishidan hosil bo'ladi.



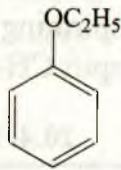
fenol



difenil efir



metilfenil efir



etilfenil efir

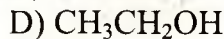
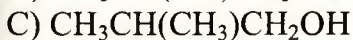
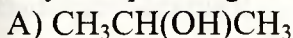
Fenolatga galoid alkillar ta'sir ettirib aromatik efirlar olinadi:



Aromatik efirlardan dimedrol tibbiyotda ko'p ishlatiladi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

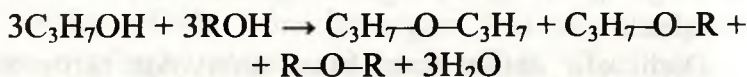
**1-misol.** Propanol va uning gomologi molekulararo degidratlanishidan 18 g suv va umumiy massasi 74 g bo'lgan uchta oddiy efir teng mol nisbatda hosil bo'ldi. Reaksiyada qatnashgan ikkinchi spirtni aniqlang.





### Yechish:

Reaksiya tenglamasini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Massalar saqlanish qonuniga muvofiq reaksiyaga kirishayotgan spirtlarning umumiy massasi hosil bo'lgan oddiy efirlar va suv massalarining yig'indisiga teng. Shunday ekan, 1 mol suv, ya'ni 18 g suv hosil bo'lishida ishtirok etgan spirtlarning umumiy massasi  $74+18=92$  g. Ulardan propanolning massasi 60 g bo'lsa, ikkinchi spirtning molyar massasi  $92-60=32$  g/mol ga teng. Bu spirt  $CH_3OH$  metanoldir (**B javob to'g'ri**).

### 20.4. Karbonilli birikmalar. Aldegidlar va ketonlar

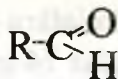
↓  $\text{>C=O}$  guruhi *karbonil guruhi* deb ataladi.

↓ Molekulasida karbonil guruhi bo'lgan organik moddalar *karbonilli birikmalar* deyiladi.

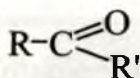
↓ Karbonilli birikmalar aldegidlarga va ketonlarga bo'linadi.

Molekulasida aldegid funksional guruhi, ya'ni

$\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{H}$  guruhi bo'lgan organik birikmalar aldegidlar deb ataladi. Ularning umumiy formulasi:



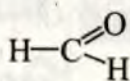
**Karbonil** guruhiga ikkita uglevodorod radikali bog'langan organik moddalar *ketonlar* deb ataladi. Ketonlarning umumiy formulasi:



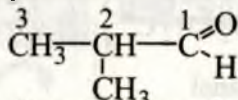
### Sinflanishi va nomlanishi

Aldegidlar uglevodorod tabiatiga qarab, alifatik to'yingan va to'yinmagan (alkanallar, alkenallar, alkinallar), aromatik (arenallar) aldegidlar gomologik qatorini hosil qiladi.

Xalqaro nomenklatura qoidalariga ko'ra aldegid nomi tegishli uglevodorod nomiga *al*-qo'shimchasi qo'shib hosil qilinadi. Uglevodorod zanjiri funksional guruh uglerodidan boshlab raqamlanadi:

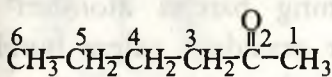


Metanal

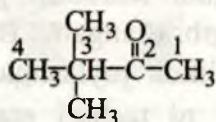


2-metilpropanal

Xalqaro nomenklaturaga ko'ra keton nomi tegishli uglevodorod nomiga *on*-qo'shimchasi qo'shib hosil qilinadi. Uglevodorod bosh zanjiriga karbonil funksional guruhi uglerodi ham kiradi va zanjir shu guruh yaqin turgan tomondan boshlab raqamlanadi (geksanon-2, 3,3-dimetilbutanon-2).

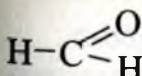


Geksanon-2



3,3-dimetilbutanon-2

Quyida aldegid va ketonlarning trivial, ratsional va texnik nomlari ham keng qo'llaniladi. Masalan,



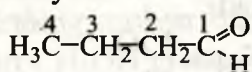
H - metanal (xalqaro), chumoli aldegidi (trivial), formaldegid (texnik);

$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  - etanal (xalqaro), sirka aldegidi (trivial), atsetaldegid (texnik);

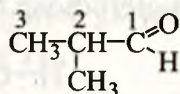
$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  - propanon (xalqaro), dimetil keton (ratsional), atseton (texnik).

### Izomeriyasi

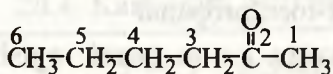
Aldegidlarda zanjir izomeriyasi kuzatiladi. Ketonlarda zanjir va karbonil guruh holat izomeriyalari uchraydi:



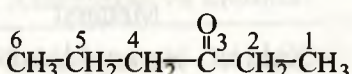
Butanal



2-metilpropanal



Geksanon-2

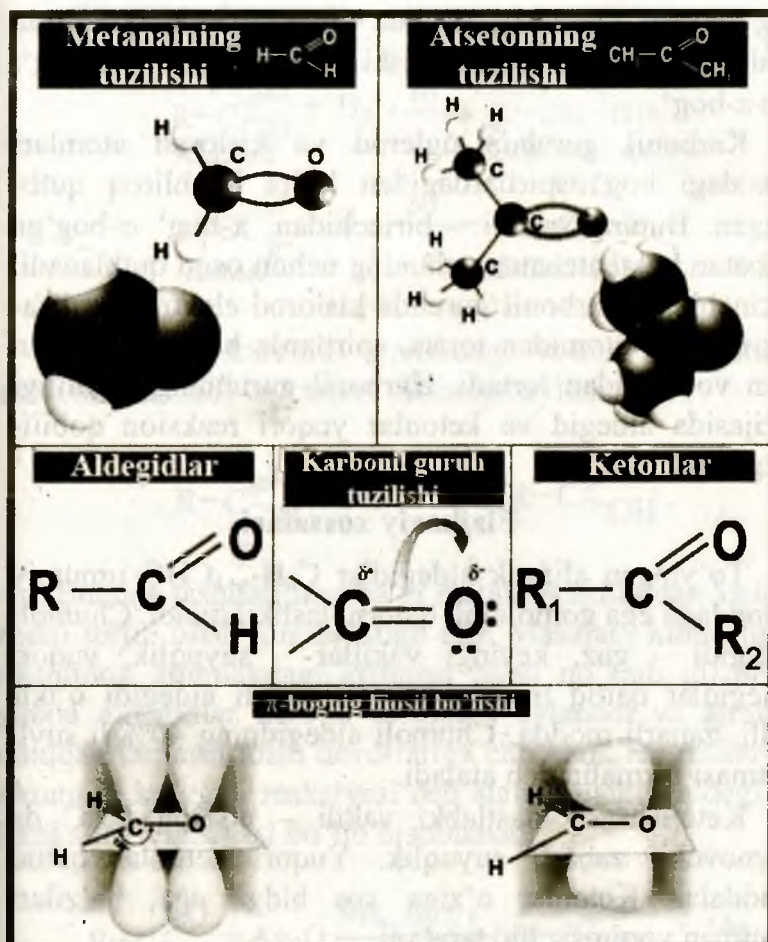


Geksanon-3

### Elektron tuzilishi

Aldegid yoki keton molekulasida  $\sigma$ - va  $\pi$ -bog'lar mavjud. Karbonil guruhdagi uglerod atomi orbitallari  $\text{sp}^2$ -gibridlangan. Bu guruhning barcha atomlari bir tekislikda joylashgan va ular orasidagi valent burchak  $120^\circ$  ni tashkil etadi. Karbonil guruh uglerod atomi boshqa atomlar bilan uchta  $\sigma$ -bog' vositasida, kislorod atomi bilan esa qo'shimcha yana bitta  $\pi$ -bog' vositasida bog'langan.





20.1.-rasm. Karbonil birikmalarning molekulyar tuzilishi

$\pi$ -bog' uglerod va kislorod atomlarining gibridlanmagan p-orbitallari hisobiga vujudga keladi. Bu bog'lanish  $\sigma$ -bog' tekisligiga nisbatan perpendikulyar joylashadi. Shunday qilib, karbonil guruhdagi uglerod va kislorod alkenlardagi kabi qo'sh bog' ( $\sigma + \pi$ ) bilan

bog'langan. Quyidagi rasmda sirka aldegidi misolida ushbu bog'larning hosil bo'lishi ko'rsatilgan:  $1 \rightarrow \sigma$ -bog';  $2 \rightarrow \pi$ -bog'.

Karbonil guruhda uglerod va kislorod atomlari orasidagi bog' spirtlardagidan ko'ra kuchliroq qutblangan. Buning sababi – birinchidan,  $\pi$ -bog'  $\sigma$ -bog'ga nisbatan harakatchan va shuning uchun oson qutblanadi. Ikkinchidan, karbonil guruhda kislorod elektronlarni faqat uglerod atomidan tortsa, spirtlarda ham ugleroddan ham vodoroddan tortadi. Karbonil guruhning qutbliligi natijasida aldegid va ketonlar yuqori reaksiya qobiliyatga ega.

### Fizikaviy xossalari

To'yingan alifatik aldegidlar  $C_nH_{2n+1}CHO$  umumiy formulaga ega gomologik qatorni tashkil qiladi. Chumoli aldegidi – gaz, keyingi vakillar – suyuqlik, yuqori aldegidlar qattiq moddalardir. Chumoli aldegidi o'tkir hidli, zaharli modda. Chumoli aldegidning 40% li suvli eritmasi formalin deb ataladi.

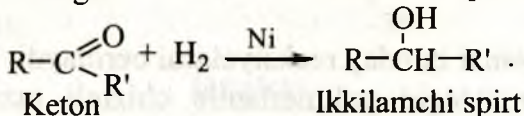
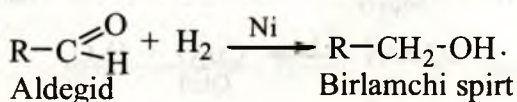
Ketonlarning dastlabki vakili – atseton  $50^\circ C$  da qaynovchi, zaharli suyuqlik. Yuqori ketonlar qattiq moddalar. Ketonlar o'ziga xos hidga ega, ba'zilari umuman yoqimsiz hid taratadi.

Quyi aldegid va ketonlar suvda yaxshi eriydi, molekulyar massa ortishi bilan ularning eruvchanligi kamayib boradi.

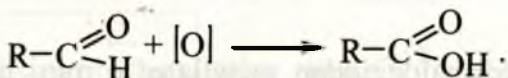
### Kimyoviy xossalari

Aldegid va ketonlar birikish, oksidlanish, polimerlanish va polikondensatsiyalanish reaksiyalarga kirishadilar:

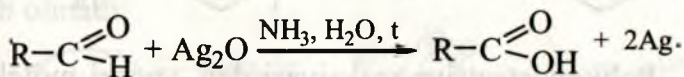
*Aldegid va ketonlarga vodorodning birikishi:*



Aldegidlar karbonil guruhdagi vodorod o'rnidan oson oksidlanadi va karbon kislotaga aylanadi:

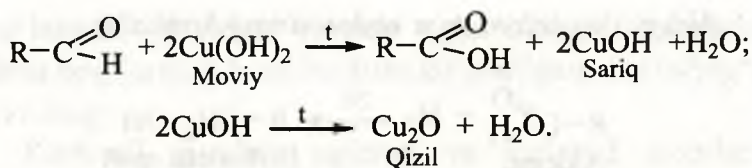


Bundan tashqari ular ba'zi metall oksidlaridan kislorodni tortib olish xususiyatiga ega. Masalan, kumush(I) oksidning ammiakdagi eritmasi bilan qo'shib qizdirilganda aldegidlar karbon kislotaga aylanadi va ajralib chiqqan kumush idish devorlariga cho'kadi. Bu reaksiya «kumush ko'zgu» reaksiyasi deb ataladi hamda aldegidlarni sifat reaksiyasi bo'lib hisoblanadi:



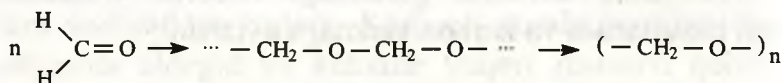
Aldegidlarning yana bir sifat reaksiyasi – ularning mis(II) gidroksid bilan ta'sirlashuvidir. Bunda avval sariq rangli mis(I) gidroksid cho'kma hosil bo'lib qizdirish davom ettirilganda qizil rangli mis(I) oksid cho'kmasi hosil bo'ladi:





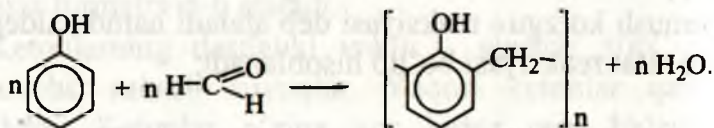
Ketonlar bunday reaksiyalarni bermaydi.

Formaldegid polimerlaniib chiziqli tuzilishga ega bo'lgan polimer-poliformaldegidni (poliform) hosil qiladi:



Poliformaldegidan metallarni o'rmini bosuvchi detallar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

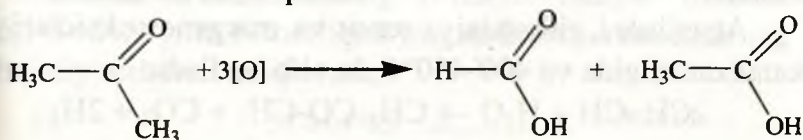
Formaldegid va fenol aralashmasi katalizatorlar (kislota yoki asos) ishtirokida qizdirilganda polikondensatsiya reaksiyasi sodir bo'lib fenolformaldegid smolasi hosil bo'ladi va suv ajraladi:



Polikondetsatsiya reaksiyasi deb, yuqori molekulyar birikma hosil bo'lishida quyi molekulyar birikmalar (suv, ammiak, vodorod xlorid) ham hosil bo'luvchi reaksiyalarga aytiladi.

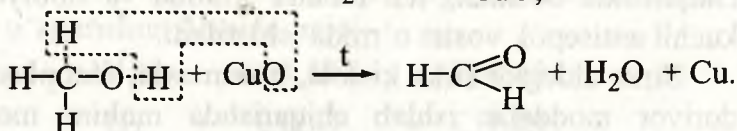
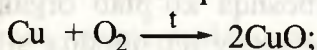
Fenoloformaldegid smolalardan issiqlikka chidamli ermoredaktiv plastmassalar tayyorlanadi. Ulardan issiqlikdan himoyalovchi, izolyatsion, antikorrozion materiallar ishlab chiqariladi.

Kuchli oksidlovchi ta'sirida ketonlar parchalanadi va ikkita kislotaga hosil qiladi:

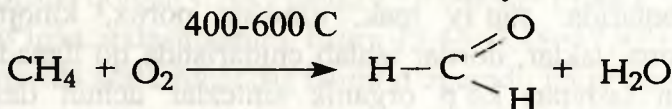


### Olinishi

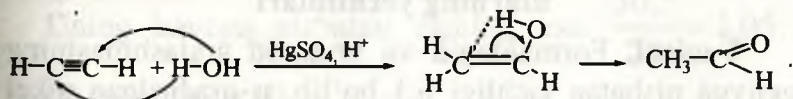
Aldegidlar asosan spirtlarni oksidlash usulida olinadi. Sanoatda formaldegid metanol bug'i va havo aralashmasini mis simli reaktor orqali o'tkazib olinadi:



Ikkinchi usul metanni azot oksidlari katalizatorligida 400-600 °C da havo bilan oksidlash reaksiyasidir.



Sirka aldegidini sanoatda M.G.Kucherov reaksiyasi bo'yicha atsetilenni simob(II) tuzlari ishtirokida gidratlab olinadi:

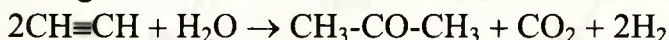


Etilenni 100°C haroratda, 1013 mPa bosim ostida, PdCl<sub>2</sub> + Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> katalizatori ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri oksidlab, sirka aldegidini olish ham yo'lga qo'yilgan.

Atseton turli usullar yordamida, xususan, yog'ochni quruq haydash, kalsiy atsetatni parchalash, izopropil spirtini oksidlash, atsetilenni suv bug'i bilan gid-

ratatsiyalash kabi usullar orqali katta hajmda sintez qilib olinadi.

Atsetilenni gidratatsiya temir va marganes oksidlari katalizatorligida va 400-460°C da olib boriladi:



### Ishlatilishi

Formaldegid poliformaldegid, fenoloformaldegid va boshqa smolalar olishda keng ishlatiladi. Bo'yoqlar, farmatsevtik preparatlar, sintetik kauchuk, portlovchi moddalar va boshqa ko'plab organik moddalar ishlab chiqarishda boshlang'ich modda sifatida va tibbiyotda kuchli antiseptik vosita o'rnida ishlatiladi.

Sirka aldegidi sirka kislota, plastmassa, fenoplastlar, dorivor moddalar ishlab chiqarishda muhim modda hisoblanadi.

Atseton erituvchi sifatida sanoatning ko'p tarmoqlarida: sun'iy ipak, tutunsiz porox, kinoplenkasma, laklar, dorilar ishlab chiqarishda qo'llanadi. Undan tashqari ko'p organik sintezlar uchun dastlabki modda sifatida ham keng qo'llanadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Formaldegid va vodorod aralashmasining geliyga nisbatan zichligi 6,1 bo'lib, u qizdirilgan nikel katalizatori ustidan o'tkazilganda vodorodning barchasi sarflansa, hosil bo'lgan gazlar aralashmasining havoga nisbatan zichligini aniqlang.

A) 4,66; B) 3,58; C) 0,37; D) 1,05.



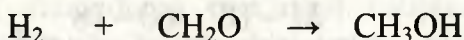
### Yechish:

Gazlar aralashmasining o'rtacha molyar massasi  $6,1 \cdot 4 = 24,4$  g/mol ekanligini bilgan holda aralashmaning hajmiy nisbatini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{rcl} 2 & & 30 - 24,4 = 5,6 \quad \text{-----} \quad V_1 = 4,48 \text{ l} \\ & \diagdown & \\ & 24,4 & \\ & / & \\ 30 & & 22,4 + 5,6 = 28 \quad \text{-----} \quad 22,4 \\ & & \\ & & 24,4 - 2 = 22,4 \quad \text{-----} \quad V_2 = 17,92 \text{ l} \end{array}$$

Vodorodning barcha qismi reaksiyaga kirishganda hajm o'zgarishini hisoblaymiz:

$$4,48 \text{ l} \quad x = 4,48 \text{ l} \quad Y = 4,48 \text{ l}$$



$$22,4 \text{ l} \quad 22,4 \text{ l} \quad 22,4 \text{ l}$$

Aralashmada qolgan  $\text{CH}_2\text{O}$  hajmi  $17,92 - 4,48 = 13,44 \text{ l}$ .

Hosil bo'lgan aralashmaning hajmi  $13,44 + 4,48 = 17,92 \text{ l}$ .

Yuqorida aralashmaning hajmi o'zgaradi, lekin massasi o'zgarmaydi.

17,92 l aralashma 24,4 g bo'lsa,

22,4 l aralashma  $x = 30,5$  g/mol bo'ladi.

$$\text{Uning havoga nisbatan zichligi esa } \frac{30,5}{29} = 1,05$$

**(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** 24 g spirtning oksidlanishidan hosil bo'lgan mahsulot kumush oksidining ammiakdagi eritmasi bilan reaksiyaga kirishib 69,12 g cho'kma hosil qilsa, spirtning nomini aniqlang (reaksiya unumi 80%).

A) propanol-1; B) etanol;

C) butanol-1; D) propanol-2.

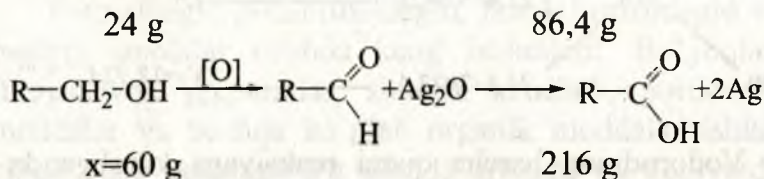
**Yechish:**

Birlamchi spirtlar oksidlansa, aldegid hosil qiladi.

Reaksiya unumi 80 % bo'lganda 69,12 g cho'kma,

Reaksiya unumi 100 % bo'lganda  $x$  g cho'kma hosil bo'ladi.  $x=86,4$  g.

Jarayonlarni quyidagi umumiy reaksiya orqali ifodalash mumkin.



Spirtning umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  bo'lib, undagi  $n$  ning qiymati:

$$n = \frac{M - 18}{14} = \frac{60 - 18}{14} = 3$$

Demak, spirtning formulasi  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  bo'lib u birlamchi spirt ya'ni propanol-1 (**A javob to'g'ri**).

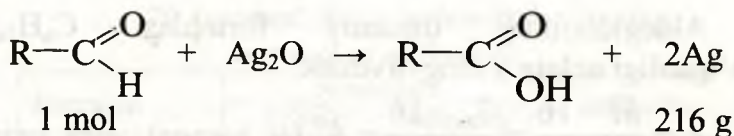
**3-misol.** 23,8 g aldegid va propanol aralashmasiga kumush oksidining ammiakli eritmasi qo'shib biroz qizdirilganda 21,6 g cho'kma tushdi. Agar boshlang'ich aralashmadagi aldegidning spirtga mol nisbati 1:3 bo'lsa, undagi spirtning massa ulushini va aldegid nomini aniqlang.

- A) 0,80; etanal;                      B) 0,36; etanal;  
 C) 0,55; propanal;                    D) 0,20; propanal.

**Yechish:**

Aralashmadagi aldegidning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$x=0,1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 21,6 \text{ g}$$



Ma'lumki, spirtning mol miqdori aldegidnikidan 3 marta ko'p, ya'ni  $0,1 \cdot 3 = 0,3$  molga teng va uning massasi  $0,3 \cdot 60 = 18$  g. Aralashmadagi aldegidning massasi esa

$23,8 - 18 = 5,8$  g. Uning molyar massasi esa  $\frac{5,8}{0,1} = 58$

g/molga teng. Bu aldegid propanaldir. Undagi spirtning

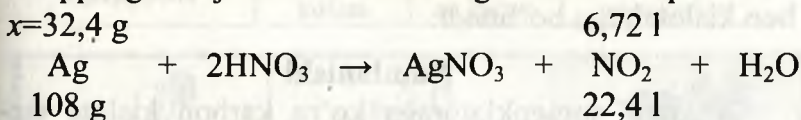
massa ulushi  $\frac{18}{23,8} = 0,55$  (C javob to'g'ri).

**4-misol.** Kumush oksidning ammiakdagi eritmasi bilan 10,8 g aldegidning reaksiyasi natijasida tushgan cho'kma ajratib olinib nitrat kislotada eritilganda 6,72 l (n.sh.) azot (IV) oksid hosil bo'lsa, aldegidning nomini aniqlang.

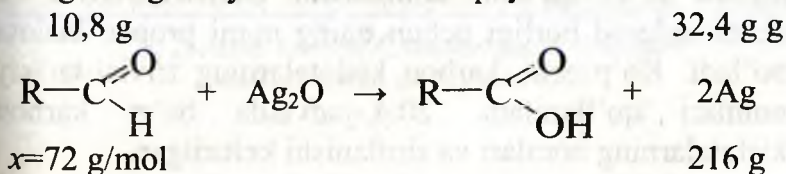
- A) 2-metilpropanol;    B) 2,2-dimetilbutanal;  
 C) 2-metilbutanal;    D) propanal.

**Yechish:**

Nitrat kislotada bilan reaksiyasi natijasida ajralib chiqqan gaz hajmidan kumushning massasi aniqlanadi:



Hosil bo'lgan kumushning massasidan foydalanib, aldegidning molyar massasini aniqlaymiz:





Aldegidlarning umumiy formulasi  $C_nH_{2n}O$  bo'lganligi uchun  $n$  ning qiymati:

$$n = \frac{M - 16}{14} = \frac{72 - 16}{14} = 4 \text{ bu butanal yoki uning}$$

izomeri 2-metilpropanal (A javob to'g'ri).

### 20.5. Karbon kislotalar

Karbon kislotalar sinfi organik birikmalar orasida muhim ahamiyatga ega. Ayrim karbon kislotalar insonlarga juda qadimdan ma'lum: sirka, vino, limon, olma, shovul kislotalarini bizning ajdodlarimiz ham ajratib olishgan va foydalanishgan.

✦ *Karbon kislotalar deb, molekulasida uglevodorod radikali bilan bog'langan bir yoki bir necha karboksil - COOH guruh tutgan organik birikmalarga aytiladi.*

#### Sinflanishi

Karbon kislotalar tarkibidagi karboksil guruh soniga ko'ra, *monokarbon, dikarbon* va h.k. kislotalarga farqlanadi.

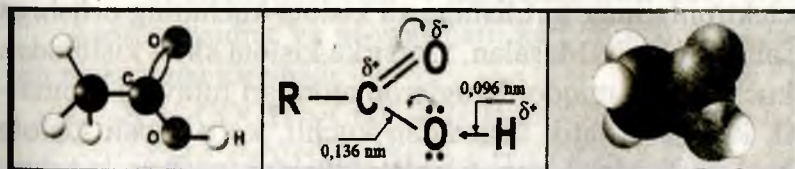
Uglevodorod radikali tabiatiga ko'ra karbon kislotalar to'yingan, to'yinmagan, aromatik (aren) karbon kislotalarga bo'linadi.

#### Nomlanishi

Xalqaro nomenklaturaga ko'ra karbon kislota tarkibidagi uglerod soni bo'yicha uglevodorod nomiga *kislota* so'zi qo'shib nomlanadi.  $CH_3CH_2COOH$  da uchta uglerod borligi uchun uning nomi propan kislota bo'ladi. Ko'pincha karbon kislotalarning trivial-tarixiy nomlari qo'llaniladi. 20.4.-jadvalda ba'zi karbon kislotalarning nomlari va sinflanishi keltirilgan.

20.4.-jadval. Ba'zi karbon kislotalarning nomlari va sinflanishi.

Formulasi	Nomlanishi		Sinflanishi
	Trivial	Sistematik	
HCOOH	Chumoli kislota	Metan kislota	To'yingan monokarbon
CH <sub>3</sub> COOH	Sirka kislota	Etan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	Propion kislota	Propan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	Moy kislota	Butan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	Valerian kislota	Pentan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> COOH	Kapron kislota	Geksan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	Palmitin kislota	Geksadekan kislota	To'yingan monokarbon
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	Stearin kislota	Oktadekan kislota	To'yingan monokarbon
(COOH) <sub>2</sub>	Shovul kislota	Etandion kislota	To'yingan dikarbon
C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> COOH	Akril kislota	Propen kislota	To'yinmagan monokarbon
C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	Olein kislota	Sis-9-oktadeken kislota	To'yinmagan monokarbon
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	Benzoy kislota	Benzolkarbon kislota	Aromatik monokarbon



20.2.-rasm. Karbon kislotalarning molekulyar tuzilishi (sirka kislota misolida).

## Molekulyar tuzilishi

Karboksil guruhdagi karbonil guruh kuchli qutblangan, elektronlar kislorod tomonga siljiganligi sababli uglerod qisman musbat zaryadlangan. Shuning uchun, uglerod gidroksiguruh kislorodidagi elektronlarni o'zi tomonga tortadi, bu esa O-H bog'ining elektron bulutining kislorod tomoniga siljishiga olib keladi. Natijada kislorod va vodorod orasidagi bog' qutblanadi. Bunday bog' qutbli erituvchi molekulari ta'sirida geterolitik uzilib, eritmada  $H^+$  ioni hosil qilib dissotsilanadi. Kislotalarning spirtlarga nisbatan kuchli kislotali xossalarga ega ekanligi shu bilan izohlanadi.

O'z navbatida gidroksil guruh ham karbonil guruhga ta'sir ko'rsatadi: elektron juftning kisloroddan uglerod tomonga siljishi ugleroddagi musbat zaryadning qisman neytrallanishiga olib keladi, natijada, karbonil guruhning  $\pi$ -bog'i mustahkamlashadi, karbonil guruhning birikish reaksiyalariga kirishish qobiliyati kamayadi. Aldegidlardan farqli ravishda kislotalar karbonili vodorodni maxsus sharoitlardagina biriktira oladi.

Gidroksil guruhdagi vodorod va kislorod orasidagi bog'ga uglevodorod radikali ham ta'sir ko'rsatadi: radikal manfiy induksion effektining ortishi kisloroddan elektronlarning tortilishiga va kislota kuchining ortishiga sabab bo'ladi. Masalan, xlorsirka kislota sirka kislotadan kuchli; teng miqdorda uglerod atomlari tutuvchi aromatik kislota alifatik kislotadan kuchli, ko'p asosli kislota bir asosli kislotadan kuchli. Alkanlar musbat induktiv effektga ega bo'lganliklari uchun chumoli kislota gomologlaridan kuchli kislotadir. 20.5.-jadvalda karbon kislotalar ayrim vakillarining ba'zi fizik xossalari bilan



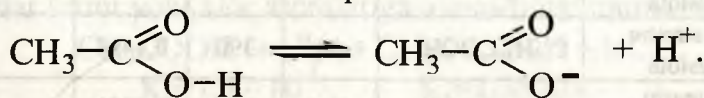
birgalikda ularning kislotali ionlanish konstantasi  $K_a$  qiymatlari ham keltirilgan.

### Fizik xossalari

Karbon kislotalar qatorining quyi vakillari palmitin kislotasigacha o'tkir hidli, suvda yaxshi eruvchan, suyuq moddalardir. Yuqori vakillari – palmitin kislotasidan boshlab, qattiq, hidsiz, suvda erimaydigan moddalardir. Karbon kislotalarning qaynash haroratlari tegishli spirtlarnikidan yuqori.

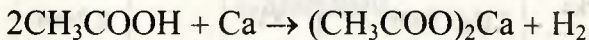
### Kimyoviy xossalari

*Kislotalik xossalari:* Karbon kislotalarning suvdagi eritmaları nordon ta'mga ega, chunki eritmada dissotsi-lanib vodorod ionlarini hosil qiladi:

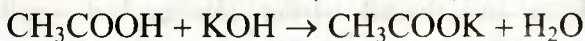
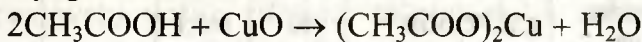


Shu sababli eritmaları lakmus va metil zarg'aldog'ini qizil rangga bo'yaydi va elektr tokini o'tkazadi.

Metallarning aktivlik qatorida vodoroddan chapda turgan metallar karbon kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



Asosli oksidlar va asoslar ham karbon kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



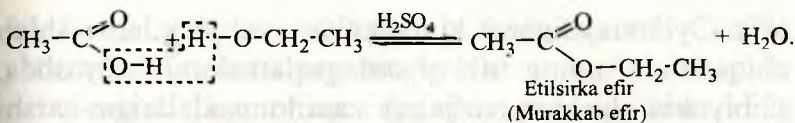
Karbon kislotalar kuchsizroq kislotalarni tuzlaridan siqib chiqaradi:



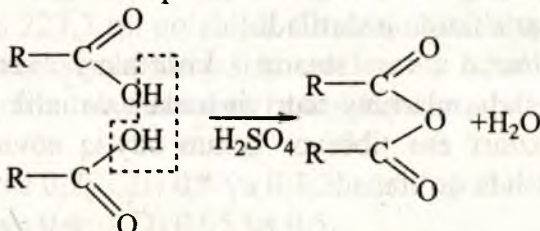
20.5.-jadval. Ayrim karbon kislotalarning  
ba'zi fizik-kimyoviy xossalari

Nomi	Formulasi	$t_{\text{suyuq}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{qayn}},$ $^{\circ}\text{C}$	Zichligi , g/ml (20 $^{\circ}\text{C}$ )	Ionlanish konstantasi, $K_a \cdot 10^5$ (25 $^{\circ}\text{C}$ )
Chumoli kislota	HCOOH	8,3	100,8	1,2201	17,7
Sirka kislota	CH <sub>3</sub> COOH	16,75	118,1	1,0492	1,75
Propion kislota	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	-20,8	141,1	0,9942	1,34
Moy kislota	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	-6,5	163,7	0,9583	1,54
Valerian kislota	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	-34,5	185,4	0,9394	1,56
Kapron kislota	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> COOH	3,7	205	0,9276	1,40
Palmitin kislota	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	64	390	0,8414	
Stearin kislota	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	69,5	376	0,8390	
Shovul kislota	HOOC-COOH	189,5	-	1,653	5360 (I)
Akril kislota	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> COOH	12,1	140,9	1,0511	5,6
Benzoy kislota	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	122,4	249,2	1,316	6,46
Yodsirka kislota	CH <sub>2</sub> ICOOH	83	-	2,2694	67
Xlorsirka kislota	CH <sub>2</sub> ClCOOH	62,5 ( $\alpha$ )	189,3	1,58	138
Ftorsirka kislota	CH <sub>2</sub> FCOOH	33	165,1		630

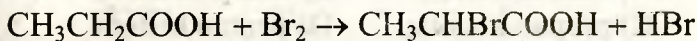
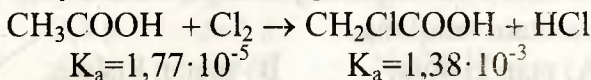
Karbon kislotalar spirtlar bilan *eterifikatsiya* reaksiyasiga kirishib, murakkab efirlar hosil qilishidir:



Angidridlar hosil qilishi:



*Uglevodorod radikalini ishtirokida boradigan reaksiyalari.* Karbon kislotalarda karboksil guruh ta'sirida unga qo'shni bo'lgan uglerod atomiga bog'langan vodorod atomlarining harakatchanligi ortadi va ular brom yoki xlor atomlariga almashinishi mumkin:



Radikaldagi o'rinbosarlarning manfiy induksion ta'siri ostida galogensirka kislotalari dastlabki kislotalardan kuchliroq bo'ladi (sirka va xlor sirka kislotalarining dissotsilanish konstantalarini taqqoslang).

### Ishlatilishi

Chumoli kislotasi organik moddalar sintezida kuchli qaytaruvchi; oziq-ovqat sanoatida dezinfeksiyalovchi va konservalovchi vosita sifatida; to'qimachilik sanoatida gazlamalarni bo'yashda; tabiiy kauchukni qayta ishlashda koagullolovchi vosita sifatida hamda tibbiyotda ishlatiladi.

Sirka kislotasi bo'yoqlar ishlab chiqarishda, plastmassalar, dorivor vositalar (aspirin, fenatsetin), sun'iy



tola, yonmaydigan kinoplenka va h.k.lar ishlab chiqarishda; uning tuzlari esa gazlamalarni bo'yashda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi kurashda; murakkab efirlari erituvchi va xushbo'y vositalar sifatida ishlatiladi.

Palmitin va stearin kislotalari sham ishlab chiqarishda, ularning natriyli tuzlari xo'jalik sovuni, kaliyli tuzlari esa tibbiyot uchun suyuq sovunlar ishlab chiqarishda qo'llanadi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Bir asosli karbon kislotaning 8,4 g miqdorini neytrallash uchun zichligi 1,09 g/ml bo'lgan KOH ning 2 mol/l konsentratsiyali eritmasidan 76,3 g sarflandi. Kislotani aniqlang.

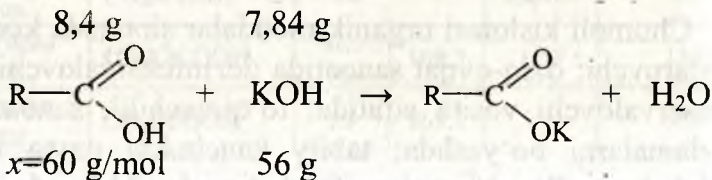
- A) etan kislota;                      B) metan kislota;  
C) propan kislota;                  D) pentan kislota.

**Yechish:**

Kaliy gidroksidning massasi

$$m_{\text{KOH}} = \frac{m_e \cdot C_M \cdot M}{\rho \cdot 1000} = \frac{76,3 \cdot 2 \cdot 56}{1,09 \cdot 1000} = 7,84 \text{ g}$$

Karbon kislotaning molyar massasini aniqlaymiz:



To'yingan monokarbon kislotalarning umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$  bo'lsa,  $n$  ning qiymati:

$$n = \frac{M - 46}{14} = \frac{60 - 46}{14} = 1$$

Demak, karbon kislotaning formulasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , ya'ni etan kislota (A javob to'g'ri).

**2-misol.** Chumoli va sirka kislotalar aralashmasining 24,4 g massasiga 10 % li ( $\rho=1,1$  g/ml) natriy ishqorning eritmasidan 227,3 ml qo'shildi. Ortib qolgan ishqor 2,8 l  $\text{CO}_2$  bilan reaksiyasi natijasida nordon tuz hosil qilindi. Boshlang'ich aralashmaning miqdoriy tarkibi qanday bo'lgan?

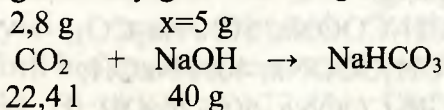
- A) 0,4 va 0,2; B) 0,4 va 0,1;  
C) 0,1 va 0,4; D) 0,05 va 0,5.

**Yechish:**

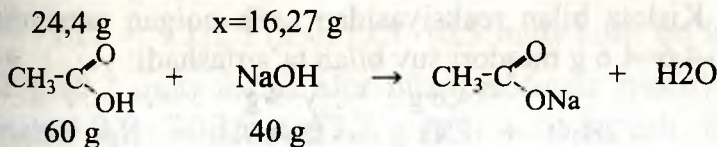
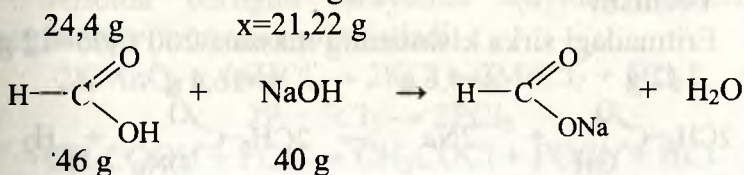
Eritmadagi natriy gidroksidning massasi:  

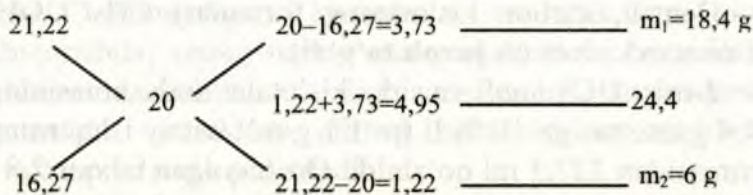
$$\frac{227,3 \cdot 1,1 \cdot 10\%}{100\%} = 25 \text{ g.}$$

Ortib qolgan natriy gidroksidning massasi:



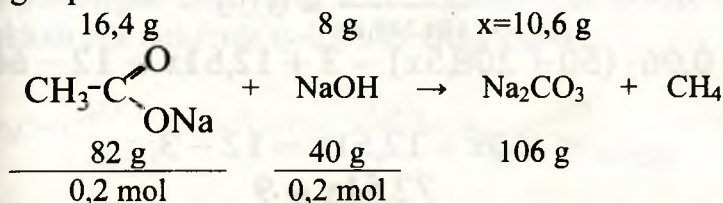
Kislotalar aralashmasini neytrallashga sarflangan NaOH massasi  $25-5=20$  g.







ning mol miqdori kam bo'lgani to'liq reaksiyaga kirishadi va hosil bo'lgan mahsulot massasi shu miqdorga bog'liq bo'ladi:



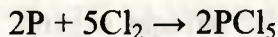
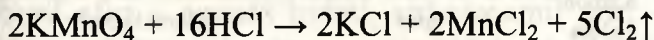
Boshlang'ich moddalar teng mol nisbatda bo'lgani uchun qoldiqsiz reaksiyaga kirishadi va mahsulot sifatida yagona  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hosil bo'ladi (**D javob to'g'ri**).

**4-misol.** 31,6 g kaliy permanganatning xlorid kislota bilan ta'sirlashuvidan ajralib chiqqan gaz 6,2 g fosfor bilan reaksiyaga kirishdi. Olingan mahsulot 50 g 24% li sirka kislota eritmasiga shimdirilganda, sirka kislotaning konsentratsiyasi 4 marta kamaydi. Reaksiyada hosil bo'lgan fosforli birikmaning massasini aniqlang.

A) 19,034; B) 19,825; C) 22,531; D) 21,115.

**Yechish:**

Misolda berilgan jarayonlar quyidagi reaksiya tenglamalari asosida sodir bo'ladi:



31,6 g  $\text{KMnO}_4$  bilan  $\text{HCl}$  ta'sirlashuvidan

$\frac{31,6}{316} \cdot 112 = 11,2$  l (n.sh.)  $\text{Cl}_2$  (0,5 mol) hosil bo'ladi.

6,2 g (0,2 mol) fosfor xlor bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishib  $0,2 \cdot 208,5 = 41,7$  g  $\text{PCl}_5$  hosil bo'ladi. Eritmadagi sirka kislota massasi  $50 \cdot 0,24 = 12$  g bo'lsa, reaksiyaga kirishgan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  va  $\text{PCl}_5$  larning mol miqdorlarini  $x$  bilan belgilagan holda quyidagi

tenglamani tuzish va yechish bilan  $\text{POCl}_3$  mol miqdorini topish mumkin:

$$\frac{12-60x}{50+208,5x} = 0,06$$

$$0,06 \cdot (50 + 208,5x) = 3 + 12,51x = 12 - 60x$$

$$60x + 12,51x = 12 - 3$$

$$72,51x = 9$$

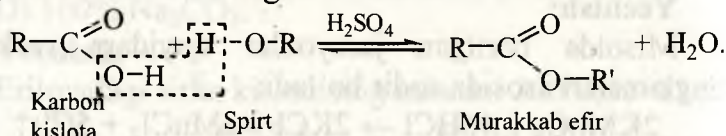
$$x = \frac{9}{72,51} = 0,124 \text{ mol.}$$

**Javob:**  $\text{POCl}_3$  massasi  $0,124 \cdot 153,5 = 19,034 \text{ g}$   
(A javob to'g'ri).

## 20.6. Murakkab efirlar. Yog'lar

### Murakkab efirlarning hosil bo'lishi va tuzilishi

Murakkab efirlar tabiatda keng tarqalgan organik birikmalar qatoriga kirib, karbon kislotalar bilan spirtlarning molekulalararo degidratlanishidan hosil bo'ladi:

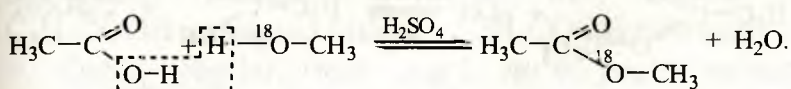


Murakkab efirlar nafaqat organik karbon kislotalardan, balki noorganik kislotalardan ham hosil bo'lishi mumkin. Masalan: etilnitrat  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-NO}_2$ .

✚ Kislotalarning spirtlar bilan ta'sirlashib murakkab efir hosil qilish reaksiyasi *eterifikatsiya* (lot. aether – efir) reaksiyasi deb ataladi.

Kislota molekulasidagi gidroksil guruhi vodorodi spirt molekulasidagi  $-\text{OH}$  vodorodiga nisbatan harakatchanligini inobatga olib, degidratlanishda vodorod karboksil guruhdan ajraladi degan noto'g'ri xulosaga

kelish mumkin. Bunga aniqlik kiritish uchun eterifikatsiya reaksiyasini kislorod-18 izotopi bilan to'yintirilgan spirt bilan o'tkazilganda  $^{18}\text{O}$  izotopi murakkab efir tarkibida qolganligi aniqlangan:



Demak, eterifikatsiya reaksiyasida karbon kislotadan  $-\text{OH}$ , spirt molekulasidan esa H ajralib suv hosil qiladi.

### Nomlanishi

Murakkab efirlar nomlari tuzlar nomiga o'xshaydi. Masalan,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  – metilatsetat,  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$  – etilformiat; efir hosil qilgan kislota va spirt nomiga efir so'zi qo'shib ham nomlanadi:  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  – sirkametil efiri,  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$  – chumolietil efiri.

### Fizik xossalari va tabiatda uchrashi

Monokarbon kislotalarning murakkab efirlari odatda suyuq, xushbo'y meva hidiga ega moddalardir. Masalan, moybutil efiri – ananas hidini, sirkaizoamil efiri – nok hidini beradi. Yuqori spirt va yuqori kislotalardan tashkil topgan murakkab efirlar qattiq, hidsiz moddalardir. Ular suvda oz eriydigan, spirt va efirda yaxshi eruvchi moddalardir.

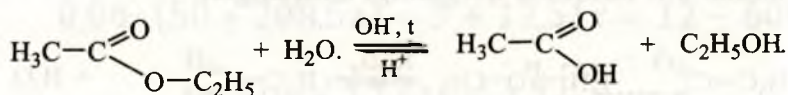
Ularning ko'pchiligi efir moylari tarkibiga kirib, meva va gullarga yoqimli hidlar beradi.

Uch atomli spirt glitserin va yuqori karbon kislotalar efiri tabiiy yog'larning asosiy qismini tashkil etadi.

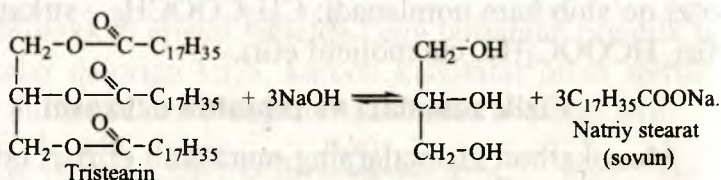


## Kimyoviy xossalari

Murakkab efirlarning muhim kimyoviy xossalardan biri – ularning gidrolizlanishidir:



Murakkab efirlarning gidrolizlanishi qaytar jarayon bo‘lib, kislotali yoki ishqoriy sharoitda olib borilishi mumkin. Agar gidroliz ishqor ishtirokida olib borilsa, bu jarayon murakkab efirning *sovunlanishi reaksiyasi* deb ataladi. Glitserinning yuqori karbon kislotalari bilan efirlari – yog‘lar ishqor ta‘sirida gidrolizlanganda yuqori karbon kislota tuzi – sovun va glitserin hosil bo‘ladi:



## Yog‘lar

Murakkab efirlarning eng ahamiyatli vakillari *yog‘lar va moylar* bo‘lib, ular tabiatda keng tarqalgan. Yuqorida aytib o‘tilganidek, yog‘lar uch atomli spirt glitserinning yuqori monokarbon kislotalari bilan murakkab efirlaridir.

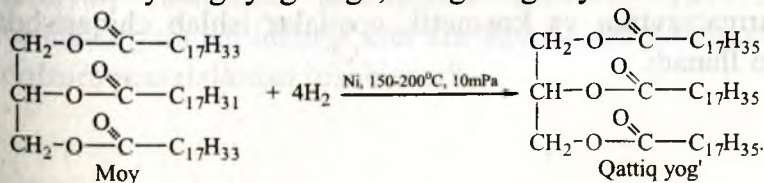
Yog‘-moylar hosil bo‘lishida asosan, to‘yingan kislotalardan palmitin (geksadekan) kislota –  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  va stearin (oktadekan) kislota –  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ , to‘yinmagan kislotalardan esa olein kislota (9-oktadekan kislota)  $-\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-$

$(\text{CH}_2)_7\text{-COOH}$ , linol (9,12-oktadekadien) kislota –  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , linolen (9,12,15-oktadekatrien) kislota –  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$  qatnashadi. Ba'zi yog'larning hosil bo'lishida oz miqdorda quyi karbon kislotalar ham qatnashadi. Masalan, saryog'da moy kislota –  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$  va kapron kislota –  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$  uchraydi.

Qattiq yog'lar (mol yog'i, qo'y yog'i) asosan to'yingan yuqori karbon kislotalarning glitserin bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir. Suyuq yog'lar – moylar (zig'ir, kungaboqar, paxta va boshqa o'simlik yog'lari) tarkibiga ko'proq to'yinmagan karbon kislota: olein, linol, linolen kislota qoldiqlari kiradi. Yog' tarkibida to'yinmagan kislota qoldig'i miqdori ortgan sari uning suyuqlanish harorati pasayib boradi.

Yog'-moylar odatda suvdan yengil bo'ladi, unda erimaydi, emulgatorlar ishtirokida emulsiya hosil qiladi, organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Yog'-moylar turli hidlarni yutish va ushlab qolish xususiyatiga ega, shuning uchun ulardan gullardagi xushbo'y hid beruvchi moddalarni ajratib olishda ham foydalaniladi. Tarkibi doimiy bo'lmagani uchun yog'-moylar aniq suyuqlanish haroratiga ega emas.

Suyuq yog'-moylar to'yinmagan yog' kislotalaridan hosil bo'lganligi uchun sanoatda turli katalizatorlar, masalan, nikel to'r simi ishtirokida vodorod bilan to'yintiriladi, ya'ni, gidrogenlanadi va moylar qattiq konsistensiyadagi yog'larga, margaringa aylantiriladi:



Moylarning gidrogenlab qattiq yog'larga aylantirishi ularni tashish, uzoq muddatda saqlash va ishlatishda qulaylik tug'diradi. Suyuq yog'lar uzoq muddat, ayniqsa ochiq havoda saqlansa to'yinmagan karbon kislotalar radikalidagi oson oksidlanuvchan  $\pi$ -bog'lar hisobiga havo kislorodi ta'sirida oksidlanib parchalanadi. Natijada moy tarkibida quyi aldegidlar, karbon kislotalar hosil bo'lib uning sifatini va ta'mini buzadi. Bu moyning taxirlanishi deyiladi.

Yog'-moylarni gidrolizlab (magniy, kalsiy, rux oksidlari yoki kislotalar katalizatorligida), toza glitserin, karbon kislotalar va sovun olinadi.

Yog'-moylar asosan, tabiiy manbalar, ya'ni hayvon va o'simliklardan ajratib olinadi. Birinchi bo'lib fransuz olimi M.Bertlo (1854-y.) glitserin va yog' kislotalaridan eterifikatsiya reaksiyasidan foydalanib yog' olgan. Ammo yog' olishning bu usuli sanoat miqyosida iqtisodiy jihatdan samarali emas.

Yog'-moylar biologik jihatdan organizmlar uchun asosiy energiya manbalaridan biridir. Yog'-moylar iste'mol qilinganda organizmda ma'lum fermentlar ta'sirida gidrolizlanib, energiya zaxiralarini to'ldiriladi yoki hosil bo'lgan mahsulotlardan ushbu organizmga xos yangi yog' molekullari sintezlanadi.

Yog'-moylarning katta miqdori ozuqaviy maqsadlardan tashqari, sovun ishlab chiqarish uchun, glitserin va karbon kislotalar, olif va laklar ishlab chiqarishda, farmatsevtika va kosmetik vositalar ishlab chiqarishda qo'llanadi.



## Sintetik yuvish vositalari

Bugungi kunda hayotimizni yuvuvchi vositalarsiz tasavvur qilish qiyin. Yog'-moylarni ishqor bilan ishlov berib olingan sovunlar bizga ma'lum. Ammo, yog'-moylar qimmatbaho ozuqa bo'lganligi uchun hozirda sovun va boshqa yuvuvchi vositalarni ozuqa mahsulotlari bo'lmagan boshqa manbalardan olish usullari ishlab chiqilishi natijasida olingan turli-tuman yuvuvchi vositalardan foydalanilmoqda. Sovun olish uchun zarur bo'lgan karbon kislotalar parafinlarni oksidlash yo'li bilan olinmoqda, yuqori spirtlarning sulfat kislota bilan hosil qilgan murakkab efirlarining tuzlari  $R-CH_2-O-SO_2-ONa$  asosida alkilsulfatli yangi yuvuvchi vositalar olinib, amalda ishlatilmoqda. Ularning kalsiyli va magniyli tuzlari ham suvda yaxshi erish xususiyatiga egaligi (odatdagi sovunlardan farqli ravishda) qattiq suvli sharoitda ham yuvish imkonini bermoqda. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan deyarli barcha yuvuvchi kukunlar asosiy tarkibiy qismi alkilsulfatlardan iborat. Sintetik yuvish vositalari yuz minglab tonna ozuqa xomashyosi – o'simlik moylari va hayvon yog'larini tejash imkoniyatini yaratmoqda.

Ko'p yuvuvchi vositalar ulardan foydalanish jarayonida parchalanmaydi va suv havzalariga tushgach, uni va atrof-muhitning ifloslanishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun, tabiatdagi mikroorganizmlar hayotiy faoliyati natijasida parchalanib ketuvchi yuvuvchi vositalar yaratish hozirgi kun kimyosi oldida turgan eng dolzarb masalalardan hisoblanadi.

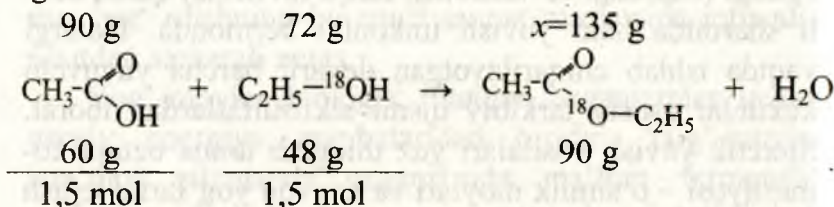
## Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** Massasi 90 g bo'lgan sirka kislota bilan tarkibida  $^{18}\text{O}$  izotop bo'lgan etanolning 72,0 g miqdori to'la reaksiyaga kirishganda hosil bo'lgan organik modda massasini (g) toping.

A) 140; B) 138; C) 137; D) 135.

### Yechish:

Har qanday reaksiyaga kirishayotgan moddalar mol nisbatlari reaksiya tenglamasiga muvofiq holda bo'ladi. Ortiqcha miqdorda olingan moddaning reaksiyaga kirishmay qolgan qismi mahsulot massasiga ta'sir etmaydi. Shuning uchun reaksiya tenglamasida aniqlangan mol nisbatning kichik qiymatga ega bo'lgan boshlang'ich modda massasi mahsulot massasini belgilab beradi:



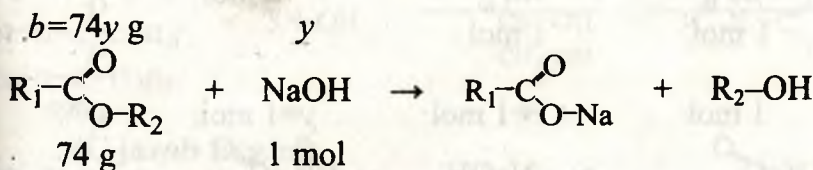
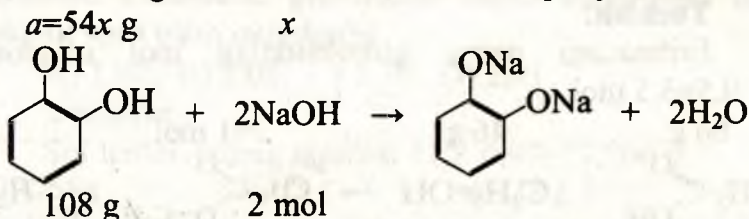
**(D javob to'g'ri).**

**2-misol.** Pirokatexin, metilatsetat va etilformiat aralashmasining 2,94 g miqdori bilan natriy gidroksidning reaksiyaga kirishishi mumkin bo'lgan miqdori 0,05 molga teng. Boshlang'ich aralashmadagi pirokatexinning massa ulushini (%) hisoblang.

A) 77,7; B) 72,7; C) 72,4; D) 69,8.

**Yechish:**

Metilatsetat va etilformiat o'zaro izomer bo'lib,  $C_3H_6O_2$  molekulyar formula bilan ifodalanishi mumkin. Misolni temglamalar sistemasi tuzish orqali yechamiz:



$$\begin{cases}
 54x + 74y = 2,94 & | -1 \\
 x + y = 0,05 & | \quad + \\
 \hline
 & | \quad 74
 \end{cases}$$

$$20x = 0,76$$

$$x = \frac{0,76}{20} = 0,038$$

$$y = 0,05 - 0,038 = 0,012$$

Pirokatexinning massa ulushi:

$$\frac{54 \cdot 0,038}{2,94} \cdot 100\% = 69,8\% \text{ (D javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** Massalari 46 g bo'lgan etil spirt va 60 g sirka kislota orasidagi reaksiya mahsulotiga konsentratsiyasi 7 mol/l bo'lgan ishqor eritmasining 500 ml miqdori qo'shildi. Hosil bo'lgan aralashma bug'latildi va qattiq qoldiq kuydirildi. Qolgan qoldiqdagi moddalarining massa ulushlarini hisoblang.



A)  $\omega(\text{NaOH}) = 26,1\%$ ;  $\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 74,9\%$ ;

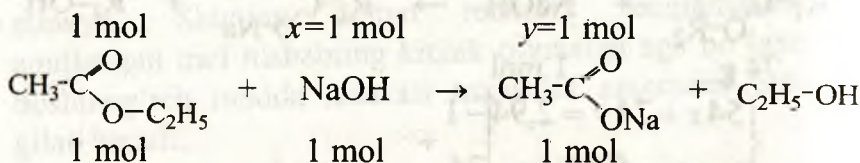
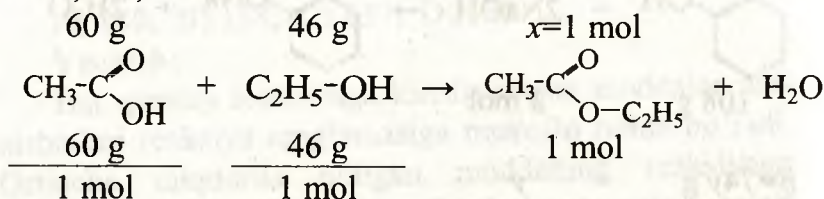
B)  $\omega(\text{NaOH}) = 45,3\%$ ;  $\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 54,7\%$ ;

C)  $\omega(\text{NaOH}) = 36,1\%$ ;  $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 63,9\%$ ;

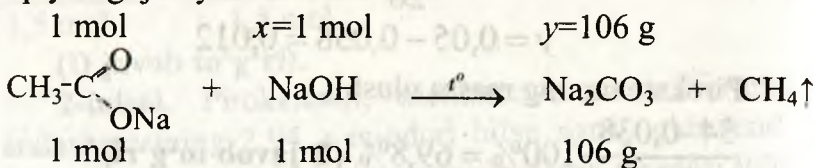
D)  $\omega(\text{NaOH}) = 42,2\%$ ;  $\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 57,8\%$ ;

**Yechish:**

Eritmadagi natriy gidroksidning mol miqdori:  
 $7 \cdot 0,5 = 3,5 \text{ mol}$ .



Etilatsetatning gidrolizidan ortib qolgan NaOH ning miqdori  $3,5 - 1 = 2,5 \text{ mol}$ . Eritma bug'latilganda suv va etanol chiqib ketadi. Qattiq qoldiq kuydirilganda quyidagi jarayon sodir bo'ladi:



Reaksiyadan ortib qolgan NaOH ning miqdori  $2,5 - 1 = 1,5 \text{ mol}$ , massasi  $1,5 \cdot 40 = 60 \text{ g}$ .

Aralashmaning massasi  $106 + 60 = 166 \text{ g}$  bo'lib, undagi har bir moddaning massa ulushlari:

$$\omega_{\text{NaOH}} = \frac{60}{166} \cdot 100\% = 36,1\%;$$

$$\omega_{Na_2CO_3} = \frac{106}{166} \cdot 100\% = 63,9\% \text{ (C javob to'g'ri).}$$

**4-misol.** Tarkibida 3% qo'shimcha bo'lgan 17,8 kg glitserin tristearatni gidrolizlab necha kilogramm uch atomli spirt olish mumkin?

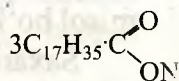
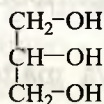
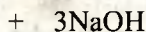
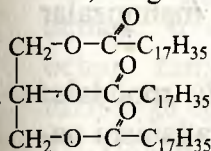
A) 1,92; B) 2,08; C) 1,78; D) 2,01.

**Yechish:**

Sof tristearatning massasi  $17,8 \cdot 0,97 = 17,266 \text{ g}$ .

17,266 g

$x = 1,78 \text{ g}$



890 g

92 g

**(C javob to'g'ri).**

## 20.7. Uglevodlar va ularning sinflanishi.

### Mono-, di- va polisaxaridlar

Uglevodlar tabiatda juda keng tarqalgan va odam organizmida muhim rol bajaradi. Ularsiz organizmda modda va energiya almashinuvini tasavvur qilib bo'lmaydi. Uglevodlar inson organizmida energiya manbasi hisoblanadi. Inson iste'molidagi ozuqaning 70 %ini atrofida uglevodlar tashkil etadi. Uglevodlardan gazlamalar, qog'oz tayyorlanadi.

Uglevodlar karbonat anhidrid va suvdan yashil o'simliklar organizmida fotosintez jarayonida hosil bo'ladi. O'simlik quruq moddasining massa jihatdan 80% ini, inson va hayvon organizmining taxminan 2 % ini uglevodlar tashkil etadi. Uglevodlarning umumiy formulasi C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>m</sub> bo'lib, molekula uglerod atomi va suv molekularidan iboratdek tuyuladi (sirka kislotasi

$C_2(H_2O)_2$ , formaldegid  $CH_2O$  yuqoridagi umumiy formulaga mos kelsa-da, ammo ular uglevod emas). Aslida esa ular murakkab tuzilgan moddalardir. Ko'p hollarda uglevodlar saxaridlar (qandlar) deb yuritiladi.

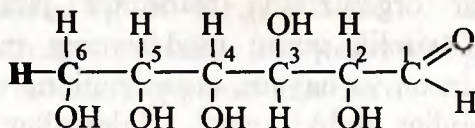
### Sinflanishi

Uglevodlarni monosaxaridlar, disaxaridlar va polisaxaridlarga bo'lish mumkin. Monosaxaridlarga uglerodlar soni 3 dan 9 gacha bo'lgan aldoza va ketoza kiradi. Ularga riboza, glyukoza, fruktoza, mannozalar misol bo'ladi.

Saxaroza va maltoza disaxaridlardir. Bu moddalar ikki monosaxaridning molekulararo degidratlanishi natijasida hosil bo'lgan. Monosaxaridlarning polikondensatsiyalanishidan polisaxaridlar: kraxmal va selluloza hosil bo'ladi.

### Monosaxaridlar. Glyukoza.

Saxaridlarning muhim vakillaridan biri glyukozadir. Uning empirik formulasi  $C_6H_{12}O_6$ . Ko'p atomli spirtlar singari mis(II) gidroksid bilan yorqin moviy rangli eritma hosil qiladi. Bundan tashqari glyukoza Kumush oksidning ammiakli eritmasi bilan aldegidlarga xos kumush ko'zgu reaksiyasini beradi. Shunga asoslanib nemis olimi E.Fisher glyukozaning *aldegidospirtga* to'g'ri keladigan formulasini taklif etgan:



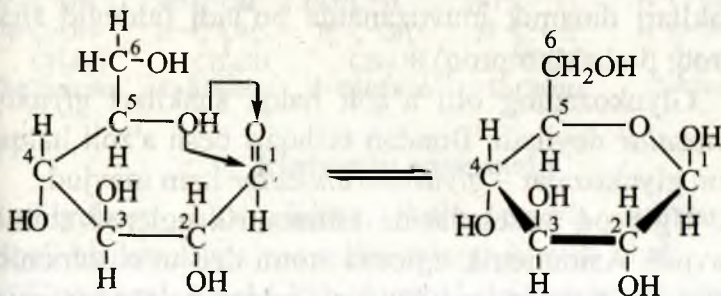


## Fizik xossalari va tabiatda uchrashi

Glyukoza (uzum qandi) rangsiz, suvda yaxshi eriydigan, shirin ta'mli, kristall modda. O'simliklarning deyarli barcha organlarida: meva, ildiz, barg, gullari, poyasida uchraydi. Ayniqsa, uzum, shakarqamish, qand lavlagi, shirin mevalarda ko'p yig'iladi. Inson qonida 0,1% atrofida glyukoza bo'ladi.

Bu aldegidospirta uglerod zanjiri oltita atomdan tashkil topgan, to'g'ri zanjirda aldegid guruhi tutgan, demak, u *aldogeksoza*. Lekin, glyukoza ning bunday ochiq zanjirli tuzilishidan tashqari yopiq, halqali tuzilishga ega ekanligi ham aniqlangan.

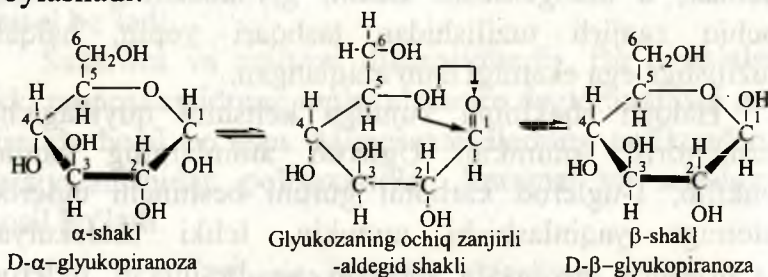
Halqali shaklning vujudga kelishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Uglerod atomlarning zanjiri bukilib, 1-uglerod karbonil guruhi beshinchi uglerod atomiga yaqinlashishi mumkin. Ichki molekulyar ta'sirlashuv natijasida birinchi va beshinchi uglerod atomi orasida kislorod orqali bog' hosil bo'lib, olti a'zoli halqa-glyukoza ning poluatsetal shakli vujudga keladi:



Ingliz olimi Xeuzrs halqaning o'quvchiga qarab turgan tomondagi uchta chizig'ini qalin chiziqlar bilan tasvirlashni taklif etgan. Halqali molekulada aldegid

guruh yo'q, uning o'rniga birinchi uglerod atomida  $-OH$  guruhi hosil bo'ladi. Bu gidroksiguruh yarimatsetal gidroksiguruh deb atalib, uning reaksiya qobiliyati molekuladagi boshqa gidroksiguruhlariga nisbatan yuqoriroq.

Glyukozaning halqa shakli hosil bo'lish jarayonida birinchi ugleroddagi yarimatsetal  $-OH$  guruhi halqa tekisligining ostida joylashsa – glyukozaning  $\alpha$ -shakli kelib chiqadi.  $\beta$ -shaklda bu guruh halqa tekisligi ustida joylashadi:

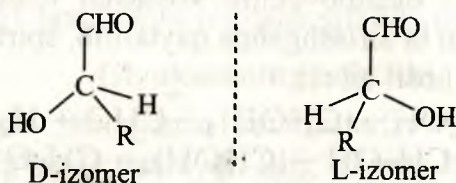


Kristall holatida glyukoza molekullari halqali shaklda bo'ladi. Suvli eritmalarida aldegid va halqali shakllari dinamik muvozanatda bo'ladi (aldegid shakli ozroq,  $\beta$ -shaklko'proq).

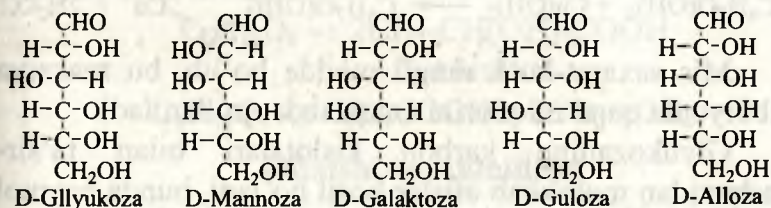
Glyukozaning olti a'zoli halqa shakllari *glyukopiranozalar* deyiladi. Bundan tashqari besh a'zoli halqasi-mon glyukozalar – *glyukofuranozalar* ham mavjud.

Uglevod molekulasida asimmetrik uglerod atomlari mavjud. Asimmetrik uglerod atomi deb to'rt tomonidan turli xil o'rinbosarlar bilan bog'langan uglerod atomlariga aytiladi. Asimmetrik uglerod atomi valent orbitalarining  $sp^3$ -gibridlanganligi nazarda tutilsa, u hosil qilgan tetraedrik shakldagi molekulaning ikkita *optik izomeri* mavjudligini tushunish oson. Optik izomerlar-

ning birini ikkinchisining oynadagi aksi deb qarash mumkin. Bu izomerlarning biri faqat bitta tekislikda tebranuvchi, ya'ni polyarizatsiyalangan yorug'lik to'liqining (nurining) tebranish tekisligini o'ng tomonga bursada (D-izomer), ikkinchisi chap tomonga buradi (L-izomer):



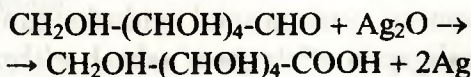
Glyukozada to'rtta asimmetrik uglerod atomlari mavjudligini hisobga olsak uning ko'plab izomerlari borligiga ishonch hosil qilamiz. Biz iste'mol qiluvchi glyukoza D-glyukozadir. Quyida glyukozaga izomer bo'lgan aldogeksozalarning ba'zi izomerlari keltirilgan:



### Kimyoviy xossalari

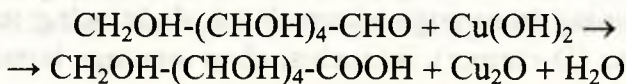
Glyukoza aldegidlarga, ko'p atomli spirtlarga, halqali birikmalarga xos reaksiyalarga kirisha oladi.

Glyukoza aldegid kabi kumush ko'zgu reaksiyasini beradi:

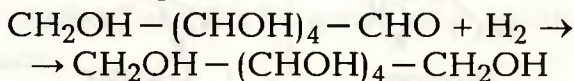




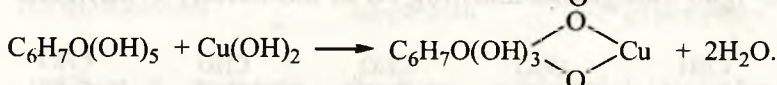
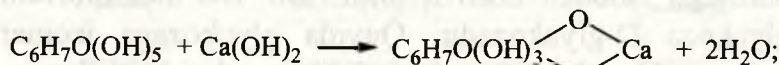
Glyukoza mis (II)-gidroksidi bilan qaynatilganda ham qizil rangli mis(I) oksid cho'kmaga tushib glyukon kislotasi hosil bo'ladi:



Glyukoza oksidlovchilik xossasini namoyon qilib, vodorod bilan ta'sirlashganda qaytarilib, spirt (sorbit-olti atomli spirt) hosil qiladi:

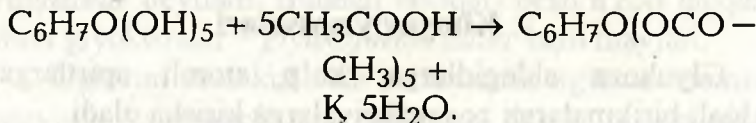


Yuqoridagi reaksiyalar glyukoza molekulasida aldegid mavjudligidan dalolat beradi. Glyukoza ko'p atomli spirt sifatida ham metallar gidroksidlari bilan ta'sirlashadi:



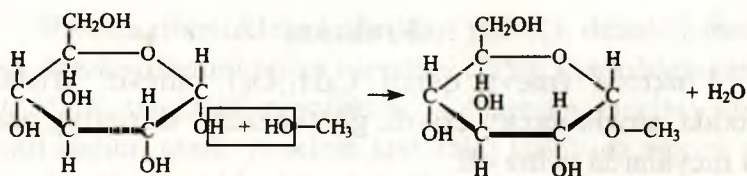
Mis saxarat-ko'k rangli modda bo'lib, bu reaksiya tibbiyotda qand miqdorini aniqlashda qo'llaniladi.

Glyukoza ning karbon kislotalari bilan ta'sirlashuvidan murakkab efirlar hosil bo'ladi, bunda bir mol glyukoza gaga besh mol miqdor kislotasi sarf bo'ladi:



Mazkur reaksiya glyukoza ning besh atomli spirt ekanligini tasdiqlaydi.

Glyukoza ning yarimatsetal gidroksiguruhi spirtlar bilan ta'sirlashganda efirlarga o'xshash *glikozidlar* hosil qiladi:



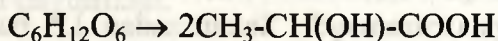
Glikozidlar o‘simliklarda uchraydi, tibbiyotda yurak xastaliklarini davolovchi vositalar sifatida ishlatiladi.

### Glyukoza ning bijg‘ishi

Glyukoza bioorganik katalizatorlar – fermentlar ta’sirida bijg‘ishga uchraydi. Bijg‘ishning bir necha turi ma’lum: spirtli, sut kislotali, moy kislotali va boshqalar. Masalan, achitqi fermentlari ta’sirida glyukoza spirtli bijg‘ishga uchraydi, natijada etanol va karbonat anhidridi hosil bo‘ladi:



Boshqa fermentlar ta’sirida sut va moy kislotalari hosil bo‘lishi mumkin:



Sut kislotasi



### Olinishi va ishlatilishi

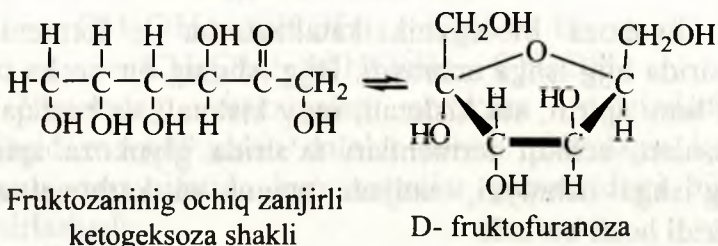
Sanoatda glyukoza kraxmal va kletchatkani (o‘simliklar biriktiruvchi to‘qimasi, asosan, sellulozadan iborat bo‘ladi) gidrolizlab olinadi.

Glyukoza tibbiyotda, konditer mahsulotlari, oyna va yaltiroq o‘yinchoqlar ishlab chiqarishda (kumush ko‘zgu reaksiyasi), gazlama va teri mahsulotlariga ishlov berishda ishlatiladi.

## Fruktoza

Fruktoza (meva qandi  $C_6H_{12}O_6$ ) rangsiz kristall modda, suvda yaxshi eriydi, glyukozadan shirinroq, asal va mevalarda uchraydi.

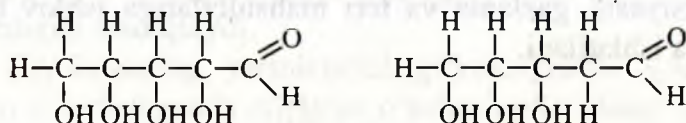
Fruktoza ketospirt bo'lib geksoketozalarga kiradi va glyukozaning izomeridir. Glyukoza kabi fruktoza ham halqali shakllarda mavjud bo'la oladi:



Fruktoza glyukoza kabi, spirtlar xossalarini namoyon qilib saxaritlar va murakkab efirlar hosil qiladi, gidrolizga uchramaydi. Saxarozadan 1,5 barobar, glyukozadan 3 barobar shirin bo'lgan bu qimmatbaho ozuqa moddasi organizm tomonidan oson o'zlashtiriladi. Diabet bilan kasallangan odam organizmi saxarozadan ko'ra fruktozani oson o'zlashtiradi.

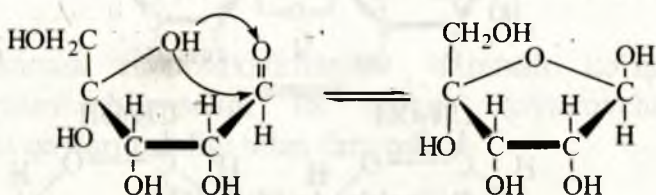
## Riboza va dezoksiriboza

Ular pentozalarning vakillari bo'lib, riboza va dezoksiriboza tegishli quyidagi tuzilish formulalariga ega:





Riboza ribonuklein kislotalari (RNK), dezoksiriboza esa dezoksiribonuklein kislotalari (DNK) tarkibiga kiradi. RNK va DNK-murakkab oqsillarning tarkibiy qismini tashkil etadi. Nuklein kislotalar tarkibida riboza va dezoksiriboza aldegid shaklida emas, balki halqali shaklda ( $\beta$ -shakl) bo'ladi. Ribozaning aldegid shaklidan halqali shaklini hosil bo'lishini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



Riboza va dezoksiriboza glyukoza bilan fizik va kimyoviy xossalari bo'yicha o'xshash moddalardir. Ular, masalan, tegishli kislotalargacha oksidlanadi, bir atomli spirtlarga qaytariladi.

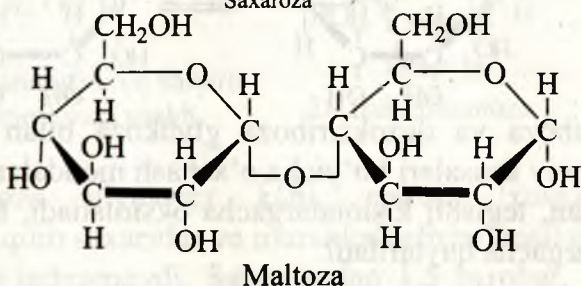
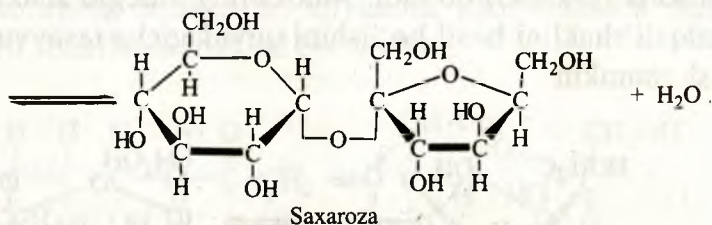
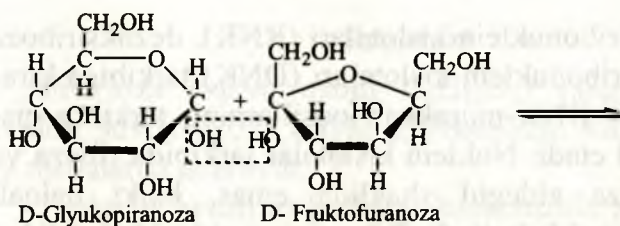
## Saxaroza va maltoza

### Fizik xossalari va tabiatda uchrashi

Saxaroza (qand lavlagi yoki shakarqamish qandi  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) va maltoza (arpa shakari  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) oq kristall moddalar bo'lib, ular suvda yaxshi eriydi. Saxaroza shakarqamish poyalarida qand lavlagida, oqqayin shirasi va ko'plab mevalar, poliz ekinlari tarkibida uchraydi. Maltoza esa asosan hayvon sutida uchraydi.

### Molekulyar tuzilishi

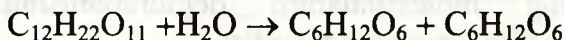
Saxaroza halqa shaklidagi glyukoza va fruktoza monosaxaridlarining, maltoza esa ikki molekula glyukozaning molekulalararo degidratlanishidan hosil bo'lgan disaxarid moddalardir:



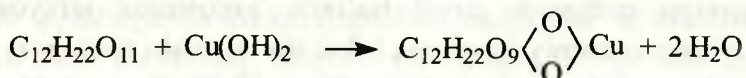
Saxaroza molekulasida aldegid guruh ham, karbonil guruh ham, poluatsetal gidroksiguruh ham yo'q. Bu modda molekulasida faqat spirt gidroksiguruhlari mavjud bo'lib, kimyoviy xossalari monosaxaridlarnikidan farq qiladi.

### Kimyoviy xossalari

Saxaroza va maltoza vodorod ionlari ishtirokida qizdirilganda gidrolizga uchraydi. Saxaroza ikkita monosaxarid –  $\alpha$ -glyukoza va fruktozani, maltoza esa ikki molekula  $\alpha$ -glyukozani hosil qiladi:



Disaxaridlar metallar gidroksidlari bilan oson ta'sirlashadi. Masalan, saxaroza eritmasini mis (II) gidroksidi ustiga quyilganda, yorqin havo rang mis saxarati hosil bo'ladi:



Saxaroza eritmasini kalsiy gidroksidi suspenziyasi bilan ta'sirlashuvdan suvda eruvchan kalsiy saxarat olinadi.

Saxaroza monosaxaridlardan «kumush ko'zgu» reaksiyasini bermasligi va boshqa qaytaruvchilar ta'sirida qaytarilmasligi bilan farq qiladi.

### Olinishi va ishlatilishi

Saxaroza qand lavlagi va shakarqamishdan olinadi, maltoza hayvon sutidan va polisaxaridlar gidrolizi oraliq mahsulotlaridan ajratib olinadi. Ulardan oziq-ovqat sanoatida foydalaniladi.

**Polisaxaridlar** tirik olamning asosini tashkil etgan moddalar sinfi bo'lib, o'simlik organizmlarining asosiy qurilish materiali va ozuqa zaxiralari aynan polisaxaridlar hisoblanadi.

### Kraxmal. Fizik xossalari va tabiatda uchrashi

Kraxmal oq rangli kukun modda, sovuq suvda, spirtida, efirda erimaydi. Qaynoq suvda bo'kadi va kolloid eritma – kleyster hosil qiladi.

Kraxmal eng ko'p tarqalgan o'simlik uglevodi hisoblanib, u barglarda fotosintez jarayoni natijasida hosil bo'ladi va ildizlarda, ildiz tugunaklarida, urug' va donlarda to'planadi. Kraxmalning miqdori massa jihat-



dan kartoshka tugunaklarida taxminan 20%, bug‘doy va makkajo‘xori donlarida 70%, guruchda 80% ni tashkil qiladi.

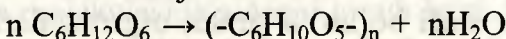
O‘simlikda kraxmal va boshqa uglevodlar fotosintez jarayoni natijasida hosil bo‘ladi. Fotosintez jarayoni quyidagi umumiy tenglama bilan ifodalanishi mumkin:



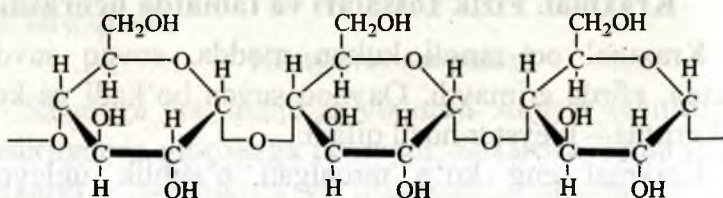
### Tuzilishi

Kraxmal tabiiy polimer bo‘lib, uning tarkibi  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  umumiy formula bilan ifodalanadi. Kraxmal makromolekulalari struktura va o‘lchamlari bo‘yicha bir xil emas: chiziqli tuzilishga ega bo‘lgan molekulalarda  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ -bo‘g‘inidan bir necha yuzta bo‘lib, molekulyar og‘irligi bir necha yuz mingga teng bo‘lsa, tarmoqlangan tuzilishli molekulalarida bir necha ming  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$  bo‘g‘ini tutadi va molekulyar og‘irligi ham bir necha millionga boradi.

Kraxmal molekulasi glyukozaning  $\alpha$ -halqa shaklini polikondensatlanishi natijasida hosil bo‘ladi:



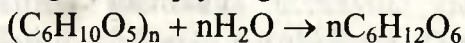
Kraxmal makromolekulasi bir qismining tuzilishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



## Kimyoviy xossalari

Kraxmal aldegidlar kabi qaytaruvchilik xossalari ega emas.

*Gidroliz.* Kislotalar yoki fermentlar ishtirokida suvda qizdirilganda kraxmal gidrolizlanadi. Avval kraxmalnikidan kichikroq molekulyar massaga ega bo'lgan oraliq mahsulotlar – *dekstrin* polisaxaridlari hosil bo'ladi, so'ng saxaroza izomeri – maltoza, undan keyin gidroliz mahsuloti  $\alpha$ -glyukoza hosil bo'ladi. Gidrolizning umumiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



Gidrolizga uchrash – kraxmalning muhim kimyoviy xossasidir. Sanoatda glyukoza olish texnologiyasi kraxmalning shu xossasiga asoslangan.

*Yod bilan ta'sirlashuv.* Yod bilan ta'sirlashganda kraxmal ko'k rangga kiradi, bu esa kraxmal va yod uchun sifat reaksiyasi hisoblanadi.

## Olinishi va ishlatilishi

Kraxmal asosan kartoshka, guruch va makka-jo'xoridan olinadi.

Oziq-ovqatdagi kraxmal (non, kartoshka, don mahsulotlari) insonning uglevodlarga bo'lgan ehtiyojini qondiruvchi asosiy manbadir. Organizmda kraxmal yog'larga o'xshab, gidrolizga uchraydi va gidrolizning oxirgi mahsuloti-glyukoza holatida organizmga singadi.

Kraxmal antibiotiklar, vitaminlar, kolbasalar, konditer mahsulotlari ishlab chiqarishda, tibbiyotda, gazlamlarni ohorlash va ularga ishlov berishda qo'llanadi. Kraxmalning ko'p miqdori etanol, glyukoza, dekstrin va boshqa moddalar olish uchun qayta ishlanadi.

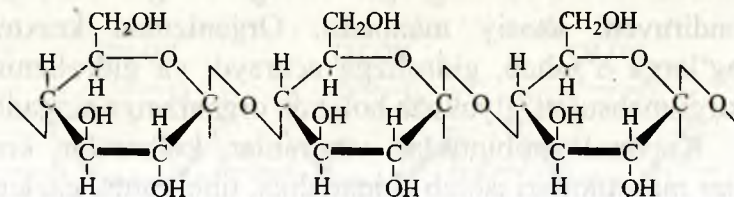
## Selluloza. Fizik xossalari va tabiatda uchrashi

Selluloza (kletchatka) – qattiq tolasimon oq modda, taʼmsiz va hidsiz, suvda va organik erituvchilarda erimaydi, doimiy suyuqlanish haroratiga ega emas. Tabiatda keng tarqalgan. Yuqori oʻsimliklar hujayra devorlarining asosiy tarkibiy qismini tashkil qiladi. Selluloza yogʻochning taxminan 50%, paxta tolasining 98% ni tashkil qiladi. Gigroskopik momiq va filtr qogʻozi deyarli toza sellulozadan iborat boʻladi.

### Tuzilishi

Selluloza kraxmal kabi tabiiy polimer boʻlib, uning tarkibi ham  $(C_6H_{10}O_5)_n$  umumiy formula bilan ifodalangani. Sellulozaning baʼzi turlari molekulalarida 40 mingtagacha  $C_6H_{10}O_5$  boʻgʻini tutadi (molekulyar massasi bir necha millionga boradi).

Ammo selluloza va kraxmal bir xil umumiy formulaga ega boʻlsada, ularning tuzilishi turlichadir. Kraxmal makromolekulalari  $\alpha$ -glyukoza molekulalaridan tuzilgan va chiziqli, tarmoqlangan tuzilmaga ega boʻlsa, selluloza makromolekulalari  $\beta$ -glyukoza molekulalaridan tuzilgan va faqat chiziqli tuzilmaga ega:



Buning natijasida kraxmaldan farqli ravishda selluloza oson tola hosil qila oladi va inson uchun ozuqa mahsuloti hisoblanmaydi. Selluloza molekulalarida

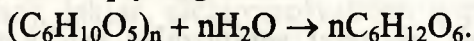


aldegid guruh ham, karbonil guruh ham, poluatsetal gidroksiguruh ham yo'q. Ularda faqat spirt gidroksiguruhlari mavjud bo'lib, ko'p atomli spirtlarga xos kimyoviy xossalarni namoyon qiladi.

### Kimyoviy xossalari

Selluloza ham aldegid xossalariga ega emas. Qaytaruvchilik, kumush ko'zgu reaksiyasiga kirishish, mis gidroksidi bilan ta'sirlashish kuzatilmaydi.

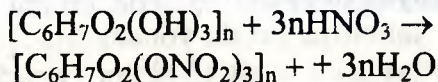
*Gidroliz.* Selluloza kraxmal kabi suyultirilgan kislotalar ta'sirida gidrolizga uchraydi, gidrolizning oxirgi mahsuloti  $\beta$ -glyukoza hisoblanadi. Gidrolizning umumiy tenglamasi quyidagicha:



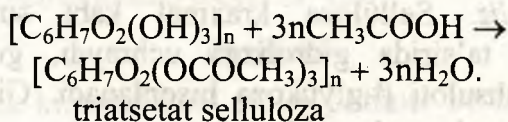
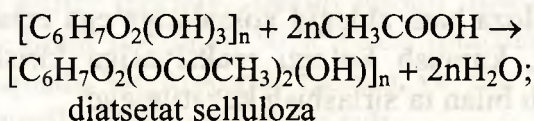
Gidroliz mahsuloti glyukozadan etanol olinadi. Yog'ochdan olinuvchi etanol *gidroliz spirti* deb yuritiladi. Gidroliz spirti olishda 1 tonna yog'och 1,5 tonna kartoshka yoki 0,7 tonna donning o'rmini bosadi.

*Eterifikatsiya reaksiyasi.* Sellulozaning har bir  $C_6H_{10}O_5$  bo'g'inida uchtadan spirt gidroksiguruhi mavjud. Ular vositasida oddiy hamda murakkab efirlar hosil qiladi. Bu ham sellulozaning muhim xususiyatlaridan hisoblanadi.

Sellulozaning konsentrlangan nitrat kislota bilan konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida murakkab efirlar – *mono-, di- va trinitrat sellulozalar* hosil qilishi sanoat uchun muhim ahamiyatga ega:



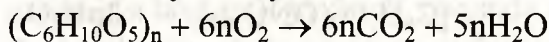
Selluloza nitratlari juda tez yonuvchi moddalardir. Trinitratselluloza (*piroksilin*) – tutunsiz porox tayyorlashda ishlatiladigan portlovchi modda. Selluloza sirka kislotasi bilan atsetat efirlar (*di- va triatsetatselluloza*) hosil qiladi:



Di- va triatsetat sellulozalar sun'iy atsetat tolalar olishda ishlatiladi. Inson kiyim va boshqa xo'jalik buyumlarini tayyorlashda qadimdan tabiiy tolalardan (zig'ir, kanop, paxta-sellulozadan tashkil topgan; jun, ipak-oqsillardan tashkil topgan) foydalanib keladi.

Hozirgi vaqtda kimyoviy usullar yordamida olinadigan kimyoviy tolalardan keng foydalanilmoqda. Tabiiy tolalarni kimyoviy qayta ishlab olinadigan tolalar *sun'iy tolalar* sintetik materiallardan olinadigan tolalar esa *sintetik tolalar* deb ataladi. Sun'iy atsetat tolalar yetarli darajada pishiqlikka ega, yumshoq, titilmaydigan, o'ngimaydigan xususiyatlarga ega tolalardir. Ularning kamchiligi shundaki, tabiiy paxta tolalariga nisbatan gigroskopikligi kam va elektrostatik zaryad yig'uvchanlik xususiyatiga ega.

*Yonishi.* Selluloza yaxshi yonadi:



*Termik parchalanishi.* Havosiz joyda qizdirilganda selluloza parchalanadi. Bunda yog'och ko'miri (pista ko'mir), suv va uchuvchan organik moddalar: metanol, sirka kislotasi, atseton kabi moddalar hosil bo'ladi.

### Ishlatilishi

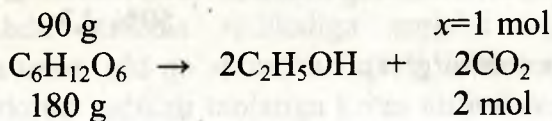
Selluloza yog'och sifatida qurilishda, maishiy turmushda, tolasimon materiallar sifatida (paxta, kanop, zig'ir va b.) to'qima gazlamalar, arqonlar tayyorlashda ishlatiladi. Sellulozaning katta miqdori qog'oz, etanol, paxta momig'i tayyorlashda, sun'iy tolalar (atsetat, viskoza) olishda asosiy xom ashyo bo'lgan oddiy va murakkab efirlar olishga, sun'iy charm, plastmassalar (sellyuloid, sellofan), laklar, elektroizolyatsion qoplamalar, yonmaydigan kinoplyonka, ionitlar, tibbiyot kollodiysi kabilar tayyorlashda ishlatiladi.

### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 90 g glyukozaning spirtli bijg'ishida reaksiya unumi 80% ni tashkil qildi. Hosil bo'lgan karbonat angidridni to'la neytrallash uchun 32% li natriy gidroksid eritmasidan necha gramm sarflanadi?

A) 230; B) 190; C) 200; D) 180.

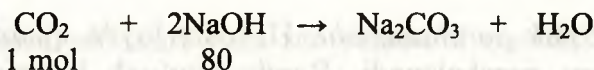
**Yechish:**



Reaksiya unumi 80% bo'lganda karbonat angidridning miqdori  $\frac{1 \cdot 80\%}{100\%} = 0,8 \text{ mol}$

0,8 mol       $x=64 \text{ g}$





NaOH eritmasining massasi:  $\frac{64 \cdot 100\%}{32\%} = 200 \text{ g}$

**(B javob to'g'ri).**

**2-misol.** Paxta tolasining o'rtacha molekulyar massasi 1750000 ga teng bo'lsa, uning polimerlanish darajasi nechaga teng? Shunday paxta tolasining 20 g dan trinitroselluloza hosil qilish uchun nitrat kislotasining 50% li ( $\rho=1,3 \text{ g/ml}$ ) eritmasidan qancha (ml) kerak bo'ladi?

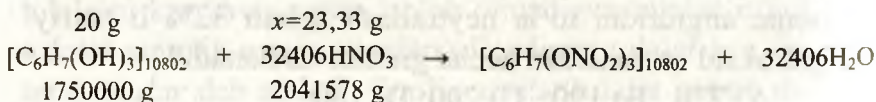
- A) 10262; 39,4;                      B) 11712; 38,2;  
C) 10802; 35,9;                      D) 10530; 30,4.

**Yechish:**

Paxta tolasining polimerlanish darajasi

$$n = \frac{M_{\text{polimer}}}{M_{\text{monomer}}} = \frac{1750000}{162} = 10802$$

Nitrolanish reaksiyasi quyidagi tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:



HNO<sub>3</sub> eritmasining massasi:  $\frac{23,33 \cdot 100\%}{50\% \cdot 1,3} = 35,9 \text{ g}$

**(C javob to'g'ri).**

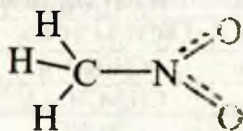
## 21-BOB. AZOTLI ORGANIK BIRIKMALAR

Tarkibida uglerod, vodorod va kislorod elementlaridan tashqari azot elementi bo'lgan moddalar azotli organik birikmalar deyiladi. Ular nitrobirikmalar, aminlar, aminokislotalar, oqsillar, azotli geterotsiklik birikmalar va nuklein kislotalar sinflariga bo'linadi. Tarkibida azot bo'lgan organik moddalarning tabiatdagi roli beqiyosdir, barcha tirik organizmlarning muhim tarkibiy qismi bo'lgan oqsillar aminokislotalardan tashkil topgan.

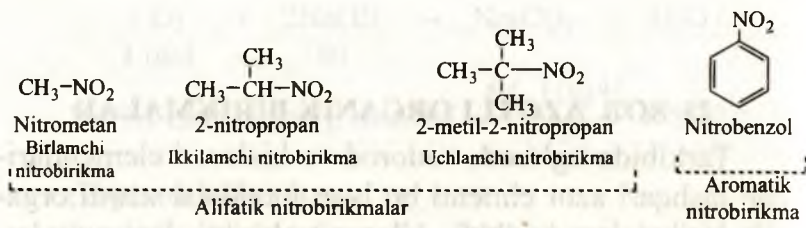
### 21.1. Nitrobirikmalar

**Nitrobirikmalar.** Molekulasida uglerod atomiga bevosita bog'langan bir yoki bir nechta nitroguruh tutuvchi moddalar nitrobirikmalar deyiladi.

Eng oddiy nitrobirikma – nitrometan molekulasining tuzilishi va formulasi quyidagicha:



**Nomlanishi va sinflanishi.** Nitrobirikmalarning nomlashda birikma radikaliga tegishli uglevodorod nomiga nitro- old qo'shimchasi qo'shiladi. Bu moddalar uglevodorod radikali tabiatiga ko'ra alifatik va aromatik nitrobirikmalarga bo'linadi. Nitroguruh bog'langan uglerod atomi tabiatiga ko'ra birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi nitrobirikmalarga taqsimlanadi:



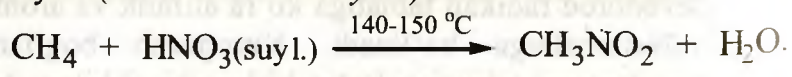
**Fizik xossalari.** Oddiy nitroalkanlar – rangsiz suyuqliklar. Aromatik nitroalkanlar rangsiz yoki och sarg‘ish rangli qiyin qaynaydigan, achchiq bodomni eslatuvchi hidga ega suyuqliklar bo‘lib, suvda yomon eriydi. Ularni suv bug‘i yordamida haydash mumkin. Ba’zi nitrobirikmalarning ayrim fizik xossalari 21.1.-jadvalda keltirilgan.

*21.1.-jadval. Ba’zi nitrobirikmalarning ayrim fizik xossalari*

Birikma	Formulasi	$t_{\text{suyuq.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{qayn.}}, ^\circ\text{C}$	Zichligi, g/ml
Nitrometan	$\text{CH}_3\text{NO}_2$	-28,6	100,8	1,1371
Nitroetan	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$	-50	115	1,0448
1-Nitropropan	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$	-108	131	1,0081
2-Nitropropan	$(\text{CH}_3)_2\text{CHNO}_2$	-93	120	0,9876
Trinitrometan	$\text{CH}(\text{NO}_2)_3$	19		1,479
Nitroetilen	$\text{CH}_2=\text{CHNO}_2$	-55,5	98,5	1,2212
Nitrobenzol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	5,85	211,03	1,2037

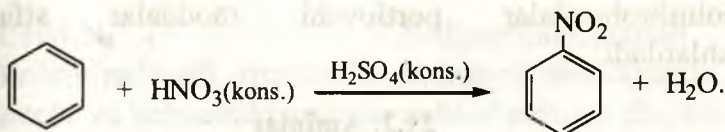
### Olinishi

Nitrobirikmalarni uglevodorodlarni nitrolash reaksiyasi (*Konovalov reaksiyasi*) bilan olish mumkin:



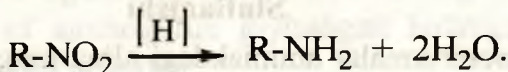
Aromatik uglevodorodlarni nitrat va sulfat kislotalari aralashmasi bilan *nitrolash* mumkin:



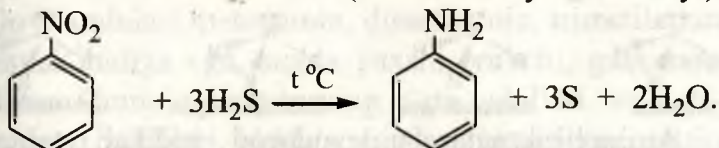


### Kimyoviy xossalari

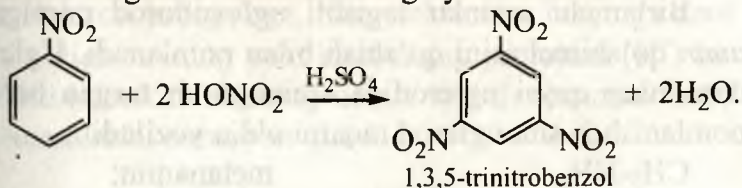
Nitrobirikmalarning muhim xossalaridan biri – ularning qaytarilishidir. Ular vodorod ta'sirida qaytarilganda *aminlar* hosil bo'ladi:



Nitrobenzol shu yo'l bilan qaytarilganda aromatik amin – anilin hosil bo'ladi (Zinin reaksiyasi, 1842-y.):



Nitro guruh kuchli elektron akseptori bo'lgani uchun nitrobenzol elektron tuzilishiga kuchli ta'sir etib, benzol yadrosi vodorodlari bilan o'rin almashinuvchi elektrofil reagentlarni meta holatga yo'naltiradi:



### Ishlatilishi

Nitrobirikmalar har xil bo'yoqlar, dorivor moddalar olish uchun organik sintezda ishlatiladi. Ba'zi nitrobirikmalar fungitsidlik xossaga ega bo'lib, zamburug'larga va mikroblarga qarshi vositalar sifatida qo'llaniladi. Trinitrotoluol (trotil), trinitrofenol (pikrin kislota) kabi

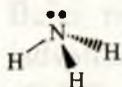
polinitrohosilalar portlovchi moddalar sifatida ishlatiladi.

## 21.2. Aminlar

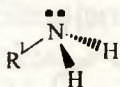
**Aminlar** – ammiakning molekulasidagi bir, ikki yoki uchta vodorod atomini uglevodorod radikallariga almashgan organik hosilalaridir.

### Sinflanishi

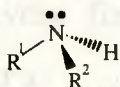
Aminobirikmalar ammiakdagi almashingan vodorod atomlari soniga ko‘ra birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi aminlarga bo‘linadi:



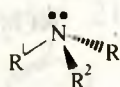
Ammiak



Birlamchi amin



Ikkilamchi amin



Uchlamchi amin

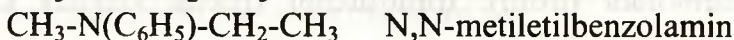
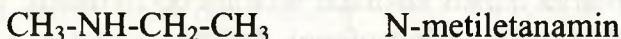
Aminobirikmalar uglevodorod radikali tabiatiga ko‘ra alifatik aminlar, alitsiklik aminlar, aromatik aminlar va geterosiklik aminlar farqlanadi.

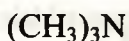
### Nomlanishi

Birlamchi aminlar tegishli uglevodorod nomiga – *amin* qo‘shimchasini qo‘shish bilan nomlanadi. Uglevodorodning qaysi uglerodida aminoguruh turgan bo‘lsa, nomlanishda shu uglerod raqami oldin yoziladi:



Ikkilamchi va uchlamchi aminlarni nomlashda eng katta uglevodorod zanjiri asosiy nomda, qolganlari oldqo‘shimcha sifatida N- va N,N- harflarini qo‘llagan holda nom beriladi:





N,N-dimetilmetanamin

Bir xil radikalli simmetrik aminlarni nomlaganda, ikkilamchi va uchlamchi aminlar radikal nomiga di-, tri-prefikslarini qo'shib nomlanadi:  $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$ -difenilamin,  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ -trimetilamin.

### Izomeriyasi

Aminlarda uglevodorod zanjiri bilan bog'liq zanjir izomeriyasi va aminoguruh joylashgan holatiga qarab holat izomeriyasi uchraydi.

### Fizik xossalari

Quyi aminlar: metanamin, dimetilamin, trimetilamin – ammiak hidiga ega, suvda yaxshi eruvchi, gazsimon moddalar. Gomologik qatorning o'rta vakillari: suyuqliklar, yuqori vakillari – hidsiz, suvda erimaydigan, qattiq moddalardir.

### Elektron tuzilishi

Barcha aminlarda ammiakdagi kabi azot atomlari erkin elektron juftiga ega. Shu elektronlar hisobiga azot atomi o'ziga suvning yoki kislotaning protonini ( $\text{H}^+$ ) birlashtirishi mumkin. Shuning uchun aminlar ammiak kabi asos xossalari namoyon qiladi.

### Molekuladagi atomlarning o'zaro ta'siri

Alifatik aminlar uglevodorod radikallarining musbat induksion ta'sirida ammiakdan ko'ra kuchli, aromatik aminlar esa, ammiakdan kuchsiz asoslar hisoblanadi. 21.2.-jadvalda ba'zi aminlarning suyuqlanish va qaynash haroratlari bilan birgalikda asos konstantali qiymatlari keltirilgan.

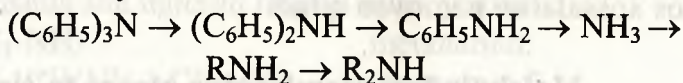


Aminlarning asoslik konstantasi  $K_b$  qiymatlarining aromatik aminlarda uglevodorod radikallarining soni ortib borishi bilan pasayib borishi ularning asoslik xossasining kamayib borishini ko'rsatadi. Alifatik aminlarda esa birlamchidan ikkilamchi aminga o'tganda asoslik xossasi kuchayib boradi.

21.2.-jadval. Ba'zi aminlarning fizik-kimyoviy xossalari

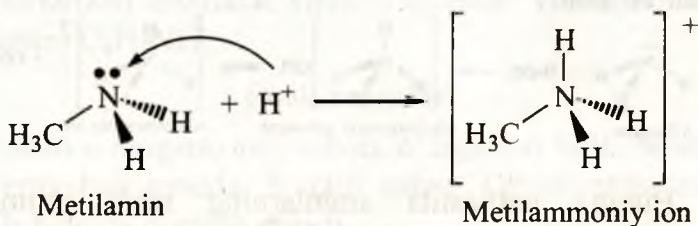
Birikma	Formulasi	$t_{\text{suyuq}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{suyuq}},$ $^{\circ}\text{C}$	Asoslik konstantasi, $K_b \cdot 10^4$
Ammiak	$\text{NH}_3$	-77,7	-33,35	0,176
Metilamin	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	-93,5	-6,32	4,25
Dimetilamin	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	-92,2	6,88	5,99
Trimetilamin	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	-117,1	2,87	0,631
Etilamin	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	-81,0	16,6	4,27
Dietilamin	$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$	-48	56,3	8,51
Trietilamin	$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$	-114,7	89,4	7,41
Fenilamin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	-5,89	184,4	$4,2 \cdot 10^{-6}$
Difenilamin	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	54,5	302	$7,1 \cdot 10^{-10}$

Asoslik xossalari ammiak, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi hamda aromatik aminlar qatorida quyidagi tartibda kuchayib boradi:



Bu qatorga uchlamchi alifatik amin  $\text{R}_3\text{N}$  ning asoslik xossasi kiritilmagan. Aminlarning asoslik konstantasi  $K_b$  qiymatlarini qiyoslashdan ma'lum bo'lishicha birlamchi alifatik amindan ikkilamchi aminga o'tganda asoslik xossa kuchayadi. Biroq, uchlamchi aminning asoslik xossasi metil aminlarda birlamchi amindan kuchsiz, etilaminlarda esa birlamchi va ikkilamchi orasida.

Ma'lumki, moddaning asoslik xossasi – uning o'ziga vodorod ioni  $H^+$ , ya'ni protonni biriktirib olish qobiliyatidir:



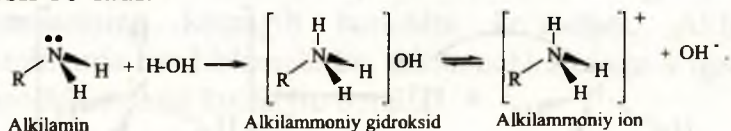
Aminlarda ammiakdagi singari taqsimlanmagan elektron jufti bo'lgan azot atomi  $H^+$  ionlarini o'ziga biriktiradi. Ammiakdan birlamchi aminga va undan so'ng ikkilamchi alifatik aminlarga o'tgan sari azotga bevosita bog'langan, musbat induktiv ta'sirga ega bo'lgan uglevodorod radikallar soni ortganligi uchun azotdagi taqsimlanmagan elektron bulutining zichligi ortib boradi. Bu o'z navbatida mazkur aminlarning asoslik xossasini ortishiga olib keladi. Ammo uchlamchi aminda radikallarning ko'payganligi azotning taqsimlanmagan elektron bulutini fazoviy to'sib qo'yadi. Natijada uchlamchi alifatik aminning asoslik xossasi ikkilamchiga (ba'zan birlamchiga) nisbatan pasayadi.

Aminoguruh ham o'z navbatida uglevodorod radikaliga ta'sir ko'rsatadi. Aromatik aminlarda benzolning vodorod atomlari harakatchanligi erkin benzoldan ko'ra ortib ketadi. Masalan, anilin  $C_6H_5NH_2$  benzolga nisbatan o'rin olish reaksiyalariga oson kirishadi.

### Kimyoviy xossalari

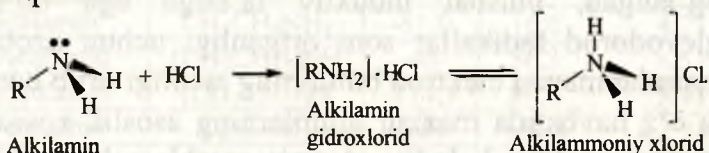
Aminlar kimyoviy xossalari jihatidan ammiakga o'xshab ketadi. Ular uchun asos xossalari xarakterlidir.

*Asos xossalari.* Aminlar suvda alkilammoniy ioni  $[RNH_3]^+$  hosil qilib eriydi, bunda eritmada  $OH^-$  ionlar hosil bo'ladi:



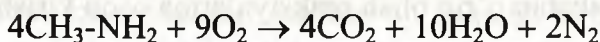
Buning natijasida aminlarning suvli eritmaları ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Ular indikator rangini o'zgartiradi: fenolftalein-pushti, lakmus esa ko'k rangga kiradi.

*Kislotalar bilan ta'sirlashuv.* Aminlar ammiak singari kislotalar bilan ta'sirlashib, alkilammoniy tuzlari hosil qiladi:



Bu reaksiya gaz holatda ham, suyuq va qattiq holatda ham amalga oshadi. Hosil bo'lgan tuzlar hidsiz, suvda yaxshi eriydigan, qattiq moddalardir. Suvli eritmalarida to'la dissotsilangan holda bo'ladi. Ishqorlar (ayniqsa, qizdirganda) ta'sirida erkin aminlargacha parchalanadi.

*Yonuvchanlik.* Ammiakdan farqli ravishda aminlar havoda yonadi:





## Anilin

Aminlardan eng katta amaliy ahamiyat kasb etadigani birlamchi aromatik amin – anilindir (benzolamin, fenilamin)  $C_6H_5NH_2$ .

### Fizik xossalari

Anilin – rangsiz, moysimon, o‘ziga xos hidli, suvda kam eruvchan modda. Kuchli zahar. Oksidlanishi natijasida havoda qorayib qoladi.

### Kimyoviy xossalari

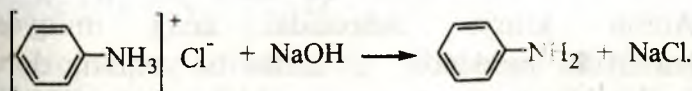
Anilin – kuchsiz asos. Manfiy induksion effektga ega fenil radikali  $C_6H_5-$  aminoguruh azotining juftlashmagan elektronlarini o‘ziga tortishi natijasida azotdagi taqsimlanmagan elektron bulut zichligi kamayadi. Natijada vodorod ionini o‘ziga biriktirib olish qobiliyati kamayadi. Shuning uchun anilinning asoslik xossasi alifatik aminlarnikidan kuchsiz. Anilin suv bilan deyarli ta’sirlashmaydi, uning suvli eritmaları indikator rangini o‘zgartirmaydi.

*Kislotalar bilan ta’sirlashuvi.* Kuchli kislotalar bilan anilin tuz hosil qiladi:

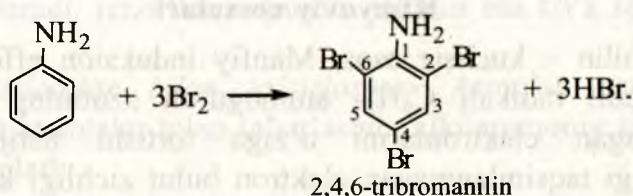


Fenilammoniy xlorid

Bu tuzlarga ishqor ta’sir etganda esa anilin erkin holda ajralib chiqadi:



*Benzol yadrosi reaksiyalari.* Anilinning benzol yadrosidagi vodorod atomlari galogenlar, nitro-, sulfoguruhlariga oson almashadi. Bu reaksiya benzoldan ko'ra osonroq sodir bo'ladi. O'rinbosarlar 1-tur o'rinbosari bo'lgan aminoguruhga nisbatan *orto*- va *para*-holatlardagi vodorodlarni almashtiradi. Anilinga bromli suv ta'sir ettirilganda oq rangli tribromanilin cho'kmasi hosil bo'ladi (benzol bromli suv bilan ta'sirlashmaydi):



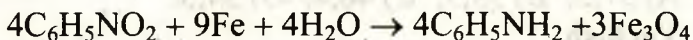
*Oksidlanishi.* Anilin havo kislorodi va boshqa oksidlovchilar ta'sirida oson oksidlanib, turli rangdagi mahsulotlar hosil qiladi. Anilinga sifat reaksiyasi sifatida eng sezgir reaksiyalardan biri bo'lgan xlorli ohak  $\text{CaOCl}_2$  bilan ta'sirlashish reaksiyasi qo'llanadi, bunda xarakterli binafsha rang hosil bo'ladi. Xromli aralashma sifatida ma'lum bo'lgan kaliy dixromat va sulfat kislotasi aralashmasi ta'siridan anilin qora rangli mahsulot qora anilinni hosil qiladi. Qora anilin suvda erimaydi, sovun va yorug'lik ta'siriga chidamli bo'lgani uchun gazlama va mo'ynalarni bo'yashda ishlatiladi.

### Olinishi va ishlatilishi

Anilin kimyo sanoatida keng miqyosda qo'llaniluvchi moddadir. U anilin bo'yoqlari, dorilar (sulfanilamidlar), portlovchi moddalar, yuqori mole-

kulyar birikmalar va boshqalarni olishda xom ashyo sifatida ishlatiladi.

Anilin nitrobenzolni qaytarish usulida olinadi. Nitrobenzolni qaytarish uchun 1842-yilda rus olimi N.N.Zinin ammoniy sulfid yoki vodorod sulfiddan foydalangan edi (qarang 16-§). Hozirda laboratoriyada nitrobenzolni temir va xlorid kislotada ishtirokida qaytarib, sanoatda esa vodorod bilan katalitik qaytarish usulida olinadi:



### Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari

**1-misol.** 93 g modda yondirilganda, 67,2 l uglerod (IV) oksid, 135 g suv va 33,6 l azot hosil bo'ldi. Uning 7,75 grammi n.sh.da 5,6 l hajmni egallaydi. Moddaning molekulyar formulasini aniqlang.

A)  $NH_3$ ; B)  $C_2H_7N$ ; C)  $CH_3NH_2$ ; D)  $C_2H_5N$ .

**Yechish:**

22,4 l  $CO_2$  da 12 g C bo'lsa,

67,2 l  $CO_2$  da x g C bo'ladi.  $x=36$  g.

18 g  $H_2O$  da 2 g H bo'lsa,

135 g  $H_2O$  da x g H bo'ladi.  $x=15$  g.

22,4 l  $N_2$  28 g bo'lsa,

33,6 l  $N_2$  x g bo'ladi.  $x=42$  g.

Uglerod, vodorod va azot massalari o'zining atomar massalariga bo'linsa, mol nisbat kelib chiqadi:

$$n_C : n_H : n_N = \frac{36}{12} : \frac{15}{1} : \frac{42}{14} = 3 : 15 : 3 = 1 : 5 : 1$$

Noma'lum moddaning formulasi  $CH_5N$  yoki  $CH_3NH_2$  (C javob to'g'ri).



**2-misol.** Toluol, fenol va anilin aralashmasining 12 g aralashmasiga xlorid kislotaning 0,1 M li eritmasi bilan ishlov berilganda organik modda qatlamining massasi 3,7 g ga kamaygan. Organik moddalar qatlamini quritilgandan so'ng natriy metali bilan ta'sir etilganda 537 ml gaz ( $t=30^{\circ}\text{C}$ ,  $P=95\text{ kPa}$ ) ajralib chiqqan. Boshlang'ich aralashmadagi toluolning massa ulushni hisoblang.

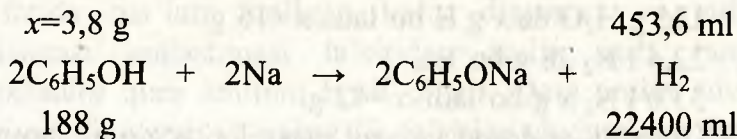
A) 37,5; B) 53,5; C) 46,4; D) 54,5.

**Yechish:**

Aralashma tarkibiy qismlari orasida xlorid kislota bilan ta'sirlashadigan asosli xossaga ega bo'lgan yagona modda bu anilindir. Demak, uning aralashmadagi massasi 3,7 g ga teng. Qolgan moddalar: toluol va fenol orasidan faqat fenol natriy metali bilan ta'sirlashib vodorod gazi hosil qiladi. Uning massasini aniqlash uchun vodorodning normal sharoitdagi hajmi zarur bo'ladi:

$$V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T} = \frac{95 \cdot 537 \cdot 273}{101,325 \cdot 303} = 453,6\text{ ml}$$

Reaksiyada qatnashgan fenolning massasi:



Boshlang'ich aralashmadagi toluolning massasi:

$12 - 3,7 - 3,8 = 4,5\text{ g}$ , massa ulushi esa

$$\frac{4,5}{12} \cdot 100\% = 37,5\% \text{ (A javob to'g'ri).}$$

**3-misol.** 2,5 % li 207,2 g fenilammoniy xlorid eritmasi bilan bromli suv orasidagi reaksiya oxirigacha olib

borildi. Reaksiyon aralashmadan 2,4,6-tribromanilinni to'la ajratib olish uchun 14% li ( $\rho=1,15$  g/ml) natriy ishqor eritmasidan necha millilitr zarur bo'ladi?

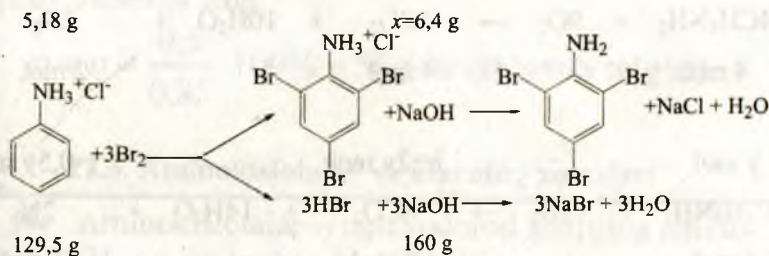
A) 29,87; B) 9,96; C) 39,75; D) 45,75.

**Yechish:**

Eritmadagi fenilammoniy xloridning massasi:

$$\frac{207,2 \cdot 2,5\%}{100\%} = 5,18 \text{ g.}$$

Masala yechimini qisqartirish uchun quyidagi sxema asosida reaksiyon aralashmani neytrallash uchun sarfladigan NaOH massasini hisoblash mumkin:



NaOH eritmasining hajmi:  $\frac{6,4 \cdot 100\%}{14\% \cdot 1,15} = 39,75 \text{ ml}$

**(C javob to'g'ri).**

**4-misol.** Metilamin, etilamin va metan aralashmasining 19,04 l hajmi (n.sh) yondirilganda, 8,4 l N<sub>2</sub>, 30,24 l CO<sub>2</sub> hosil bo'lgan. Aralashmadagi etilaminning hajmiy ulushini (%) aniqlang.

A) 47,2; B) 46,3; C) 59,4; D) 58,8.

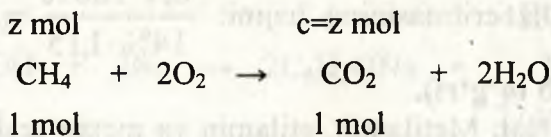
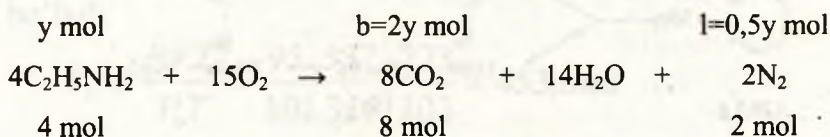
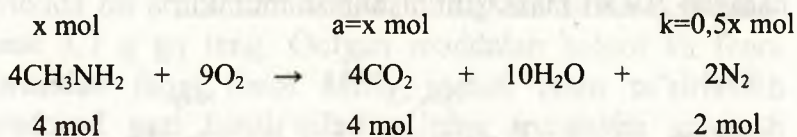
**Yechish:**

Misolni uch noma'lumli tenglamalar sistemasi tuzib yechish mumkin. Buning uchun berilgan hajmlardan mol miqdorni aniqlab olish va shu tartibda hisoblash qulay-roq:

$$n_{\text{aralashma}} = \frac{19,04}{22,4} = 0,85 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{30,24}{22,4} = 1,35 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2} = \frac{8,4}{22,4} = 0,375 \text{ mol}$$



$$\begin{cases} x + y + z = 0,85 (1) \\ x + 2y + z = 1,35 (2) \\ 0,5x + 0,5y = 0,375 (3) \end{cases}$$



Ushbu tenglamalar sistemasini ixchamlashtirish usuli bilan yechish mumkin:

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1,35 (2) \\ x + y + z = 0,85 (1) \end{cases} -$$

$$y = 0,5 \text{ mol}$$

$$0,5x + 0,5 \cdot 0,5 = 0,375 (3)$$

$$x = \frac{0,375 - 0,25}{0,5} = 0,25 \text{ mol}$$

$$0,25 + 0,5 + z = 0,85 (1)$$

$$z = 0,85 - 0,5 - 0,25 = 0,1 \text{ mol}$$

Etilaminning aralashmadagi mol ulushi uning hajmiy ulushiga teng:

$$\varphi = \eta = \frac{0,5}{0,85} \cdot 100\% = 58,8\% \text{ (D javob to'g'ri).}$$

### 21.3. Aminokislotalar va ularning xossalari

➔ Aminokislotalar – uglevodorod zanjirida aminoguruh  $\text{-NH}_2$  tutgan karbon kislotalardir.

#### Sinflanishi va nomlanishi

Uglevodorod zanjirining tabiatiga qarab, aminokislotalarni alifatik, aromatik va qo'shimcha funksional guruhli aminokislotalarga bo'lish mumkin. Molekulasidagi aminoguruh va karboksil guruhlari soni nisbati o'zgarishi bilan aminokislotalar asosli, neytral yoki kislotali bo'lishi mumkin (21.1.-sxema).

Oltinagurt tutuvchi	SINFLANISHI	Aromatik
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$ Sistein	<b>Alifatik</b> $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ Glitsin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 \end{array}$ Fenilalanin
<b>Kislotali</b> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{HOOC} \end{array}$ Asparagin kislotali	<b>Nejtral</b> $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ Glitsin	<b>Asosli</b> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_4 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Lizin

### 21.1.-sxema. Aminokislotalarning sinflanishi.

Molekula uglerodlari zanjirida karboksil guruhga nisbatan aminoguruhning joylashuviga ko'ra  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - (delta),  $\epsilon$  (epsilon) – aminokislotalarga taqsimlanadi.

Eng muhim aminokislotalar  $\alpha$ -aminokislotalardir, chunki oqsil asosan  $\alpha$ -aminokislotalaridan hosil bo'ladi.

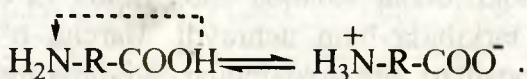
Aminokislota radikali tarkibiga gidroksi -OH, tio -S, tiol -SH kabi turli funksional guruhlar kirishi mumkin.

Aminokislotalarni nomlashda odatda trivial nomlardan foydalaniladi. Biokimyoda aminokislotalar trivial nomlarining IYuPAK tomonidan tavsiya etilgan qisqartirilgan belgilari qo'llaniladi. 21.3.-jadvalda ba'zi aminokislotalarning nomi va ayrim fizik xossalari keltirilgan.

Xalqaro nomenklatura bo'yicha nomlanganda ~~tegishli karbon~~ kislota nomiga *amino*- old qoshimchasi qo'shiladi.

## Tuzilishi

Aminokislota molekulasida bir vaqtning o'zida qarama-qarshi kimyoviy xossaga ega bo'lgan ikkita funksional guruh mavjud. Aminoguruh asos ( $H^+$  ionini biriktiruvchi) xossaga ega bo'lsa, karboksiguruh kislota ( $H^+$  ionini ajratuvchi) xossaga ega. Bu ikki guruh o'zaro ta'sirlashib karboksil guruhdan  $H^+$  ajralib amino guruhga birikadi. Natijada aminokislota molekulasida ichki tuz (bipolyar ion)ga aylanadi:



Bipolyarlik aminokislotalarning suvda eruvchanligini, suvli eritmalarining deyarli neytralligini, ularning qattiq tuzsimon kristall tuzilishga egaligini va nisbatan yuqori suyuqlanish haroratiga ega ekanligini izohlaydi.

Aminokislota eritilganda eritmada vodorod ioni ko'proq bo'lganda (kislotali muhitda) aminoguruhi  $H^+$  ionlarini biriktirib musbat zaryadli kationga aylanadi. Ishqoriy muhitda esa karboksil guruhidan  $H^+$  ionlari ajralib manfiy zaryadli anionga aylanadi. Eritma pH ning muayyan qiymatida aminokislota molekulasida zaryadi neytral bo'ladi. Eritma pH ning bu qiymati *izoelektrik nuqta* deb ataladi va *pI* bilan belgilanadi. Izoelektrik nuqta qiymati aminokislota molekulasidagi aminoguruh va karboksil guruhlarning soni va o'rniga bog'liq.

## Izomeriyasi

Aminokislotalar uchun struktur, holat va stereoi-  
zomeriya xos. Aminokislotalarning struktur va holat izomeriyasi uglevodorod radikali (zanjir izomeriyasi) va



karboksil guruhga nisbatan aminoguruhning joylashuvi hisobiga kelib chiqsa, stereoizomeriya molekulada asimmetrik uglerod atomi mavjudligi bilan bog'liq. Bunday holat uglevodlarda ham kuzatiladi. Demak, amino kislotalarda ham optik faol D- va L-izomerlar mavjud. Tirik organizm hayoti uchun eng muhim bo'lgan oqsillar L- $\alpha$ -aminokislotalardan hosil bo'lish aniqlangan.

### **Fizik xossalari va tabiatda uchrashi**

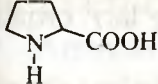
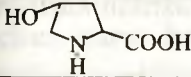
Aminokislotalar tabiatda erkin holda va boshqa birikmalar tarkibida ham uchraydi. Barcha o'simlik va hayvon oqsillari aminokislotalar qoldiqlaridan tashkil topgan. Aminokislotalar – rangsiz, suvda eruvchan, ko'pchiligi shirin ta'mli kristall moddalardir.


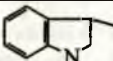
### **Kimyoviy xossalari**

Aminokislotalar organik amfoter moddalar bo'lib, ular asos xossasini ham kislota xossasini ham namoyon qiladi. Anorganik amfoter moddalardan farqi shuki, ularning amfoterligi turli funksional guruhlar borligi bilan belgilanadi.

*Indikatorlar rangiga ta'siri.* Monoaminomonokarbon va diaminodikarbon kislotalar indikator rangini o'zgartirmaydi. Diaminomonokarbon kislotalar ishqoriy, monoaminodikarbon kislotalar kislotali tabiatga ega va shunga qarab indikator rangiga ta'sir ko'rsatadi.

21.3.-jadval. Ba'zi L- $\alpha$ -aminokislotalarning nomi va ayrim fizik xossalari

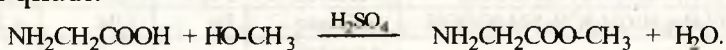
Aminokislota formulasi	Trivial nomi	Belgisi	Izo elektrik nuqtasi, pl	100 g suvda eruvchanligi (25 oC)
$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Glitsin	Gly	5,97	25,0
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Alanin	Ala	6,00	16,6
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Aminomoy	Abu	5,98	Yaxshi eriydi
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Valin	Val	5,96	8,8
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Norvalin	Nva	5,97	10,8 (15 oC)
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Leysin	Leu	5,98	2,2
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Norleysin	Nle	5,97	1,2
$\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Izoleysin	Ile	5,94	4,1
$\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Asparagin kislota	Asp	2,77	0,5
$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Glutamin kislota	Glu	3,22	0,9
$\text{H}_2\text{NCOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Asparagin	Asn	5,41	2,5
$\text{H}_2\text{NCO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Glutamin	Gln	5,65	4,2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Fenilalanin	Phe	5,48	3,0
$\text{HO-CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Serin	Ser	5,68	5,0
$\text{HS-CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Sistein	Cys	5,05	Yaxshi eriydi
$\text{S}_2[-\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}]_2$	Sistin	(Cys) <sub>2</sub>	5,03	0,01
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Treonin	Thr	5,64	20,5
$p\text{-HO-C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Tirozin	Tyr	5,66	0,05
$\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Metionin	Met	5,74	3,4
$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Ornitin	Orn	9,70	Yaxshi eriydi
$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Lizin	Lys	9,59	Yaxshi eriydi
$\text{HN}=\text{C}(\text{NH}_2)\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	Arginin	Arg	11,15	15,0
	Prolin	Pro	6,30	162,3
	Gidrokso-prolin	Hyp	5,74	36,1

 <chem>CC(N)C(=O)O</chem>	Gistidin	His	7,47	4,19
 <chem>CC(N)C(=O)O</chem>	Triptofan	Trp	5,89	1,1

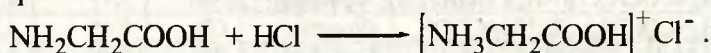
*Kislota xossalari (karboksil guruh reaksiyalari).* Aminokislotalar odatdagi kislotalar kabi metallar, metall oksidlari va ishqorlar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi:



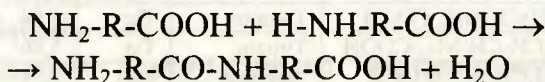
Spirtlar bilan reaksiyaga kirishib murakkab efirlar hosil qiladi:



*Asos xossalari (aminoguruh reaksiyalari).* Aminokislotalar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuzlar hosil qiladi:



*Xususiy reaksiyalar.* Aminokislotalar uchun polikondensatsiya reaksiyalari xos bo'lib, bunda polipeptidlar hosil bo'ladi:

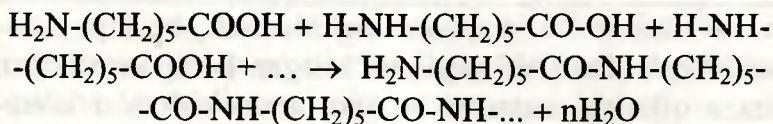


↓ -CO-NH- bog'i *peptid (amid) guruhi*, uglerod va azot orasidagi bog' *peptid (amid) bog'i* deb ataladi.

Ikki aminokislota molekulasidan *dipeptid*, uchtasidan *tripeptid* va h.k. hosil bo'ladi. Oqsil molekulalarida aminokislotalar bir-birlari bilan peptid bog'larini orqali bog'lanadi.

Aminokapron kislota polikondensatsiyasidan *kapron* hosil bo'ladi:





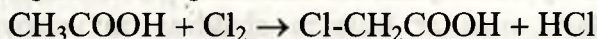
Kapron makromolekulalari chiziqli tuzilishga ega va umumiy  $[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}]_n$  formula bilan ifodalash mumkin. Kapronning molekulyar massasi 16000-22000 atrofida bo'ladi. Kaprondan tola tortish mumkin. Kapron tolasini sintetik kimyoviy toladir. U nam tortmaydi, pishiqligini yo'qotmaydi, namda chirimaydi, barcha tabiiy tolalardan ko'ra yeyilishga chidamli. Kapronning yuqori darajadagi pishiqligi makromolekulalaridagi  $-\text{NH}-$  va  $-\text{CO}-$  guruhlarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'lgan ko'p sonli vodorod bog'lari mavjudligi natijasidir.

Kapron tolalaridan kiyim-kechak, sun'iy mo'yna, parashyut, arqon, baliq to'rlari tayyorlanadi. O'ta pishiq kapron tolalaridan avto- va aviashinalar, mashina detalari va mexanizmlari uchun to'qima materialini tayyorlanadi.

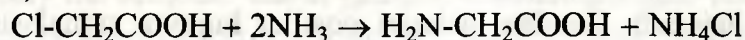
### Olinishi va ishlatilishi

Aminokislotalar oqsillarning gidrolizi natijasida olinadi. Aminokislotalarni karbon kislotalardan olish usuli ikki bosqichdan iborat:

a) galogen almashgan karbon kislota sintezi



b) ammiak ta'sir ettirib aminokislota olish:



Aminokislotalar tirik organizmlarda azot almashinuvida muhim ahamiyatga ega. Ular hayotiy faoliyat uchun zarur bo'lgan oqsil, peptid, ferment, gormon va boshqa moddalar hosil bo'lishida asosiy manbadir.

✚ Inson va hayvon organizmida boshqa aminokislotalardan yoki oqsil bo'lmagan komponentlardan sintez qilinishi mumkin bo'lgan aminokislotalar *almashinuvchi aminokislotalar* deb ataladi.

✚ Inson va hayvon organizmida sintez bo'lmaydigan, lekin normal hayotiy faoliyat uchun zarur bo'lgan aminokislotalar *almashinmaydigan aminokislotalar* deb ataladi (lizin, izoleysin, fenilalanin... jami 10 ta aminokislota).

Almashinmaydigan aminokislotalar faqat yashil o'simliklar tomonidan sintezlanadi.

Aminokislotalar tibbiyotda, hayvonlar ozuqasini boyitish uchun chorvachilikda, plastmassalar va sun'iy tolalar olish uchun ishlatiladi.

#### 21.4. Oqsillar. Tarkibi, tuzilishi va xossalari

✚ *Oqsillar* –  $\alpha$ -aminokislotalarning ma'lum ketma-ketlikda peptid bog'lari vositasida birikishi natijasida hosil bo'lgan biopolimerlardir.

Oqsillarning tirik organizm hujayrasida bajaradigan biologik funksiyasi boshqa biopolimerlar – uglevodlar, nuklein kislotalarga nisbatan juda xilma-xil. Masalan, ferment – oqsillar hujayrada modda almashinuvi biokimyoviy reaksiyalarida katalizatorlik vazifasini bajaradi. Ba'zi oqsillar hujayra shaklini quvvatlovchi sitoskletlar hosil qilib butlovchi yoki mexanik funksiyalar bajaradi. Bundan tashqari oqsillar hujayra signal sistemasida, immun sistemasida va hujayrada modda almashinuvda muhim biologik vazifalarni bajaradi.

Oqsillar – hayvonlar va insonlarning asosiy ozuqasidir. Ularning asosiy manbasi go'sht, baliq, tuxum,

sut, yong'och, dukkakkilar, donli o'simliklar bolib, meva va sabzavotlarda oqsillarning miqdori kam. Organizmda barcha kerakli aminokislotalarning bir qismi sintezlanmasligi sababli, ular ozuqa orqali qabul qilinadi. Ovqat hazm bo'lish jarayonida iste'mol qilingan oqsillar fermentlar ta'sirida aminokislotalargacha parchalanadi. Hosil bo'lgan aminokislotalar organizm uchun zarur bo'lgan oqsillar biosinteziga yoki energiya manbasi sifatida yanada parchalanishga sarflanadi.

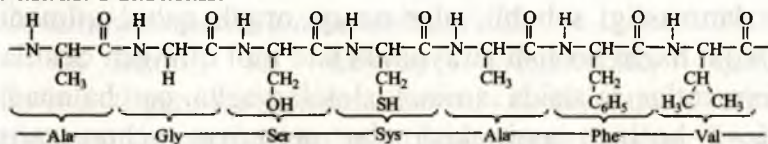
### Tarkibi va tuzilishi

Birinchi oqsil – *insulin* molekulasiidagi aminokislotalar ketma-ketligi tartibini 1958-yilda F.Sengeru aniqlab kimyo sohasida Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan. Shu yilda gemoglobin va 1962-yilda mioglobin uch o'lchamli strukturalari rentgen nurlarining difraksiyasi metodi yordamida aniqlandi. Hozirda 40 mingdan ortiq turli xil oqsillarning molekulyar tuzilishi aniqlangan. Ularning molekulyar massalari 6000 dan bir necha milliongacha boradi. Turli oqsillarning element tahlili natijalari bo'yicha ularda C 50-55 %, O 21,5-23,5 %, N 7 % atrofida, H 15-17 %, S → 0,3-2,5 % va oz miqdorda P, galogenlar, metallar bo'ladi. Masalan, qon oqsili – gemoglobinning empirik formulasi  $(C_{738}H_{1166}O_{208}S_2Fe)_4$ .

Oqsillarning tarkibi va kimyoviy tuzilishi haqidagi asosiy ma'lumotlar ularni gidroliz qilib aniqlangan. Har qanday oqsil gidrolizida  $\alpha$ -aminokislotalar hosil bo'ladi. Oqsillar tarkibida asosan 23 ta aminokislota uchraydi (21.3-jadval).



✚ Aminokislotalarning ma'lum tartibda joylashgan polipeptid zanjiri *oqsilning birlamchi strukturasi* deb ataladi. Masalan:



✚ Polipeptid zanjiridagi peptid guruhlari hosil qilgan vodorod bog'lari tufayli kelib chiqqan spiral-simon fazoviy struktura *oqsilning ikkilamchi strukturasi* deb ataladi.

Oqsillar ikkilamchi strukturasi eng ko'p tarqalgani  $\alpha$ -spiral bo'lib, u uzun molekula o'qi atrofidagi zich chulg'amlardan tashkil topgan. Bitta chulg'am 3-4 aminokislota qoldiqlaridan iborat bo'lib, chulg'amlar orasidagi masofa 0,54 nanometrga teng. Spiralning barqarorlashuvida bir-biridan 4 bo'gin oraliqda turgan peptid guruhlari H va O lar o'rtasida hosil bo'lgan vodorod bog'lanishlar asosiy vazifani bajaradi (21.1-rasm. A). Spiral faqat  $\alpha$ -aminokislotalarning L-stereoizomerlaridan tuziladi. Muntazam spiral shaklini glutamin kislota, lizin va argininlarning elektrostatik o'zaro ta'sirlashuvi buzadi. Natijada oqsilning uchlamchi strukturasi kelib chiqadi.

✚ Polipeptid zanjiri radikallari funksional guruhlarning o'zaro ta'sirlashuvidan (karboksil va aminoguruhdan tuz ko'prigi, karboksil va gidroksiguruhdan murakkab efir ko'prigi, oltingugurtdan disulfid ko'prigi, vodorod bog'lanish hosil bo'lishi) ikkilamchi strukturaning yig'ilishi natijasida vujudga keladigan uch o'lchamli fazoviy struktura *oqsilning uchlamchi strukturasi* deb ataladi (21.1-rasm. B).

✚ Bir necha uchlamchi strukturali polipeptid zanjirlarining fazoda bir-biriga nisbatan muayyan vaziyatda joylashgan maxsus biokimyoviy jarayonlarni amalga oshira oladigan strukturasi oqsilning *to'rtlamchi strukturasi* deb ataladi (21.1-rasm. D).

To'rtlamchi strukturaning barqarorlashuvida ham uchlamchi strukturani hosil qilishda ishtirok etgan tuz ko'prik, efir ko'prik, disulfid ko'prik kabi bog'lanishlar qatnashadi.

### Sinflanishi

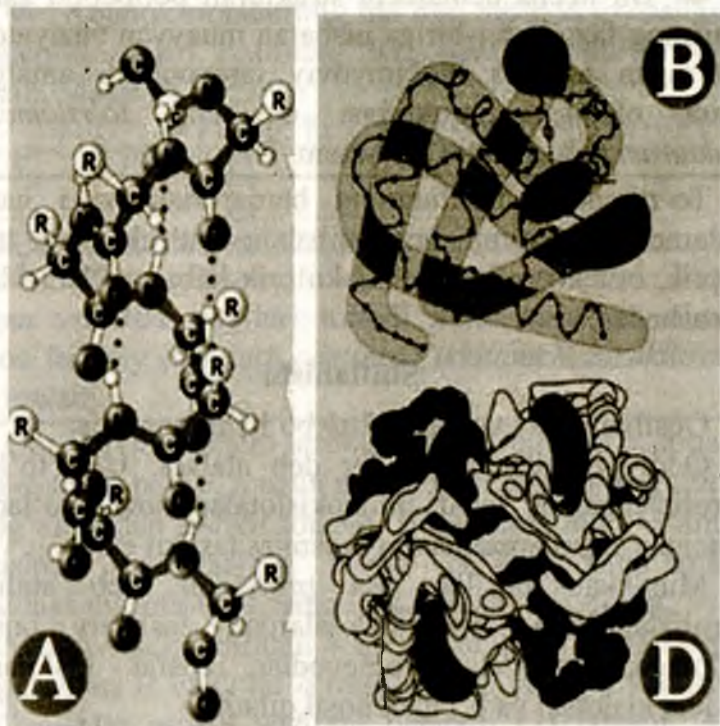
Oqsillar *oddiy va murakkab* bo'lishi mumkin.

Oddiy oqsillar *proteinlar* deb ataladi. Ular to'liq gidrolizlanganda faqat aminokislotalar hosil bo'ladi. Proteinlar oqsillarning asosiy qismini tashkil etadi.

Murakkab oqsillar esa *proteidlar* deb atalib, gidrolizlanganda aminokislotalardan tashqari oqsil bo'lmagan moddalar (uglevodlar, fosfat kislotasi, nuklein kislotasi va b.) ham hosil qiladi.

### Oqsillarning umumiy xossalari

Oqsillarning biologik faolligi ular molekulasining fazoviy va kimyoviy tuzilishiga bog'liq. Oqsillar turli fizik xossalarga ega: ba'zilar suvda kolloid eritma hosil qilib eriydi (tuxum oqsili), ba'zilar tuzlarning suyultirilgan eritmalarida eriydi, uchinchilari umuman erimaydi (qoplama to'qimalarining oqsillari). Ba'zi oqsillar kristall holda ajratib olinishi mumkin (qon gemoglobini, tovuq tuxumi oqsili).



21.1-rasm. Oqsilning ikkilamchi (A), uchlamchi (B) va to'rtlamchi (D) strukturalari.

Oqsillar amfoter polielektrolitlardir, chunki biopolimer molekulasining yon zanjirlarida kislota tabiatli karboksil guruhlari (glutamin va asparagin kislotalar qoldiqlarida) va asos tabiatli azot tutuvchi guruhlari (lizin, arginin qoldiqlarida) mavjud. Bu guruhlar miqdorlari nisbatiga ko'ra oqsillarning izoelektrik nuqtasi  $pI$  (qarang 21.3-§) keng diapozonda qiymat qabul qiladi.  $pI$  qiymati 7 dan kichik bo'lgan oqsillar kislotali, 7 dan katta bo'lgan oqsillar esa asosli oqsillar deyiladi. Ko'pchilik



umurtqalilar to'qimalari oqsillarining izoelektrik nuqtasi qiymati 5,5 dan 7 gacha. Ammo ba'zi ekstremal sharoitlarda faoliyat ko'rsatuvchi oqsillarning  $pI$  qiymati bu ko'rsatkichlardan ancha farq qiladi. Masalan, kuchli kislotali oshqozon shirasi proteolitik fermenti – *pepsin*-ning izoelektrik nuqtasi 1 ga teng bo'lsa, arginin miqdori juda ko'p bo'lgan losos suti oqsili – protamin uchun  $pI=12$ .

### Kimyoviy xossalari

*Gidroliz.* Fermentlar ta'sirida yoki kislota va ishqor eritmalari bilan qizdirilganda oqsillar gidrolizlanadi. Gidrolizning oxirgi mahsuloti aminokislotalardir.

*Amfoter xossalari.* Oqsillar molekulasida (aminokislotali bo'g'in radikalida)  $-COOH$  va  $NH_2$ -guruhlar bo'lishi amfoterlik xossasini beradi. Ular kislota va ishqorlar bilan tuzlar hosil qilib ta'sirlashadi.

*Oqsillar denaturatsiyasi* bu oqsillar (ikkilamchi, to'rtlamchi va uchlamchi) strukturalarining qizdirish, radiatsiya, kuchli kislota, ishqorlar, og'ir metallar tuzlari, kuchli mexanik ta'sirida buzilishidir. Oqsil denaturatsiyasida fazoviy tuzilish buzilishi (vodorod, tuz, efir, polisulfid bog'larining buzilishi) natijasida oqsillarning biologik faolligi ham yo'qoladi.

*Oqsillarning sifatiy reaksiyalari.*

Oqsillar kuchli qizdirilganda *kuygan pat hidini* beruvchi uchuvchan moddalar hosil bo'ladi. Bu hodisadan oqsillarni aniqlashda foydalaniladi.

*Biuret reaksiyasi* – oqsilga ishqor va bir necha tomchi mis kuporosi eritmasidan ta'sir ettirilganda binafsha rang hosil bo'ladi. Bunda polipeptid guruhlar mis(II) ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi.

*Ksantoprotein reaksiyasi* – benzol halqasi tutgan oqsillarga konsentrlangan nitrat kislotasi ta'sir ettirilganda sariq rang hosil bo'ladi, ishqor qo'shilsa sariq rang zarg'aldoq rangga o'tadi.

Oqsilga qo'rg'oshin tuzi eritmasi va ishqor qo'shib qizdirilsa qo'rg'oshin sulfidi *qora cho'kmasi* hosil bo'ladi. Bu reaksiya oqsillarda oltingugurt borligidan dalolat beradi.

### **Oqsillarning ahamiyati**

Hujayrada amalga oshadigan nozik va murakkab jarayonlar mohiyatini o'rganish hozirgi kunning eng dolzarb muammolaridandir. Bu muammoni yechish bilan ilgari faqat tirik organizmlarda ro'y berib kelgan jarayonlarni amalga oshirish imkonini bera oluvchi yangi biotexnologik jarayonlar yaratilishi mumkin.

Oqsil moddalarni o'rganish tiriklik va hayotiy faoliyatni anglash, uni ongli ravishda boshqarish imkoniyatini beradi.

Oqsillar sanoatda tabiiy tolalar (ipak, jun), teri-  
charm, jelatina, kazein plastmassalar olishda ishlatiladi.

Tibbiyot uchun oqsil preparatlari: gormonlar, zardoblar, qon o'rnini bosuvchilar ishlab chiqarish muhim ahamiyatga ega.

## 21.5. Geterosiklik birikmalar.

### Purin va pirimidin asoslari

Uglerod bilan birgalikda boshqa element atomlari tashkil qilgan halqalar tutgan organik birikmalar *geterosiklik birikmalar* deyiladi.

Geterosiklik birikmalarning eng muhimlari va ko'proq o'rganilganlari aromatik geterosiklik birikmalardir:



$C_4H_4O$   
Furan



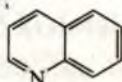
$C_4H_4S$   
Tiofen



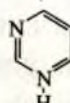
$C_4H_5N$   
Pirrol



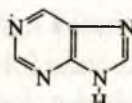
$C_5H_5N$   
Piridin



$C_9H_7N$   
Xinolin



$C_4H_5N_2$   
Pirimidin



$C_5H_4N_4$   
Purin

*Furan* – besh a'zoli geterosiklik birikma bo'lib,  $-85,6^\circ C$  da suyuqlanadigan,  $31^\circ C$  da qaynaydigan xloroform hidini beruvchi, zichligi  $0,937 \text{ g/cm}^3$  bo'lgan rangsiz suyuqlik.  $25^\circ C$  da 100 g suvda 1 g eriydi. Atseton, xloroform, benzol kabi organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

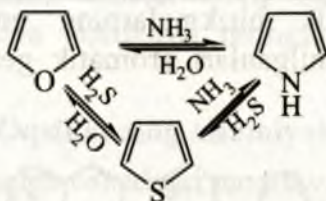
*Tiofen* – benzol hidini eslatuvchi hidga ega,  $-38,2^\circ C$  da suyuqlanadigan,  $84,2^\circ C$  da qaynaydigan, zichligi  $1,0649 \text{ g/cm}^3$  bo'lgan rangsiz suyuqlik. Suvda erimaydi, uglevodorodlarda va boshqa organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

*Pirrol* –  $130^\circ C$  da qaynaydigan,  $-23,4^\circ C$  da suyuqlanadigan xloroform hidiga o'xshash hidli havoda tursa asta-sekin qorayadigan, zichligi  $0,9698 \text{ g/sm}^3$  ga teng rangsiz suyuqlik.  $25^\circ C$  da suvda eruvchanligi 6 g,



spirtida, efirda va boshqa organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

Furan, tiofen va pirrol molekulari  $450^{\circ}\text{C}$  da  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ishtirokida tegishli reagentlar ta'sirida bir-biriga aylanadi:



Pirrol asos xossasini deyarli namoyon etmaydi. Azotga bog'langan vodorod atomini K, Na kabi faol metallarga almashtirish mumkinligi uchun pirrol kuchsiz kislotaga xossasiga ega deb hisoblanadi. Aromatik xossani namoyon etadi. Pirrolning hosilalari gemoglobin va xlorofil tarkibiga kiradi.

*Piridin* – rangsiz suyuqlik bo'lib, qo'lansa hidli,  $-42,7^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadigan,  $115,4^{\circ}\text{C}$  da qaynaydigan, zichligi  $0,9819\text{ g/cm}^3$  bo'lgan suvda va organik erituvchilarda oson eriydigan modda. Aminlar kabi asosli xossaga ( $K_{\text{asos}}=1,58 \cdot 10^{-9}$ ) va benzol kabi aromatik xossaga ega. Piridin PP, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> kabi vitaminlar va ko'pgina biologik faol moddalar tarkibiga kiradi.

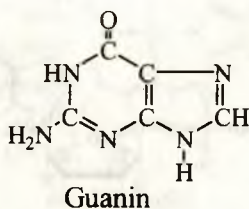
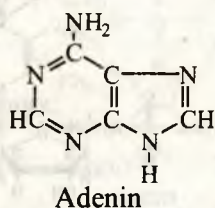
*Pirimidin* – olti a'zoli ikki geteroatomli geterosiklik birikma bo'lib, rangsiz kristall moddadir.  $22,5^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadi,  $124^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi. Zichligi  $1,4998\text{ g/cm}^3$  ga teng. Suvda yaxshi eriydi. Kuchsiz asos ( $K_{\text{asos}}=2 \cdot 10^{-14}$ ) xossasiga ega. Pirimidinning hosilalari

timin, sitozin va uratsil nuklein kislotalar tarkibiga kiradi.

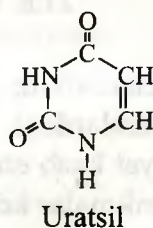
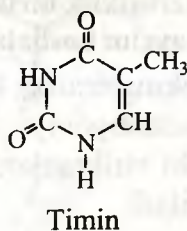
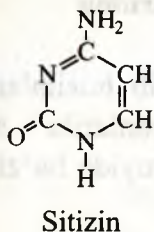
*Purin* – 216-217°C da suyuqlanadigan rangsiz kristall modda. Suvda, qizdirilganda, spirta, benzolda, toluolda yaxshi eriydi. Atsetonda, dietilefirda, xloroformda yomon eriydi. Purin kuchsiz asos bo‘lib, nuklein kislotalar tarkibiga kiradigan hosilalari adenin va guanindir.

Purin va pirimidin tarkibida azot tutuvchi geterosiklik birikmalar sinfiga mansub bo‘lib, muhim hayotiy funksiyani bajaruvchi nuklein kislotalari tarkibiga kiradi.

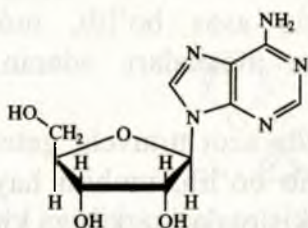
Purin bisiklik birikma bo‘lib, uning molekulasida ikki struktur geterosikllar – pirimidin va pirrol tutashgandek tasavvur qilish mumkin. Uning eng muhim hosilalari – *guanin* va *adenin*:



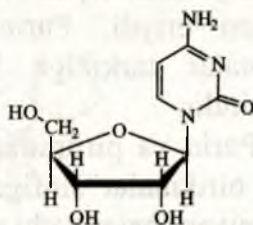
Pirimidin molekulasida geteroatom sifatida ikkita azot atomi bor bo‘lib, uning hosilalariga sitozin, timin va uratsil kiradi:



Purin va pirimidin asoslari tegishli saxarid – riboza yoki dezoksiriboza bilan birikib, *nukleozid*, *ribonukleozid* yoki *dezoksiribonukleozid* hosil qiladi. Nukleozidlar nomi tegishli asos nomidan kelib chiqib aytiladi:

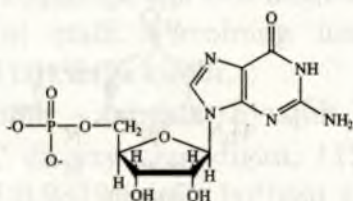


Adenozin

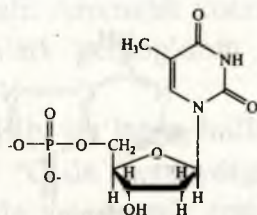


Sitidin

Nukleozidlarning fosfat kislotasi qoldig‘i bilan birikmalari, ya‘ni nukleozidlarning fosfat efilari *nukleotidlar* deb ataladi:



Ribonukleotid



Dezoksiribonukleotid

Ribonukleotidlar va dezoksiribonukleotidlar nuklein kislotalar (RNK va DNK) tarkibiga kiradi.

## 21.6. Geterosiklik birikmalarning ayrim hosilalari

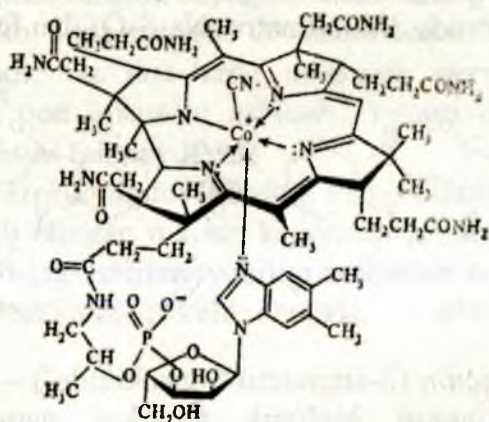
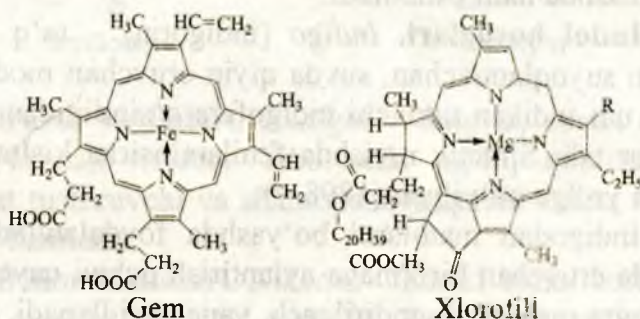
Geterosiklik birikmalarning ko‘plab hosilalari tirik organizmlardagi biokimyoviy jarayonlarda muhim ahamiyat kasb etuvchi birikmalardir. Quyida ba‘zi shunday birikmalar keltiriladi.



**Pirrol hosilalari.** Porfin – to‘q qizir rangli kristall modda. Uning molekulasi makrosiklik tutash sistema bo‘lib, azot atomlari orasida ikkita vodorod atomi joylashgan. Vodorod atomlarining metall atomiga almashinishidan porfirinlar hosil bo‘ladi.

Ular tabiiy birikmalarning asosiy vakillaridir. Qizil qon tanachasi gemoglobin markazida *gem* moddasi joylashgan. Gem Fe(II) tutuvchi porfirin bo‘lib, uning oksidlangan shakli – gemin tarkibida Fe(III) tutadi. Gemin tuzilishini 1927-yilda G.Fisher aniqlagan.

O‘simlikning yashil pigmenti *xlorofill* tarkibida qisman gidrogenlangan porfirin molekulasi markazida magniy tutadi. O‘simliklardan *a xlorofill* (ko‘kish-qora



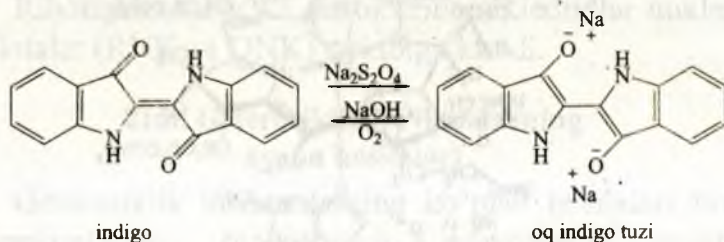
Sianokobalamin (vitamin B<sub>12</sub>)

kristall) va *b* xlorofill (to‘q yashil kristall) ajratib olingan. Xlorofill *a* porfirin halqasida R o‘rtaida  $\text{CH}_3-$ , xlorofill *b* esa  $-\text{CHO}$  guruh tutgan birikmasidir. Xlorofill optik faol modda bo‘lib, fotosintez jarayonida yorug‘lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishda ishtirok etadi. Uning tuzilishini R.Vilshtetter, M.Shtoll va G.Fisherlar aniqlaganlar.

**Vitamin B<sub>12</sub>** (sianokobalamin) – to‘q qizil rangli kristall modda, suvda yaxshi eriydi. Mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqariladi. Sanoatda vitamin B<sub>12</sub> bakterial biosintez yo‘li bilan olinadi. Sianokobalamin anemiyaga qarshi vosita bo‘lib, nerv sistemasi va jigarni davolashda ham ishlatiladi.

**Indol hosilalari.** *Indigo* (indigotin) – to‘q moviy qiyin suyuqlanuvchan, suvda qiyin eruvchan modda. Ilgari uni indikan tutuvchi indigofera o‘simligidan ajratib olinar edi. Sintetik ravishda fenilaminsirka kislotasidan olish yo‘lga qo‘yilgan (1898-y).

Indigodan matolarni bo‘yashda foydalaniladi. Uni suvda eruvchan birikmaga aylantirish uchun qaytariladi. So‘ngra matoga shumdirilgach, yana oksidlanadi. Qaytaruvchi sifatida ditionit natriy  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  dan foydalaniladi:

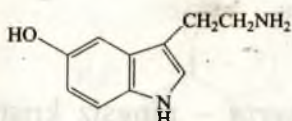


**Serotonin** (3-aminoetil-5-girokiindol) – biogen amin bo‘lib, yuqori biologik faollikni namoyon etadi.

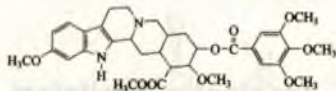
Markaziy nerv tizimida nerv impulslarini uzatishda ishtirok etadi.

**Indol alkaloidlari.** O'simliklarda ajratib olinadigan, asosiy xossalarini namoyon etadigan, tarkibida geterosiklik halqa tutuvchi fiziologik faol moddalarni *alkaloidlar* deb ataladi.

*Rezerpin* – rangsiz kristall modda. Kuchli asos bo'lib kislotalar bilan suvda eruvchan tuzlar hosil qiladi. Rezerpin tibbiyotda qon bosimini tushiruvchi va tinchlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.



Serotonin



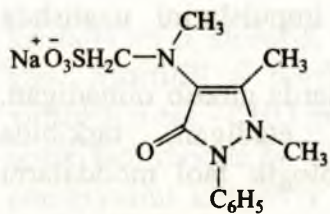
Rezerpin

**Pirazol hosilalari.** *Analgin* – rangsiz, suvda eruvchan kristall modda. Tibbiyotda og'riq qoldiruvchi, harorat tushiruvchi va shamollashga qarshi vosita sifatida qo'llaniladi.

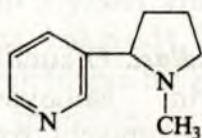
**Piridin hosilalari.** *Nikotin* – tamaki hidini beruvchi suvda eruvchan rangsiz suyuqlik. Tamakining asosiy alkaloidi bo'lib, juda zaharli. O'ldirish dozasi 40 mg ni tashkil qiladi. Oz dozalarda markaziy nerv tizimini qo'zg'atadi, qon bosimini oshiradi. Yuqori dozasi esa nerv sistemasini falajlaydi.

*Nikotin kislota amidi* (vitamin PP) – nikotin alkaloidini oksidlab olingan nikotin kislotadan sintez qilingan. Vitamin PP ning yetishmovchiligi natijasida pelagra deb nomlangan teri kasalligi kelib chiqadi.

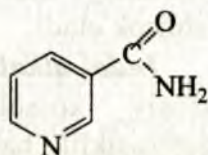




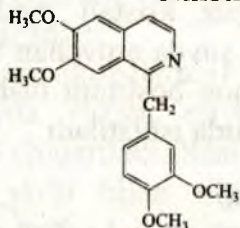
Analgin



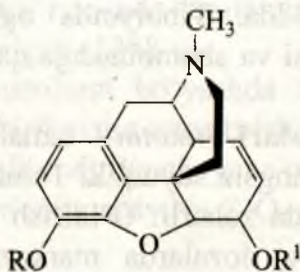
Nikotin



Nikotinamid



**Izoxinolin hosilalari.** *Papaverin* – rangsiz kristall modda. Xloridi suvda kam eruvchan birikma. Tibbiyotda spazmolitik va qon tomirlarini kengaytiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.

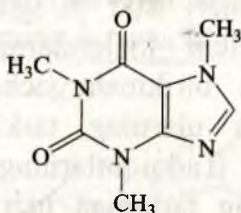


*Morfin* – ( $R = R^1 = H$ ) – rangsiz kristall modda. Kislota va ishqorlarda eriydi. Morfin – kuchli og‘riq qoldiruvchi, narkotik modda. Eyrofiyani chaqiradi. Doimiy qabul qilish xumorni, morfinga nisbatan og‘riqli tobelikni hosil qiladi (narkomanizm, morfinizm). Markaziy nerv tizimini kuchsizlaydi va falajlaydi.

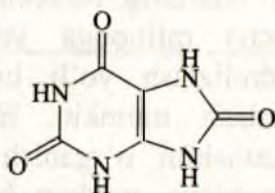
*Geroin* – ( $R = R^1 = COCH_3$ ) kuchli narkotik.

**Purin hosilalari.** *Kofein* – rangsiz kristall modda, suvda eriydi. Kofein kofe daraxti urug‘larida va choy barglarida uchraydigan hamda ulardan ajratib olinadigan alkaloid. Tibbiyotda markaziy nerv tizimining qo‘zg‘atuvchisi sifatida keng qo‘llaniladi.

*Siydik kislotalari* – rangsiz, suvda kam eruvchan modda. Tirik organizmlar modda almashinuvining mahsuloti. Siydik kislotalari tautomer birikma bo‘lib, triokso shakli nisbatan barqaror. Ikki asosli NH – kislota sifatida ikki xil tuz (uratlar) hosil qiladi.



Kofein



Siydik kislotalari

### 21.7. Nuklein kislotalar

Tirik mavjudotlar hayotida nuklein kislotalar juda katta ahamiyatga ega. Ular barcha o‘simlik va hayvon hujayralarida alohida yoki oqsillar bilan *nukleoproteid komplekslariga* birikkan holda mavjud. Nuklein kislotalarining eng muhim biologik funksiyasi organizmning o‘shishi va rivojlanishi mexanizmi, irsiy belgilarni saqlash va ro‘yobga chiqarish asosida yotadigan oqsil biosintezi jarayonlarida ishtirok etishi bilan belgilanadi. Nuklein kislotalarni dastlab 1868-yilda shveysariyalik shifokor F.Misher yiring hujayralari yadrosidan ajratib olgan (lotincha «nukleus» – yadro). Shundan so‘ng olimlar bu moddallarni o‘rgana boshladilar. 1940-yillardan boshlab Kembrijda A.Todd rahbarligidagi olimlar guruhi

nuklein kislotalarning xossalari, tuzilishi va sintezi bo-rasida keng miqyosda ilmiy izlanishlar olib borib, ular-ning fazofiy tuzilishini aniqladilar. 1957-yilda A.Todd shu sohadagi ishlari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi.

↓ Nukleotidlarning aniq izchillikda bir-biri bilan birikib hosil qilgan yuqori molekulyar birikmalari *nuklein kislotalar* deb ataladi.

Ularning molekulyar massalari 200 mingdan bir necha millionga yetadi. Nuklein kislotalarni to'la gidrolizlash yo'li bilan sodda birikmalargacha parchalash mumkin. Shu usulda ularning tarkibi va tuzulishini o'rganish mumkin. Tadqiqotlarning ko'r-satishicha, nuklein kislotalarning tarkibiga uch guruh moddalar kiradi:

- azotli asoslar (pirimidin va purin hosilalari);
- uglevodlar (pentozalarning vakillari – riboza yoki dezoksiriboza);
- fosfat kislota qoldig'i.

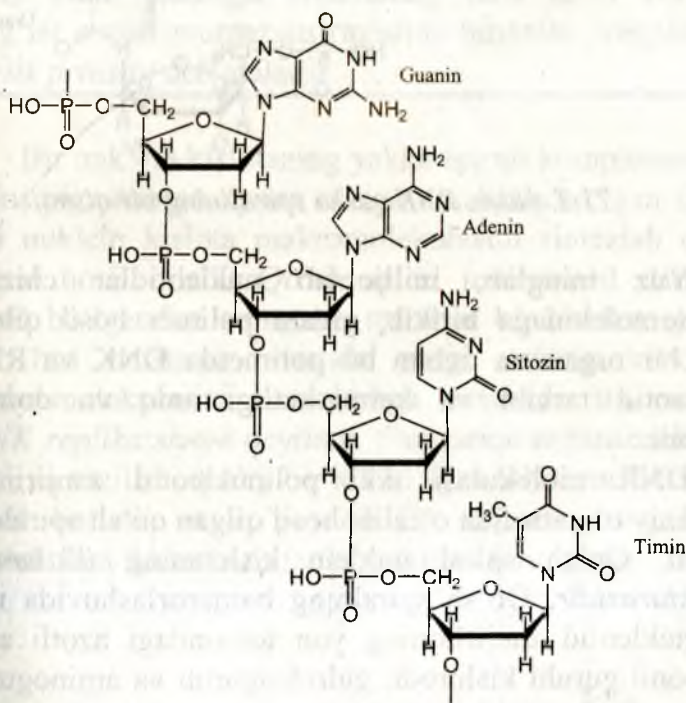
↓ Uglevodi riboza bo'lgan nuklein kislotalar – *ri-bonuklein kislotalar* (RNK), dezoksiriboza bo'lganlari esa – *dezoksiribonuklein kislotalar* (DNK) deb ataladi.

Beshta azotli geterosiklik asosdan DNK va RNK tarkibiga to'rttasi kiradi, ulardan uchtasi bir xil: purin asoslaridan – adenin va guanin hamda pirimidin aso-slaridan – sitozin. To'rtinchi asos ularda har xil: RNKda *uratsil*, DNKda *timin* bo'ladi.

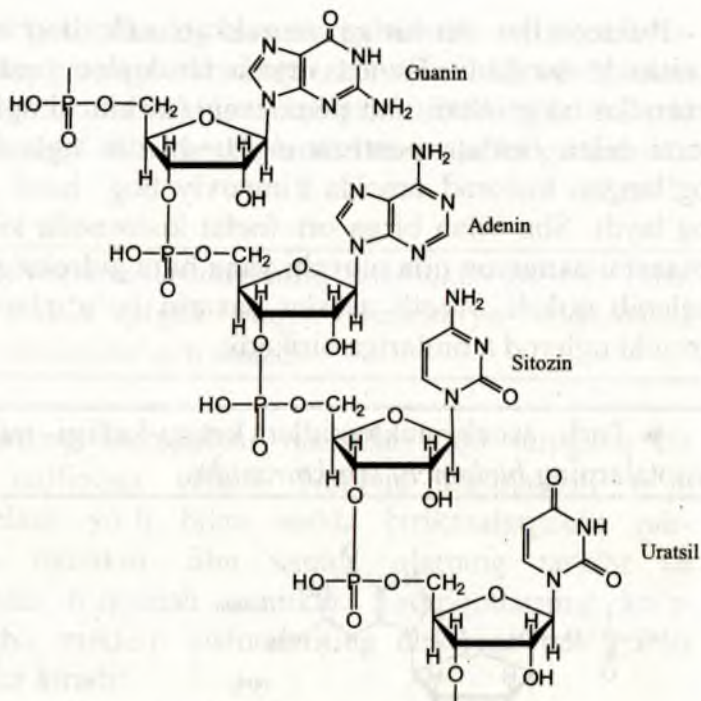


Nukleotidlar bir-biriga murakkab efir bog‘lanish vositasida birikadi. Bunda ortofosfat kislotasi qoldig‘i saxaridlar bo‘g‘inlarini bir pentozaning uchinchi uglerod atomi bilan boshqa pentozaning beshinchi uglerodiga bog‘langan kislorod orasida kimyoviy bog‘ hosil qilib bog‘laydi. Shu bilan birga ortofosfat kislotasida kislotasi xossasini namoyon qila oluvchi yana bitta gidroksiguruh saqlanib qoladi. Azotli asoslar saxarid bo‘g‘inlarining birinchi uglerod atomlariga birikadi.

↓ Turli asosli nukleotidlar ketma-ketligi nuklein kislotalarning *birlamchi strukturasi*dir.



21.2.-rasm. DNK yakka spiralingining bir qismi.

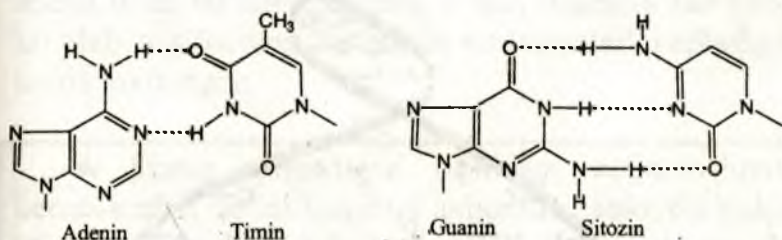


21.3.-rasm. RNK yakka spiraling bir qismi.

Yuz minglab, millionlab nukleotidlar chiziqli makromolekulaga birikib, gigant polimer hosil qiladi. Har bir organizm uchun bu polimerda DNK va RNK nukleotid tarkibi va ketma-ketligi aniq va doimiy bo'ladi.

DNK molekulasi ikki polinukleotid zanjirining umumiy o'q atrofida o'ralib, hosil qilgan qo'sh spiraldan iborat. Qo'sh spiral nuklein kislotaning *ikkilamchi strukturasi*dir. Qo'sh spiraling barqarorlashuvida ikki polinukleotid zanjirlarning yon tomondagi azotli asos karbonil guruhi kislorodi, gidroksiguruh va aminoguruh vodorodi ishtirokida hosil bo'lgan vodorod bog'lanishlar

asosiy rol o'ynaydi. Bunda aynan adenin bilan timin hamda guanin bilan sitozinlar orasida vodород bog'lanishlar hosil bo'ladi:



↓ Nuklein kislota qo'sh spiralida adeninga timin-ning yoki guaninga sitozinning mos kelib vodород bog'lar orqali muntazam ravishda birikishi *komplementarlik prinsipi* deb ataladi.

Bir nuklein kislolaning yakka spirali komplemetarlik prinsipiga asosan aynan o'ziga o'xshash bo'lgan ikkinchi nuklein kislota makromolekulasini sintezlab qo'sh spiral hosil qiladi. Qo'sh spiral mukammal darajada hosil bo'lgandan so'ng bu spirallar bir-biridan ajralib, har biri mustaqil ravishda yangi nuklein kislotalar makromolekulasini sintezlashga kirishadi. Bu jarayon *DNK replikatsiyasi* deyiladi. Shu tariqa organizmda tarkibi va tuzilishi qat'iy bir xil bo'lgan DNK molekulari hosil bo'ladi va ko'payadi. Bir organizmning DNK molekulasini ikkinchi organizmnikidan farq qiladi.





21.4.-rasm. DNK molekulasi komplementar  
qo'sh spiralining replikasiyasi.

DNK dagi nukleotidlar ketma-ketligi tartibi sintezlanayotgan oqsildagi aminokislotalar ketma-ketligi tartibini ham belgilaydi. Bunda yangi oqsil har bir aminokislotasiga DNK dagi uchta nukleotid birlashmasi to'g'ri keladi. Masalan, *sitozin-guanin-adenin* tripleti alanin aminokislotasini kodlasa, *adenin-sitozin-guanin* tripleti sistin aminokislotasini kodlaydi. Tripletlarning

DNK molekulasida joylashishi tartibi bilan ularga tegishli aminokislotalarning oqsildagi joylashish tartibi belgilanadi. DNK molekulalari oqsil molekulalaridan ancha uzun bo'ladi. Shuning uchun ularning har birida ko'plab oqsillarning birlamchi strukturalari kodlashgan holda joylashgan.

✚ Sintez qilinadigan oqsildagi aminokislotalar ketma-ketligi tartibi haqidagi axborotni saqlovchi nukleotid ketma-ketligi joylashgan DNK bo'lagi – *gen* deb ataladi.

Lekin DNK molekulalari hujayra yadrosida bo'ladi, oqsil sintezi esa sitoplazmada ribosomalarda amalga oshadi (biologiya darsliklariga qarang). DNK dagi axborotni ribosomalarga axborot RNK lari tashiydi. Axborot RNK lari DNK zanjirlaridan birining gen bo'lagida tegishli nukleotidlardan sintezlanadi (komplimentarlik prinsipi asosida). Shunday qilib, RNK molekulasini o'ziga xos gen nusxasi bo'lib qoladi. Shundan keyin u ribosomalarga boradi va oqsil sintezi haqidagi qimmatbaho axborotni ularga beradi.

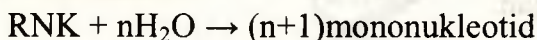
### **Mavzuga doir test savollari va ularning yechimlari**

**1-misol.** 10,000 g RNK ( $M=43550$ ) molekulasini gidroliz qilinganda, 10,496 g mononukleotidlar olingan bo'lsa, shu RNK tarkibida nechta mononukleotidlar bo'lgan?

A) 152; B) 112; C) 121; D) 126.

**Yechish:**

Ma'lumki, nuklein kislotalar suv ta'sirida kislotali muhitda gidrolizga uchrab tarkibida fosfat kislota, uglevod va azotli asos qoldig'i tutgan mononukleotidlar hosil bo'ladi. Jarayonni qisqacha qilib quyidagicha ifodalash mumkin:



Bu yerda reaksiyaga kirishgan suvning massasi mononukleotidlar va RNK massalari orasidagi farqdan kelib chiqadi:

10,000 g RNK ning gidrolizi uchun 10,496–10,000=0,496 g H<sub>2</sub>O sarflansa,

43550 g RNK ning gidrolizi uchun  $x$  g H<sub>2</sub>O sarflanadi.

$$x=2160 \text{ g.}$$

$$\text{Suvning mol miqdori } \frac{2160}{18} = 120 \text{ molga teng,}$$

ya'ni bir molekula RNK ning to'liq gidrolizga uchrashi uchun 120 ta suv molekulasini sarf bo'lar ekan. Demak, RNKdagi mononukleotidlarning soni  $n+1=120+1=121$  ta **(C javob to'g'ri)**.

**2-misol.** Molekulasining massasi  $3,32 \cdot 10^{-20}$  gramm bo'lgan oqsilning nisbiy molekulyar massasini ko'rsating.

- A) 18000;            B) 20000;  
C) 200000;        D) 180000.

**Yechish:**

1 ta molekula oqsilning massasi  $3,32 \cdot 10^{-20}$  g bo'lsa,  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona oqsil molekulasining massasi  $x$  g/mol bo'ladi.

$$x=20000 \text{ g/mol (B javob to'g'ri).}$$



## 22-BOB. ELEMENTORGANIK BIRIKMALAR

Organik kimyoda elementorganik birikmalar alohida o'rin tutadi. Bunday birikmalarda uglerod atomi vodorod, galogen, kislorod, azot atomlaridan boshqa element atomlari bilan kimyoviy bog'lanish hosil qiladi.

Odatda elementorganik birikmalarni quyidagi sinflarga bo'lish mumkin:

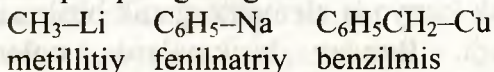
1. Metallorganik birikmalar (C–Me):
  - a) I guruh metallari organik birikmalari;
  - b) II guruh metallari organik birikmalari;
  - d) III guruh metallari organik birikmalari;
  - e) Oraliq metallar organik birikmalari;
2. Bororganik birikmalar (C–B);
3. Kremniyorganik birikmalar (C–Si);
4. Fosfororganik va mishyakorganik birikmalar (C–P, C–As);
5. Selenorganik va tellurorganik birikmalar (C–Se, C–Te).

### 22.1. Metallorganik birikmalar

Metallorganik birikmalar elementorganik birikmalarining katta qismini tashkil qiladi. Ularni D.I. Mendeleevning davriy sistemasida metallarning joylashishi bo'ylab birinchi, ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi guruh va oraliq metallar birikmalari tartibida o'rganish mumkin. Metallorganik birikmalarining nomlari metall nomi va uglevodorod qoldig'i nomidan iborat bo'ladi.

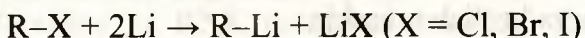
## I guruh metallarining organik birikmalari

Birinchi guruh metallaridan natriy, litiy va mis birikmalari ko'proq o'rganilgan:

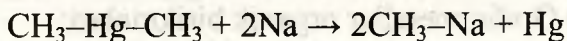


### Litiy va natriyning organik birikmalari.

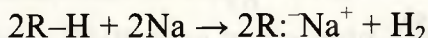
Litiyorganik birikmalar litiy metalni galogenuglevodorodlar bilan ta'sirlashishidan hosil bo'ladi:



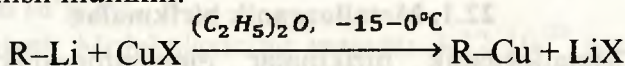
Natriyorganik birikmalar galogenuglevodorodlarni natriy bilan reaksiyasida olinishi mumkin (Vyurs sintezi). Toza holda natriyorganik birikmalar natriyni simoborganik birikmalar bilan ta'sirlashishidan olinadi:



Natriy organik birikmalar natriyni ayrim CH-kislotalar (atsetilen, trifenilmetan, siklopentadiyen) bilan reaksiyalarida ham hosil bo'ladi:



Misorganik birikmalar olish uchun boshqa aktiv metallar birikmalari, masalan, litiyorganik birikmalardan foydalanish mumkin:



Misni faqat bir valentli organik birikmalari ma'lum.

**Fizik xossalari.** Toza holda litiyorganik birikmalar qaynash harorati yuqori bo'lgan rangsiz suyuqlik yoki kristall moddalar ko'rinishida bo'ladi. Organik erituvchilarda eriydi.

Toza holda va konsentrlangan eritmalarda litiyorganik birikmalar oligomerlar – dimerlar, trimerlar, geksamerlar ( $\delta^{\ominus}\text{R-Li}^{\delta^{\oplus}}$ )<sub>n</sub> holida bo'ladi.

Natriyorganik birikmalar kristall moddalar bo'lib, alkanlar qatorida rangsiz, tutash sistemalarda rangli bo'ladi. Birikma rangi tutash karbokation tabiatiga bog'liq bo'ladi. Bu birikmalar juda qutbli bo'lib, odatda ular ionli hisoblanadi.

Misorganik birikmalar kuchli assotsilangan, rangsiz yoki sariq rangli kam eruvchan kukunlar holida bo'ladi.

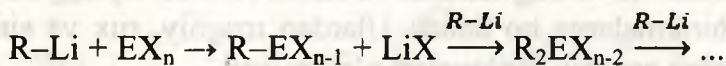
**Kimyoviy xossalari.** Litiy organik birikmalar odatda toza holda olinmaydi va ishlatilmaydi, chunki ular havo kislorodi, CO<sub>2</sub>, suv bilan shiddatli ta'sirlashadi, o'z-o'zidan alangalanishi mumkin. Shuning uchun ular eritmalarda olib ishlatiladi.

Litiy organik birikmalar suv, ammiak, aminlar va boshqa yetarlicha harakatchan vodorod atomi tutgan moddalar bilan ta'sirlashadi:

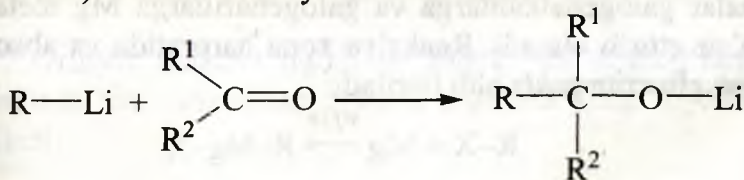


Bu reaksiyalarda uglevodorod va mos litiy tuzi hosil bo'ladi. Masalan, suv bilan LiOH, aminlar bilan litiy amidi LiNHR, atsetilen bilan litiy atsetilenid LiC≡CH hosil bo'ladi.

Turli elementlar galogenidlari, shu jumladan metallar galogenidlari bilan reaksiyalar natijasida turli elementorganik birikmalar hosil bo'ladi:



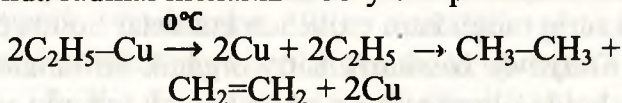
Qutbli qo'sh va uch bog'larga (aldegid va ketonlar, nitrillar) birikish reaksiyalari ham muhim o'rin tutadi:





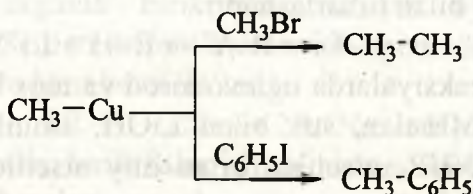
Natriyorganik birikmalar juda aktiv bo'lib, ular havo kislorodi va suv bug'i bilan ta'sirlashadi. Ochiq havoda o'z-o'zidan alanganishi mumkin. Odatda ular eritmada olinadi va eritmada ishlatiladi.

Mis organik birikmalar termik beqaror bo'lib, qizdirganda radikal mexanizm bo'yicha parchalanadi:



Fenilmis nisbatan barqaror bo'lib, 50–60 °C da parchalanadi.

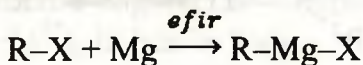
Misorganik birikmalar havo kislorodi, suv, spirt, kislotalar ta'siriga sezgir bo'ladi. Galogenuglevodorodlar va boshqa galogen tutgan birikmalar bilan oson ta'sirlashadi:



## 22.2. II guruh metallarining organik birikmalari

II guruh metallarining organik birikmalari ikki turga: bitta Me–C bog'lanishli va ikkita (C–Me–C) bog'lanishli birikmalarga bo'linadi. Ulardan magniy, rux va simobning organik birikmalari o'rganilgan.

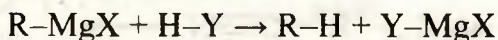
**Magniyorganik birikmalar.** Magniyorganik birikmalar galogenalkanlarga va galogenarillarga Mg metali ta'sir ettirib olinadi. Reaksiya xona haroratida va absolyut ehtiro eritmasida olib boriladi:



Bu reaksiyani birinchi bo'lib 1901–1903-yillarda fransuz olimi V.Grinyar o'tkazgan. Shuning uchun mazkur reaksiya Grinyar reaksiyasi, magniyorganik birikmalar esa *Grinyar reaktivlari* deb ataladi.

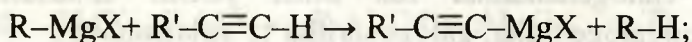
**Kimyoviy xossalari.** Magniyorganik birikmalar kimyoviy xossalari jihatidan litiyorganik birikmalarga o'xshash bo'lib, faolligi jihatdan ulardan keyingi o'rinda turadi hamda havo kislorodi bilan qiyin ta'sirlashadi. Bu esa magniyorganik birikmalarni oddiy sharoitda ishlatishtga imkon beradi.

Magniyorganik birikmalar harakatchan vodorod atomi bilan oson ta'sirlashadi:



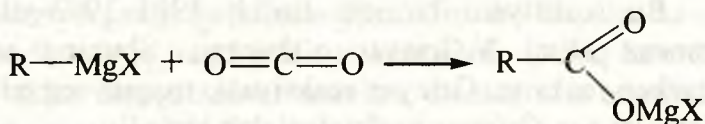
Agar Grinyar reaktivi sifatida  $CH_3MgI$  dan foydalanilsa, reaksiya natijasida metan ajralib chiqadi. Uning hajmini o'lchash orqali faol vodorod atomi tutgan birikmalarni miqdoriy analiz qilish mumkin (Chugayev-Serevitinov metodi).

Agar birikma sifatida atsetilenlar va siklopentadiyen olinsa, keyingi sintezlarda foydalanish mumkin bo'lgan yangi magniyorganik birikmalar hosil bo'ladi:

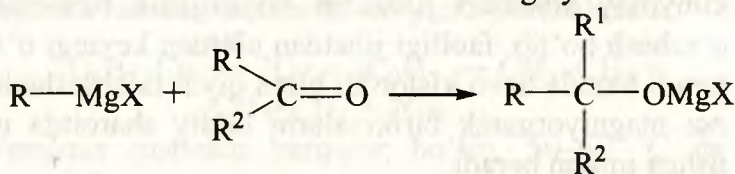


Magniy siklopentadiyenidgalogenid

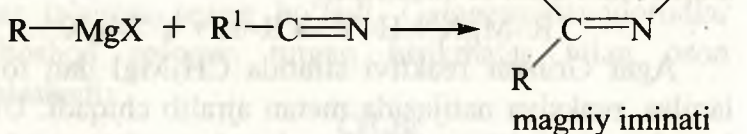
Grinyar reaktivi qutbli qo'shbog' va uchbog'larga birikadi. Bu xossasidan organik sintezda keng foydalaniladi:



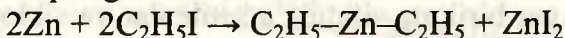
karbon kislotalarning  
magniyli tuzlari



magniy alkoksidi  
 $\begin{array}{c} \text{R}^1 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{MgX} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$



**Ruxorganik birikmalar.** Birinchi ruxorganik birikma 1849-yili E.Frankland tomonidan ruxga etilyodid ta'sir ettirib sintez qilingan:



Dietilrux organik kimyo tarixida birinchi sintez qilingan metallorganik birikmadir.

Galogenalkanlar rux bilan yaxshi ta'sirlashadi. Vinilgalogenidlar, galogenarillar ta'sirlashmaydi.

Ruxorganik birikmalar litiyorganik birikmalarga suvsiz  $\text{ZnCl}_2$  ta'sir ettirib olinadi:

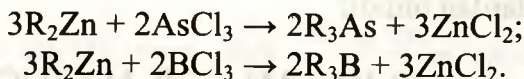


**Fizik xossalari.** Ruxorganik birikmalar rangsiz, qaynash harorati kichik bo'lgan suyuqliklar. Dietilruxning qaynash harorati  $116,8^\circ\text{C}$  ni tashkil etadi.

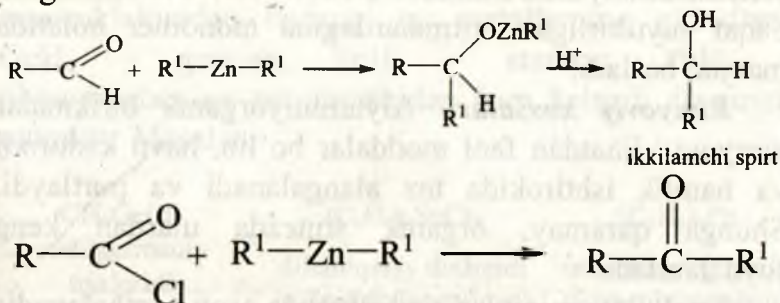
**Kimyoviy xossalari.** Ruxorganik birikmalar havo kislorodi ishtirokida alanganib ketadi. Toza ruxorganik birikmalarni tajribada ishlatish xavfli. Shunga qaramay,



ulardan boshqa elementorganik birikmalarni sintez qilish mumkin:



Ruxorganik birikmalar magniyorganik birikmalarga qaraganda kuchsizroq kimyoviy faollikni namoyon etadi. Shuning uchun ular  $CO_2$ , keton, murakkab efirlar bilan qiyin ta'sirlashadi. A.M. Butlerov, A.M. Zaysev va S.N. Reformatskiylar ruxorganik birikmalardan keng foydalanlar:



### 22.3. III guruh metallarining organik birikmalari

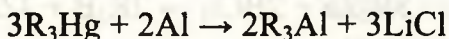
III guruh metallarining organik birikmalari asosan 3 turda:  $RMX_2$ ,  $R_2MX$  va  $R_3M$  ( $M - Al, Ga, In, Tl$ ;  $X -$  galogenlar,  $H, HSO_4$  va boshqalar) tarkibda bo'ladi. Bundan tashqari alyuminiyning  $[R_4Al]Li$  tarkibli kompleks birikmalari ham mavjud.

III guruh metallari orasida alyumoniyni organik birikmalari muhim ahamiyatga ega.

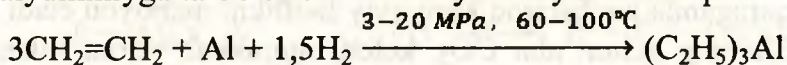
**Alyuminiyorganik birikmalar.** Alyuminiyorganik birikmalarni birinchi marta 1859-yili alyuminiyga galogenalkanlar ta'sir ettirib olingan:



1865-yilda trialkilalyuminiylar simoborganik birikmalardan olindi:



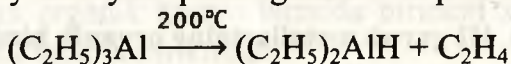
1955-yili K.Sigler etilenni vodorod ishtirokida alyuminiyga ta'sir ettirib trietilalyuminiyni sintez qildi:



**Fizik xossalari.** Alyuminiyorganik birikmalar rangsiz suyuqlik yoki kristall moddalar. Ularni odatda vakuumda haydash mumkin. Dimer holatda assosilanadi. Faqat suyultirilgan eritmalaridagina monomer holatida mavjud bo'ladi.

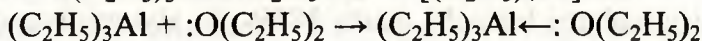
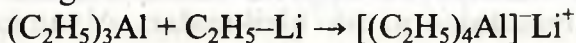
**Kimyoviy xossalari.** Alyuminiyorganik birikmalar kimyoviy jihatdan faol moddalar bo'lib, havo kislorodi va namlik ishtirokida tez alanganadi va portlaydi. Shunga qaramay, organik sintezda ulardan keng foydalaniladi.

Trialkilalyuminiylar qizdirilganda oson parchalanadi:



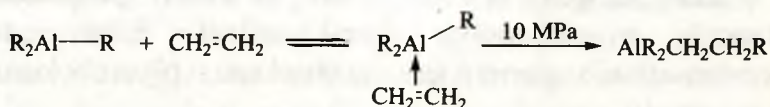
Dialkilyuminiy gidridlar kuchli qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi. Alyuminiyorganik birikmalarni  $300^\circ\text{C}$  haroratdan yuqorida termik parchalab 99,99 % li alyuminiy olinadi. Trimetilalyuminiy bundan mustasno.

Elektrodonor birikmalar alyuminiyning bo'sh orbitali hisobiga birikadi:



Alyuminiyorganik birikmalarning eng muhim xossalardan biri alkenlar bilan reaksiyasidir. Alkenlar

bosim ostida  $\pi$ -kompleks hosil qilish hisobiga alyuminiyorganik birikmalar bilan birikish reaksiyasiga kirishadi:

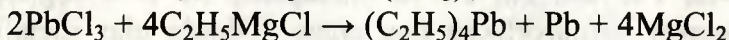
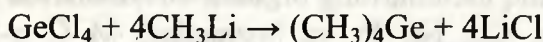


#### 22.4. IV guruh metallarining organik birikmalari

**Nomenklaturasi.** IV guruh metallarining organik birikmalarining  $RMX_3$ ,  $R_2MX_2$ ,  $R_3MX$ ,  $R_4M$  ( $M$  – Ge, Sn, Pb;  $X$  – galogen, H, OR' va boshqalar) tarkibli ko'rinishlari mavjud. Ularni nomlashda oddiy nomenklaturadan tashqari bu metallarning gidridlari:  $GeH_4$  – german,  $SnH_4$  – stannan,  $PbH_4$  – plyumbanlarning nomlanishidan ham keltirib chiqarish mumkin. Masalan:

$CH_3GeCl_3$	$(C_6H_5)_2SnCl_2$	$(C_2H_5)_4Pb$
metilgermaniy	difenilqalay dixloridi	tetraetilqo'rg'oshin
trixloridi	(difenildixlorstannan)	(tetraetilplyumban)
(metiltrixlorgerman)		

**Olinishi.** IV guruh metallarining organik birikmalari odatda ularning galogenidlariga boshqa metallorganik birikmalar ta'sir ettirib olinadi:



Qo'rg'oshinorganik birikmalarni maxsus qo'rg'oshin – natriy qotishmasidan olish mumkin:



**Fizik va kimyoviy xossalari.** IV guruh metallarining organik birikmalari rangsiz suyuqlik yoki kristall moddalar. Ular, ayniqsa, tetraalkilqo'rg'oshin juda

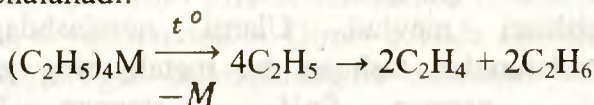


zaharli. M–C bog‘ining qutblanishi yuqori emasligi ularning kimyoviy faolligini kamaytiradi.

Monogalogen hosilalari suv ta‘sirida germanol, stannol, plyumbanollar hosil qiladi. Ular esa kondensatlanib germoksan, stannoksan, plyumboksan hosil qiladi:



IV guruh metallarining tetraalkil hosilalari 250 – 300 °C dan yuqori haroratda metall va erkin radikallar hosil qilib parchalanadi:

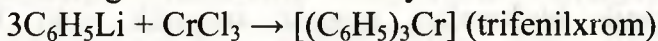


Termokimyoviy parchalanish reaksiyasidan toza metall pardalarini hosil qilishda foydalaniladi. Tetraetilqo‘rg‘oshin benzina uning detonatsiyasini kamaytiruvchi vosita antidetonator sifatida qo‘shiladi.

Qalayorganik birikmalar polimerlarga stabilizator va antioksidant sifatida qo‘shiladi. Bundan tashqari qishloq xo‘jaligida fungisid, antiseptik va antigelmint vositalar sifatida ham ishlatiladi.

### 22.5. Oraliq metallarining organik birikmalari

Oraliq metallarning organik birikmalarida (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Pt va boshqalar) M–C  $\sigma$ -bog‘lanish yuqori barqarorlikka ega emas. Odatda ular metall va erkin radikallar hosil qilib parchalanadi. Bunday birikmalar quyi haroratda faol metallorganik birikmalar vositasida hosil qiladi. Lekin keyinchalik M–C bog‘lanishining uzilishi bilan reaksiya davom etadi:

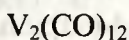


Oraliq metallar bir qator organik molekular, erkin radikallar, ionlar bilan barqaror birikmalarni hosil qiladi. Ularning tuzilishini valent bog'lar nazariyasining oddiy tushunchalari bilan tushuntirish qiyin. Shuning uchun ularni  $\pi$ -komplekslar deb ataladi. Ularda turli oksidlanish darajasidagi metall elektronoakseptor, organik molekular, erkin radikallar, ionlar esa elektronodonor (ligand) vazifasini o'taydi.

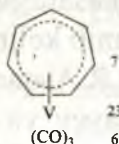
$\pi$ -komplekslarda oddiy lokallashgan C-M  $\sigma$ -bog'lanish mavjud emas. Ularda ligand (L) ning to'lgan va bo'sh orbitallari va metall ioni yoki atomi (M) orasida ko'p markazli delokallashgan bog'lanish hosil bo'ladi.  $\pi$ -komplekslarni umumiy holatda  $ML_n$  bilan ifodalash mumkin.

Ligandning bog' hosil qiluvchi va metall atomi elektronlar soni 36 ga (Kr atomi elektronlar soni) teng bo'lsa, bunday  $\pi$ -komplekslar barqaror bo'ladi. Agar elektronlar soni 36 dan kam bo'lsa, bunday  $\pi$ -komplekslar koordinatsion to'yinmagan va reaksiya qobiliyati yuqori bo'ladi.

Quyida ba'zi shunday yuqori barqarorlikka ega bo'lgan  $\pi$ -komplekslarni misol tariqasida ko'rish mumkin:



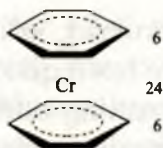
divanadiy do-  
dekakarbonili



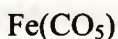
trikarbonil  
siklogeptatriye-  
nil vanadiy



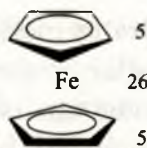
geksakarbonil xrom,  
rangsiz kristall



dibenzolxrom,  
qo'ng'ir kristall  
( $t_{\text{suyuq}}=282^{\circ}\text{C}$ )



temir pentakar-  
bonili, qo'ng'ir  
suyuqlik  
( $t_{\text{qayn}}=103^{\circ}\text{C}$ )

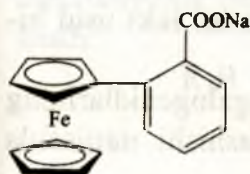


disiklopentadiyenil  
temir (ferrosen),  
qizg'ish-sariq kristall  
( $t_{\text{suyuq}}=173^{\circ}\text{C}$ )

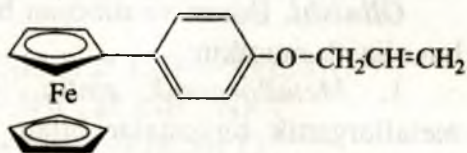
Aksariyat tutash siklik sistemali ligandlar tutuvchi barqaror (masalan, ferrosen, dibenzol xrom)  $\pi$ -komplekslar ligandlar bo'yicha o'rin olish reaksiyalariga kirisha oladi. Ferrosenning shu xossasi juda ko'plab katta ahamiyatga ega bo'lgan hosilalarini sintez qilish imkoniyatini beradi. V.Shlyogl, R.Vudvord, A.N.Nesmeyanov, N.S.Kochetkova, V.D.Vilchevskaya, S.Asatiyanlar tomonidan ferrosenning juda ko'p hosilalari sintez qilinib, qator sohalarda foydalanish imkoniyatiga ega bo'lgan moddalarni amaliyotga tatbiq etdilar. Ular orasida fiziologik faol birikmalar alohida o'rin tutadi. A.N.Nesmeyanov, N.S.Kochetkova, V.D.Vilchevskayalar tomonidan olingan «Ferroseron» nomli o-ferrosenikbenzoy kislotasining natriyli tuzi temir yetishmovchilik anemiyasi kasalligini davolovchi vosita sifatida amaliyotda foydalanib kelinadi. Yurtimiz olimlari A.G.Maxsumov, I.R.Asqarov, N.Madixonov, Sh.M.Qirg'izov, A.M.Jo'rayev va boshqa 20 dan ortiq olimlar tomonidan ferrosenning 500 dan ortiq hosilalarini sintez qilib, ularning turli xususiyatlari o'rganilgan. I.R.Asqarov va bir guruh olimlar tomonidan ixtiro qilingan SIAKRIN-AP1 va SIAKRIN-ANDMOS bioyelimlari jarrohlik amaliyotida keng qo'llanilmoqda. FERAND



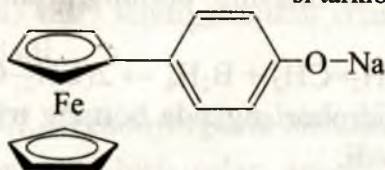
nomli kamqonlikka qarshi preparati tibbiyotda foydalaniladi.



o-ferrosinil benzoyl kislotaning natriyli tuzi (Ferroseron)



p-ferrosinil fenolning allil efiri (SIKRIN-API va SIKRIN-ANDMOS bioyelimlari kompozitsiyasi tarkibida)



natriy p-ferrosinil fenolyat (FERAND)

## 22.6. Bororganik birikmalar

Hozirgi kunda ko'p sonli bororganik birikmalar ma'lum. Ularni shartli ravishda boran ( $BH_3$ ), diboran ( $B_2H_6$ ), pentaboran ( $B_5H_9$ ), dekaboran ( $B_{10}H_{14}$ ) larning hosilasi sifatida qarash mumkin.

Borandan 4 turdagi birikmalar hosil bo'ladi:  $RBX_2$ ,  $R_2BX$ ,  $R_3B$  va  $[R_4B]^-M^+$  ( $X$  - galogen, oh,  $NR_2$  va boshqalar).

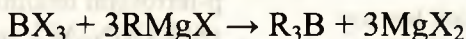
$CH_3BCl_2$	metilbordixlorid
$(C_6H_5)_2BBr$	difenilborbromid
$(C_6H_5)_4B-Na^+$	natriy tetrafenilborat

Diborandan  $RB_2H_5$ ,  $R_2B_2H_4$ ,  $R_3B_2H_3$ ,  $R_4B_2H_2$  tarkibli birikmalar hosil bo'ladi. Masalan,  $(CH_3)_2B_2H_4$  - dimetildiboran.

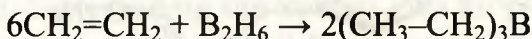
Molekulasida ko'p sonli bor atomi tutgan boranlardan  $B_nC_2H_{n+2}$  tarkibli karboranlar hosil bo'ladi. Masalan,  $C_2H_2B_{10}H_{10}$  – dekakarboran (karboran-10).

**Olinishi.** Boran va diboran hosilalarini ikki usul bilan olinish mumkin:

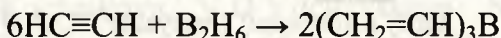
1. *Metallorganik sintez.* Bor galogenidlarining metallorganik birikmalar bilan ta'sirlashishi natijasida bororganik birikmalar hosil bo'ladi:



2. *Gidrobirlash.* Diboran va almashingan diboranlar alkenlar bilan ta'sirlashib borning trialkil hosilalarini hosil qiladi:

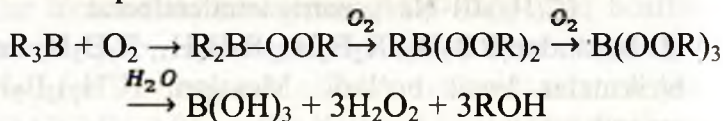


Alkinlar gidrobirlanganda borning trialkenil hosilalari sintez bo'ladi:



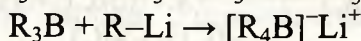
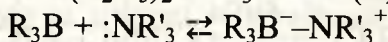
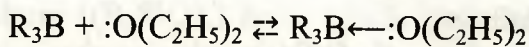
**Fizik xossalari.** C–B yoki B–H bog'lanishli bororganik birikmalar rangsiz moddalardir.  $(CH_3)_3B$   $-21,8^\circ C$  da,  $(C_2H_5)_3B$   $95^\circ C$  da qaynaydigan suyuqlik,  $(C_6H_5)_3B$   $142^\circ C$  da suyuqlanadigan kristall moddalar. Ular havoda oksidlanadi, ba'zi uchuvchan bororganik birikmalar alanganuvchanlik xususiyatiga ega.

**Kimyoviy xossalari va ishlatilishi.** Bororganik birikmalar juda oson oksidlanuvchan bo'lib, ba'zilar portlovchandir. Yumshoq sharoitda oksidlaganda peroksisbor kislotalarini hosil qiladi. Ularning gidrolizi natijasida esa spirt va borat kislotasi hosil bo'ladi:



Bu reaksiya alkenlardan birlamchi spirt olish uchun qulay usul hisoblanadi.

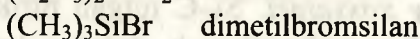
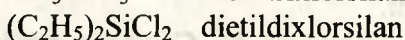
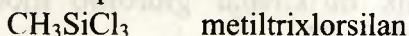
Bororganik birikmalar elektronoakseptor sifatida elektronodonor molekular, xususan, spirtlar, aminlar, metallorganik birikmalar bilan birikish reaksiyasiga kirishadi:



Bororganik birikmalar organik sintezda oraliq mahsulotlar sifatida ishlatiladi. Diboran hosilalari reaktiv dvigatellar uchun yoqilg'isi sifatida, natriy tetrafenilborat ( $[(C_6H_5)_4B]Na$ ) kaliy ionini aniqlash uchun reagent sifatida foydalaniladi.

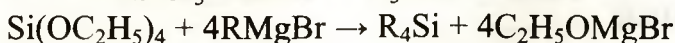
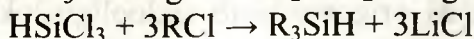
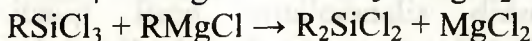
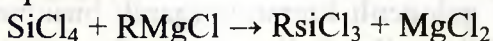
## 22.7. Kremniyorganik birikmalar

Kremniyorganik birikmalar asosan 4 xil tarkibli bo'lishi mumkin:  $RSiX_3$ ,  $R_2SiX_2$ ,  $R_3SiX$ ,  $R_4Si$  ( $X$  – galogen, H,  $OR'$ ,  $OOCR'$ ,  $NR'_2$  va boshqalar). Ularni silan hosilalari deb qarash mumkin:



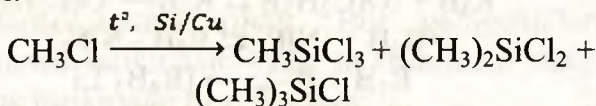
**Olinishi.** Kremniyorganik birikmalar asosan 3 usulda olinadi:

1. *Metallorganik sintez.* Kremniy galogenidlari yoki ortosilikat kislotasining murakkab efirlari metallorganik birikmalar bilan ta'sirlashib kremniyorganik birikmalarni hosil qiladi:



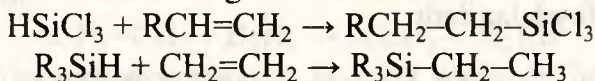


2. *Galogenuglevodorodlardan olish.* Oddiy alkilxlorosilan, arilxlorosilan olish uchun kremniyga yuqori haroratda uglevodorodlarning galogenli hosilalari ta'sir ettiriladi. Katalizator sifatida kremniy va mis qotishmasi ishlatiladi:



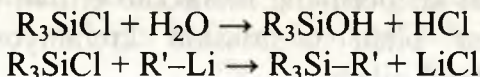
Reksion aralashmani fraksion haydash usuli bilan ajratib olish mumkin.

3. *Gidrosilanlash.* Galogensilanlar va alkilsilanlar alken yoki alkinlarni o'ziga biriktiradi:

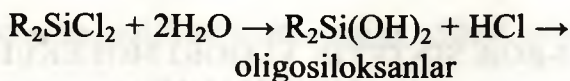


**Fizik xossalari.** Kremniyorganik birikmalar rangsiz, hidsiz suyuqlik, ba'zilar esa kristall moddalar. Si-Cl bog'lanish tutgan birikmalar havoda tutovchi va o'ziga xos o'tkir hidga ega bo'lgan moddalar. Oddiy kremniyorganik birikmalar gidrofob moddalar bo'lib, suvda erimaydi.

**Kimyoviy xossalari.** Si-C tutgan birikmalar deyarli inert. Si-galogen bog'lanish tutgan kremniyorganik birikmalar Si-O, Si-N va Si-H bog'lanish tutgan birikmalarga qaraganda kimyoviy faol moddalardir. Ular suv, spirtlar, olkoksidlar, ammiak, aminlar, metallor-ganik birikmalar bilan oson ta'sirlashadi:



Ikki galogenli kremniyorganik birikmalar suv bilan ta'zirlashib silandiollarni hosil qiladi. Reaksiya mahsulotlari origomerlanib siklooligisiloksanlarni hosil qiladi:



Oligosiloksanlar qizdirilganda polikondensatlanib polisiloksanlarni (( $\text{R}_2\text{SiO}$ ) $_n$ ) hosil qiladi. Polisiloksanlar termik va kimyoviy ta'sirlarga juda barqaror bo'lib, xalq xo'jaligida keng qo'llaniladi. Polisiloksanlar (silikonlar) surkov moylari, kauchuklar (silikonli elastomerlar), tormoz suyuqliklari va boshqa ko'plab maqsadlarda ishlatiladi. Ularning asosiy xususiyatlari barqarorlik va gidrofoblikdir.

## 23-BOB. SINTETIK YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALAR

Organik kimyo kursida tabiiy kauchuk, kraxmal, seluloza, oqsillar va nuklein kislotalar kabi tabiiy yuqori molekulyar birikmalar haqida ma'lumotlar berildi. Sintetik yuqori molekulyar birikmalar haqida esa ba'zi quyi molekulyar birikmalarning kimyoviy xossalarini o'rganish jarayonida tanishib o'tildi. Sintetik yuqori molekulyar birikmalar – plastmassalar, tolalar, kauchuklar sanoatning barcha sohalarida, qishloq xo'jaligida, transport, aloqa va boshqa sohalarining rivojlanishida katta ahamiyat kasb etadi.

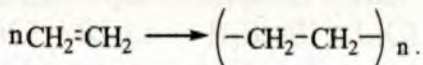
### 23.1. Polimerlar

Makromolekulaning hosil bo'lish jarayoni ikki turdagi reaksiya asosida sodir bo'ladi:

**1. Polimerlanish reaksiyasi.** Bu reaksiyada kichik (quyi) molekulyar birikmalar o'zaro birikib yuqori molekulyar massali birikmalar – *polimerlar* (*poli* – ko'p, *meros* – qism, og'irlik) hosil qiladi. Bu jarayon asosan qo'shbog'larning uzilishi hisobiga sodir bo'ladi. Masalan, polietilening hosil bo'lishida etilen molekulari o'zaro birikadi:



Bu jarayonni umumiy ko'rinishda quyidagicha tasvirlash mumkin:



Bu yerda  $n$  – polimer molekulasidagi struktura bo'g'inlarining soni, ya'ni polimerlanish darajasi. Polimerlanish darajasi polimer molekulyar massasining

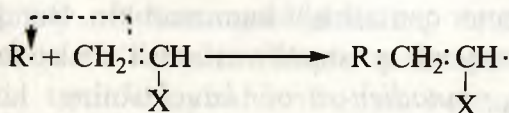


struktur bo'g'in molekulyar massasiga nisbati orqali ifodalanadi:

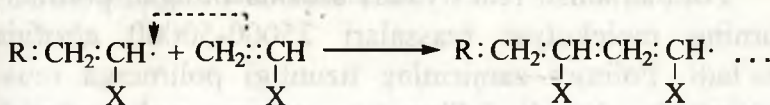
$$n = \frac{M_{\text{polimer}}}{M_{\text{str.bo'g'in.}}}$$

Polimerlanish reaksiyasi asosan radikal mexanizmida sodir bo'lib, uch bosqishni o'z ishiga oladi:

I. Faol markaz hosil bo'lishi. Polimerlanish reaksiyasining boshlanishi uchun oz miqdorda beqaror birikma – initsiator zarur. Initsiator oson parchalanib, erkin radikallar hosil qiladi va monomer molekulasini bilan ta'sirlashib undagi  $\pi$ -bog'ni uzish hisobiga o'zaro kovalent bog' hosil bo'ladi. Natijada monomer molekulasini faol erkin radikalga aylanadi:

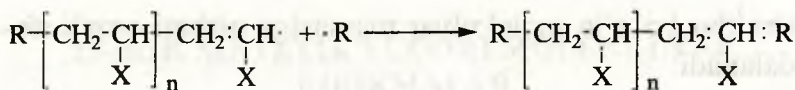


II. Zanjirning o'sishi. Hosil bo'lgan faol markaz boshqa monomer molekulasini bilan to'qnashib toq elektronlarini juftlashtirish hisobiga yangi kovalent bog'lanishlarni hosil qiladi. Shu tariqa polimer zanjiri o'sadi:

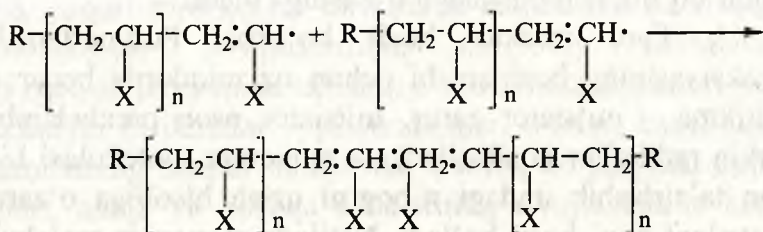


III. Zanjir o'sishining to'xtashi. O'sayotgan zanjir ikki xil o'sishdan to'xtashi mumkin:

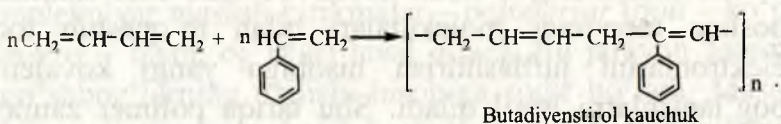
a) Initsiatorning erkin radikali bilan birikib:



b) Boshqa o'sayotgan polimer radikali bilan to'qnashib:



Polimerlanish reaksiyasida bir vaqtning o'zida ikki xil monomer qatnashishi ham mumkin. Bunday polimerlanish jarayoni qo'shpolymerlanish reaksiyasi deyiladi. Masalan, *butadien-stirol kauchukning* hosil bo'lish reaksiyasi tenglamasi quyidagicha:



Polimerlanish reaksiyalari asosida olingan polimerlarning molekulyar massalari 25000-50000 atrofida bo'ladi. Polimer zanjirining uzunligi polimerga mustahkamlik beradi. Shuning uchun polimerlanish reaksiyasining uchinchi bosqichida zanjir o'sishining to'xtashi ikkinchi tartibda amalga oshishi uchun yetarli sharoitlar yaratilishi, initsiatorning parchalanishidan hosil bo'lgan erkin radikalni reaksiya muhitidan neytrallab chiqarib yuborish katta ahamiyatga ega.

**Polimerlarning tuzilishi.** Yuqori molekulyar birikmalarning (YuMB) xossalari ularning tuzilishi va sintez qilib olish usuliga bog'liq bo'ladi.

Ma'lumki, polimer makromolekulasining geometrik shakli chiziqli, tarmoqlangan, fazoviy bo'lishi mumkin. Chiziqli tuzilish uglerod atomlari bir chiziqda yotgandagina emas, balki zigzagsimon joylashgan uglerod zanjirida kuzatilishi mumkin. Bundan tashqari tarmoqlangan polimer zanjiri tartibli yoki tartibsiz tuzilishda bo'lishi ham mumkin (23.1.-rasm).

Polimerlarning muhim xarakteristikasi ularning amorf va kristall strukturalaridir. Polimerlarning kristall strukturasi makromolekulalarning tartibli (parallel) joylashishi bilan, amorf strukturasi esa tartibsiz joylashishi bilan bog'liq. Polimer molekullari to'la kristall tuzilishga ega bo'lmaydi. Odatda makromolekulaning bir qismida tartibli joylashuv bo'lsa, boshqa qismida unga nisbatan tartibsiz joylashuv bo'ladi. Ayni polimerning kristallik darajasi o'zgarib turadi. Masalan, polimer cho'zilganda uning molekullari parallel joylashadi va uning kristalligi ortadi.

Polimerlarning nisbiy molekulyar massasi – o'rtacha qiymat. Chunki, ayni polimer uchun polimerlanish darajasi o'zgaruvchan kattalikdir.



## Zanjirning tuzilishi

Tartibli



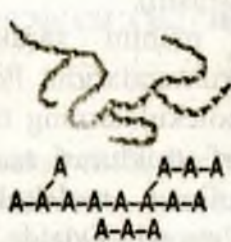
Tartibsiz



Chiziqli



Tarmoqlangan



Fazoviy

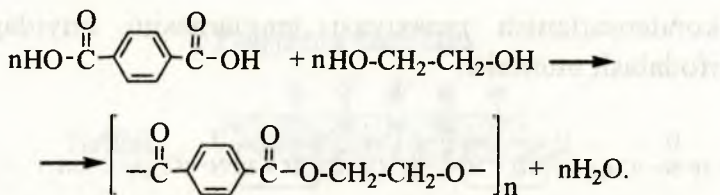


23.1.-rasm. Polimer zanjirining tuzilishi.

2. **Polikondensatlanish reaksiyasida** quyi molekulyar birikmadan YuMB hosil bo'lishi bilan birgalikda boshqa bir kichik molekulyar modda (ko'pincha suv) hosil bo'ladi.

Polikondensatsiya reaksiyasida ham dastlabki quyi molekulyar modda molekulasi ikkita shu modda molekulasi bilan reaksiyaga kirisha olishi kerak. Ammo bu reaksiya qo'shbog'ning uzilishi hisobiga emas, balki molekuladagi ikkitadan kam bo'lmagan funksional guruhlar hisobiga amalga oshadi. Bunday reaksiyalarni monosaxaridlardan polisaxaridlarning yoki aminokislotalardan polipeptidlarning hosil bo'lishi jarayonida o'rgandik. Masalan,  $\epsilon$ -aminokapron kislotaning poli-





**Polimerlarning xossalari.** Polimerlar quyidagi molekulyar birikmalarga o'xshab aniq haroratda emas, balki ma'lum harorat intervalida suyuqlanadi. Ba'zi polimerlar umuman suyuqlanmasdan parchalanib ketadi. Polimerlarni gazsimon holatga o'tkazish yuqori haroratni talab etadi. Bu haroratda makromolekuladagi kimyoviy bog'lanishlar uzilib polimer parchalanadi, shuning uchun polimerlar haydalmaydi. Ular kam eruvchan, eritmalari katta qovushqoqlikka ega. Polimerlar mexanik jihatdan yuqori mustahkamlikka ega. Bu xossalarning barchasi polimerlar tuzilishining o'ziga xosligi bilan izohlanadi.

Moddani suyuqlantirish uchun uni qizdirib molekullari orasidagi tortishish kuchini yengish kerak. Makromolekulalar juda ko'p sonli bo'g'inlar orasidagi molekullararo tortishish (Van der Vaals) kuchlari tufayli bir-biriga tortilib turadi va bu tortishish kuchlarini yengish uchun ko'p energiya sarflash kerak bo'ladi. Polimerlanish darajasi polimer molekullari uchun doimiy kattalik bo'lmaganligi uchun molekullar massasi va o'lchami har xil bo'lgani uchun, qizdirilganda avval kichik massali molekullar yuqori harakatchan holatga o'tadi, qizdirish yanada davom ettirilganda massa va o'lchamlari kattaroq bo'lgan makromolekulalar birin-ketin harakatchanlikka ega bo'lib boradi. Shuning uchun polimerlar aniq suyuqlanish haroratiga ega emas.



Ko'p polimerlarning suvda yoki boshqa erituvchilarda qiyin eruvchanligi erituvchining kichik molekullari bir-biriga kuchli tortilgan YuMB makromolekullarini ajrata olmasligi bilan izohlanadi.

YuMBlarning mexanik mustahkamligining sababi ham ularda molekulalararo tortishish kuchining kattaligidir.

Ba'zi polimerlarga doir umumiy ma'lumotlar 23.1.-jadvalda keltirilgan.

### 23.2. Sun'iy va sintetik tolalar

Hozirgi vaqtda, kimyoviy usullar yordamida olinadigan kimyoviy tolalardan keng foydalanilmoqda.

➔ Tabiiy tolalarni kimyoviy qayta ishlab olinadigan tolalar *sun'iy tolalar* deb, quyi molekulyar moddalardan sintez qilib olinadigan tolalar esa *sintetik tolalar* deb ataladi.

Di- va triatsetat sellulozalar sun'iy atsetat tolalar olishda ishlatiladi. Inson kiyim va boshqa xo'jalik buyumlari tayyorlash uchun qadimdan tabiiy tolalardan (zig'ir, kanop, paxta-sellulozadan tashkil topgan; jun, ipak-oqsillardan tashkil topgan) foydalanib keladi. Sun'iy atsetat tolalar yetarli darajada pishiqlikka ega, yumshoq, titilmaydigan, o'ngimaydigan, yoqimli tuslanishga ega. Ularning kamchiligi shundaki, tabiiy paxta tolalaridan ko'ra gigroskopikligi kam va elektrostatik zaryadni yig'uvchanlik xususiyatiga ega.

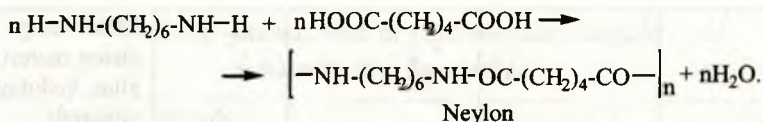
23.1.-jadval. Ba'zi polimerlar haqida  
umumiy ma'lumotlar

Nomi	Dastlabki moddalar Monomerlar	Polimer formulasi	Olinish usuli	Qo'llanilish sohasi
Polietilen	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ Etilen	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	Polimerlanish	Turli asboblarning detallari, suv quvurlari, issiqxonalar uchun plenkalar, turli uy-ro'zg'or buyumlari tayyorlanadi
Polipropilen	$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ Propilen	$\left[ -\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \right]_n$	Polimerlanish	Polietilengacha nisbatan pishiq. Turli asboblarning detallari, yuqqa plenkalar, arqon quvuri, yuqori darajadagi izolyatsion materiallar tayyorlashda
Polivinil xlorid	$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$ Vinilxlorid	$\left[ -\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \right]_n$	Polimerlanish	Sun'iy chirmalar, kleyonka, quvurlar, elektr simlari uchun izolyatsion material tayyorlashda

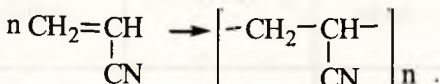
Polistipol	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \\ \text{Stirol} \end{array}$	$\left[ -\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}- \right]_n$	Polimerlanish	Elektr izolyatsion materiallar, kislotaga chidamli quvurlar, turli uy-ro'zg'or buyumlari, plastmassa po'kaklar tayyorlanadi
Polimetilmetakrilat	$n \text{CH}_2=\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$	$\left[ -\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}- \right]_n$	Polimerlanish	Shaffof plastmassa, organik shisha tayyorlashda ishlatiladi
Fenolformaldegid qatron	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \\ \text{Fenol} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H} \\ \text{Formaldegid} \end{array}$	$\left[ -\text{H}_2\text{C}-\underset{\text{CH}_2}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}- \right]_n$	Polikondatsatlanish	Sharikli podshibniklar, tekstolit, voloknit, getinaks, shishaplast, Karbolit plastmassalar tayyorlashda

Yuqorida sintetik tolalar olishda ishlatiluvchi kapron va lavsanlarni hosil qilish reaksiyalari tenglamalarini ko'rib o'tdik. Yana bir muhim sintetik tola –*neylon* geksametilen diamin va adipin kislotalarni qo'sh polikondatsatlanish reaksiyasi asosida olinadi:





*Nitron tolalar poliakrilonitrildan* olinadi. Bu polimer akrilonitrilning polimerlanish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi:



Suyuqlantirilgan polimer sovutilganda birdaniga qotmasdan asta quyuqlashadi, qovushqoqligi ortadi. Bu esa unga har qanday shakl berish imkonini yaratadi. Sovub borayotgan yarim quyuq massadan tola tayyorlash mumkin. Shisha tolalardan issiqlik va elektroizolyatsiyalovchi xususiyatli gazlamalar, kislotaga chidamli materiallar tayyorlanadi.

O'zbekistonda yuqori molekulyar birikmalar kimyosi kimyoning jadal rivojlanayotgan sohalaridan biri bo'lib, tabiiy polimerlarning xususiyatlarini yaxshilash borasida, ayniqsa, paxta va ipak tolasini qayta ishlash bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, o'zbek kimyogar olimlaridan A.Korshak, M.Flatkov, S.Rashidova, X.Usmonov, Yu.Toshpo'latov, U.Musayev va boshqalarning erishgan yutuqlari hozirgacha amaliyotda keng qo'llanib kelinmoqda.

## Foydalanilgan adabiyotlar

- Karimov I.A. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: Xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. – Toshkent: O'zbekiston, 1997.
- Asqarov I.R., G'opirov K. Kimyo asoslari. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2011. – 488 b.
- Parpiyev N.A., Rahimov H.R., Muftaxov A.G. Anorganik kimyo nazariy asoslari. – Toshkent: O'zbekiston, 2000. – 480 b.
- Parpiyev N.A., Muftaxov A.G., Rahimov H.R. Anorganik kimyo. – Toshkent: O'zbekiston, 2002. – 480 b.
- Asqarov I.R., Sh.H.Abdullayev, O.Sh.Abdullayev. Kimyo.Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun. – Toshkent: Tafakkur, 2015. -376 b.
- Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – Москва: Высшая школа, 2001. – 743 с.
- Общая химия. Учебник. /Под ред. Е.М.Соколовской, Л.С.Гузея. – Москва: Изд-во Моск.ун-та, 1989. – 640 с.
- Анаорганикум: В 2-х т. Т. 1,2. Пер с нем./Под ред. Л.Кольдица. – М: Мир, 1984.
- Химическая энциклопедия. В 5 т. Т. 1-5. /Под ред. И.Л.Кнунянц. – М: Большая Российская энциклопедия, 1988-1998.
- Нейланд О.Я. Органическая химия. – Москва: Высшая школа, 1990. – 751 с.

• Rudzitis G.Ye., Feldman F.G. Organik kimyo. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 10-sinfi uchun darslik. – Toshkent: O'qituvchi, 2004. – 216 b.

• <http://ru.wikipedia.org/wiki/Википедия>

• <http://www.xumuk.ru/>



## Predmet ko'rsatkich

- Abu Ali ibn Sino, 11  
Abu Nasr Farobiy, 11  
Abu Rayhon Beruniy, 11, 26  
adsorbent, 336  
adsorbsiya, 336  
Aktinoidlar, 515  
    birikmalari, 517  
Aldegidlar, 751  
    Izomeriyasi, 753  
    masalalarning yechimlari, 759  
    xossalari, 755  
Alfa zarracha, 84  
Al-Farg'oniy, 26  
Alkadiyenlar, 684  
    Kimyoviy xossalari, 688  
    masalalarning yechimlari, 692  
    olinishi, 687  
Alkanlar, 647  
    fizik xossalari, 655  
    ishlatilishi, 663  
    izomeriyasi, 648  
    kimyoviy xossalari, 657  
    masalalarning yechimlari, 663  
    nomenklaturasi, 648  
    olinishi, 653  
Alkenlar, 672  
    Fizik xossalari, 675  
    Ishlatilishi, 679  
    Izomeriyasi va nomenklaturasi, 673  
    Kimyoviy xossalari, 675  
    masalalarning yechimlari, 679  
Alkimyo, 11  
Alkinlar, 693  
    Fizik xossalari, 695  
    Izomeriyasi, 694  
    Kimyoviy xossalari, 696  
    masalalarning yechimlar, 700  
    Olinishi, 698  
Allotropiya, 183  
Alyuminiy, 78, 528, 532  
    birikmalari, 536  
    olinishi, 534  
    xossalari, 533  
Alyuminiyorganik birikmalar, 848  
Amfoter gidroksidlar, 259  
Aminlar, 802  
    Izomeriyasi, 803  
    masalalarning yechimlari, 809  
    Xossalari, 803  
Aminokislotalar, 813  
    Olinishi va ishlatilishi, 818  
    Xossalari, 815  
Anilin, 806  
Aralashma, 212

- Aromatik uglevodorodlar, 705  
     Ishlatilishi, 712  
     masalalarning yechimlari, 712  
 Asosiy guruhcha elementlari, 408  
 Asoslar, 258, 284  
 astat, 612  
 Atom, 37  
 Atom massa  
     absolyut, 69  
     masala yechimlari, 73  
     Nisbiy, 69  
 Atom massasi  
     massaning atom birligi, 70  
 Atom radiusi, 97  
 Atom tuzilishi, 30, 34  
     Rezerford tajribasi, 34  
 Atom yadrosining tarkibi, 69  
 Atom-molekulyar ta'limot, 25  
 Avogadro qonuni, 30, 143  
     masalalar yechimlari, 150  
 Azot, 78, 561  
     Ammiak, 563  
     Azot(II) oksid, 567  
     birikmalari, 563  
     Nitrat kislota, 570  
     oksidlari, 565  
     azotli o'g'itlar, 584  
 Balmer seriyasi, 42  
 Bariy, 430, 437  
     birikmalari, 439  
 Berilliy, 430  
     birikmalari, 432  
     gidrid, 433  
 Betta (-) zarracha, 84  
 Betta (+) zarracha, 84  
 Bog' energiyasi, 110, 114, 115  
 Bog'lanish uzunligi, 115, 187, 410, 604  
 Bor, 528  
     birikmalari, 530  
     boran, 531  
     Ortoborat kislotasi, 531  
 Bor nazariyasi, 45  
 Bor postulati, 46  
 Bor-Zommerfeld nazariyasi, 49  
 Bosh kvant son, 55  
 bosim ta'siri  
     masalalarning yechimlari, 330  
 brom, 612  
 D.I.Mendeleyev, 90  
 Davriy jadval, 92  
 Davriy qonun, 89  
 Deytron, 84  
 dezoksiriboza, 788  
 Dinamidlar, 34  
 dioganal usul, 164, 228, 232, 236, 237, 249, 318, 401, 621, 680, 701, 704, 736, 738, 743, 759, 771  
 dipol momenti, 126

- Dispers sistemalar, 213  
 Dispersion kuchlar, 178  
 Dissotsilanish darajasi, 263  
     masalalarning yechimlari,  
     266  
 Donor-akseptorli bog'lanish,  
 128  
 Ekvivalent hajm, 206  
 ekvivalent massa, 203  
 ekvivalentlar qonuni, 202  
     masalalar yechimlari, 207  
 Ekvivalentlar qonuni, 30  
 ekzotermik, 216, 306  
 elektrolit, 256  
 Elektrolitik dissotsilanish  
 nazariyasi, 256  
 elektrolitlar  
     kuchli, 259  
     kuchsiz, 260  
 elektrolitmas, 256  
 Elektroliz, 387  
     Faradey qonunlari, 391  
     masalalarning yechimlari,  
     393  
 Elektroliz qonuni, 31  
 Elektron, 32, 84  
 Elektron bulut, 56  
 elektron konfigurasiya, 63  
 Elektron tuzilishi  
     masalalarning yechimlari,  
     67  
 Elektronga moyillik, 104  
 Elementlarning  
 elektrmanfiyligi, 105  
 emission spektr, 41  
 endotermik, 216, 306  
 erish issiqligi, 217  
 Eritma titri  
     masalalarning yechimlari,  
     255  
 Eritmalar, 216  
 Eritmalar konsentratsiyasi  
     foiz konsentratsiya, 225  
     massa ulush, 224  
     molyar konsentratsiya,  
     244  
 Eritmalar konsentratsiyalari  
     Eritma titri, 254  
     molyal konsentratsiya,  
     253  
 Eritmalar konsentratsiyasi  
     normal konsentratsiya,  
     250  
 eruvchanlik koeffitsiyenti,  
 218  
     masalalarning yechimlari,  
     219  
 Fenollar, 740  
     fizik xossalari, 741  
     Kimyoviy xossalari, 742  
     masalalarning yechimlari,  
     743  
     Olinishi va ishlatilishi,  
     742  
 ferment, 337  
 ferrosen, 852  
 Fizikaviy hodisa, 27  
 flogiston nazariyasi, 14



- foiz konsentratsiya  
 masalalarning yechimlari, 226
- Fosfor, 561, 574  
 fosfat kislota, 580  
 fosfidlar, 575  
 fosfin, 576  
 fosfit kislota, 578  
 oksidlari, 578
- fosforli o'g'itlar, 584
- foton, 44
- Fransiy, 419, 427
- ftor, 612
- Fulleren, 545
- Galliy, 528, 538  
 birikmalari, 540
- Galogenlar, 612  
 birikmalari, 617  
 masalalarning yechimlari, 621  
 olinishi, 615  
 xossalari, 615
- Galvanik elementlar, 377
- Gamilton operatori, 53
- Gamma nur, 84
- Gazlarning zichligi, 147
- geliy, 622
- Geliy  
 kimyoviy xossalari, 624
- Germaniy, 541, 558  
 birikmalari, 560
- Gess qonuni, 31, 311  
 masalalarning yechimlari, 317
- geterogen, 320
- Geterotsiklik birikmalar, 825
- Geyzenbergning noaniqlik prinsipi, 51
- gibridlanish, 119
- Glukoza, 783
- gomogen, 320
- Grafit. Qar. Uglerod
- Grinyar reaksiyasi, 845
- hajmiy nisbatlar qonuni, 143  
 masalalar yechimlari, 150
- Hajmiy nisbatlar qonuni, 30
- haroratning ta'siri  
 masalalarning yechimlari, 337
- hosil bo'lish issiqligi, 310
- Hund qoidasi, 64
- Ideal gaz qonunlari, 168  
 masalalar yechimlari, 171
- II guruh s-elementlari, 430
- III guruh p-elementlari  
 fizik-kimyoviy tavsifi, 528
- III guruhning p-elementlari, 528
- Indiy, 528, 538  
 birikmalari, 540
- Indol hosilalari, 831
- Indigo, 831
- Rezerpin, 832
- Serotonin, 831
- Induksion kuchlar, 177
- ingibitorlar, 335
- Ion radiusi, 99

- Ionlanish energiyalari, 102  
 Ionli bog'lanish, 130  
 IV guruh p-elementlari, 541  
     fizik-kimyoviy tavsiflari,  
     543  
 Izobar, 79  
 Izomeriya, 650  
 Izoton, 79  
 Izotop, 76  
 Izoxinolin hosilalari, 833  
     Geroin, 833  
     Morfin, 833  
     Papaverin, 833  
 Kaliy, 419, 427  
     birikmalari, 429  
 kaliyli o'g'itlar, 584  
 Kalsiy, 430, 437  
     birikmalari, 439  
     gidroksid, 440  
 Karbon kislotalar  
     masalalarning yechimlari,  
     769  
     Nomlanishi, 763  
     xossalari, 766  
 karrali nisbatlar qonuni, 198  
 Karrali nisbatlar qonuni, 30  
 katalitik zahar, 337  
 kataliz, 335  
 katalizator, 333  
 Kauchuk, 691  
 Ketonlar, 751  
     Izomeriyasi, 753  
     masalalarning yechimlari,  
     759  
     xossalari, 755  
 Kimyo fani, 7  
 Kimyoviy bog'lanish, 113  
 Kimyoviy bog'lanish  
     masalalar yechimlari, 138  
 Kimyoviy element, 79  
 Kimyoviy elementdir, 29  
 Kimyoviy hodisa, 27  
 kimyoviy hodisalar, 7  
 Kimyoviy muvozanat, 343  
     Le-Shatelye prinsipi, 350  
     masalalarning yechimlari,  
     345  
     Masalalarning yechimlari,  
     354, 360  
     muvozanat  
     konsentratsiya, 344  
     muvozanat konstantasi,  
     344  
     kimyoviy tarkib, 27  
 Kislorod, 77, 591  
 Kislotalar, 257, 287  
 Klechkovskiy qoidasi, 62  
 Ko'mir, 544, 719  
 Ko'p atomli spirtlar, 732  
     Kimyoviy xossalari, 732  
 Kobalt, 488  
     birikmalari, 490  
 konsentratsiya ta'siri  
     masalalarning yechimlari,  
     325  
 Kovalent bog'lanish. Qar.  
 kimyoviy bog'lanish.  
 Kovalent bog'lanish

- qutbli, 117  
 Qutbsiz, 116  
 Kraxmal, 791  
 Kremniy, 541, 550  
     birikmalari, 551  
 kripton, 622  
 Kristall panjaralar, 180  
     Atomli, 182  
     Ionli, 185  
     Metall, 186  
     Molekulyar, 184  
 ksenon, 622  
 Ksenon  
     birikmalari, 624  
 Kumush, 498  
     birikmalari, 502  
 Kvant sonlar, 54  
     Bosh, 55  
     magnit, 59  
     orbital, 56  
     spin, 60  
 Kvantlar nazariyasi, 43  
 Lantanoidlar, 511  
     birikmalari, 513  
 Layman seriyasi, 48  
 Le-Shatelye prinsipi  
     bosimning ta'siri, 352  
     hajmning ta'siri, 353  
     haroratning ta'siri, 352  
     konsentratsiya ta'siri, 351  
 Lity, 419  
     birikmalari, 422  
     oksid, 422  
 Magnit kvant son, 59  
 Magniy, 430  
     birikmalari, 435  
     oksid, 436  
 Magniyorganik birikmalar,  
 845  
 makroelementlar, 583  
 maltoza, 789  
 Marganes, 473  
     birikmalari, 476  
 massa defekti, 190  
 Massa deffekti, 78  
 massaning saqlanish qonuni,  
 188  
 Metall bog'lanish, 132  
 Metallar korroziyasi, 382,  
 384  
 Metallarning  
 elektrokimyoviy  
 kuchlanishlar qatori, 378  
 Metallorganik birikmalar,  
 842  
     Lityorganik birikmalar,  
     843  
     Misorganik birikmalar,  
     843  
     Natriyorganik birikmalar,  
     843  
 Metan, 547  
 mikroelementlar, 583  
 Mikrozarrahalarining  
 xususiyatlari, 50  
 minimal energiya prinsipi,  
 63  
 Mis, 498



- birikmalari, 502, 504
- qotishmalari, 501
- tabiiy birikmalari, 500
- Mishyak, 561, 587
  - birikmalari, 588
- modda, 6, 27
- Molekula, 27, 28
- molyal konsentratsiya
  - masalalarning yechimlari, 254
- molyar konsentratsiya
  - masalalarning yechimlari, 245
- Murakkab efirlar, 773
  - masalalarning yechimlari, 778
  - xossalari, 774
- Natriy, 419, 423
  - birikmalari, 424
- Neft, 720
- neon, 622
- Neytron, 84
- Nikel, 492
  - birikmalari, 495
- Nitrobirikmalar, 799
  - Fizik xossalari, 800
  - Olinishi, 800
  - xossalari, 801
- noorganik kimyo, 7, 404
- normal konsentratsiya
  - masalalar yechimlari, 251
- Nuklein kislotalar, 834
- Oksidlanish darajasi, 134
- Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, 362
  - elektron balans usuli, 365
  - masalalarning yechimlari, 370
  - turlari, 364
  - yarim reaksiyalar usuli, 367
- Oksidlar, 280
  - oksidlovchilar, 368
  - oksidlovchilik, 363, 368
- Oksidlovchilik, 107
- olmos. Qar. Uglerod
- Oltin, 498
  - birikmalari, 502, 504
- Oltinugurt
  - birikmalari, 595
  - kuporos moyi, 602
  - oksidlari, 597
  - Sulfat kislota, 600
  - sulfit kislota, 598
  - tiosulfat kislota, 598
- Oq fosfor. Qar. Fosfor
- Oqsillar, 819
  - Xossalari, 822
- Organik birikmalarning kimyoviy tuzilish nazariyasi, 640
- organik kimyo, 7
- Organik kimyo, 632, 634
- organik o'g'itlar, 583
- Oriyentatsion o'zaro ta'sir kuchlari, 177
- Ozon, 592

- Pauli prinsipi, 60, 63  
 Pirazol hosilalari, 832  
     Analgin, 832  
 Piridin hosilalari, 832  
     Nikotin, 832  
     Nikotin kislota amidi, 832  
 Pirrol hosilalari, 829  
     Porfin, 829  
     porfirinlar, 829  
     Vitamin B12, 831  
     xlorofill, 830  
 Platina, 497  
 Polikondensatlanish  
 reaksiyasi, 863  
 Polimerlar, 859  
 Poloniy, 602, 603  
     birikmalari, 604  
 Pozitron, 84  
 promotor, 337  
 Proton, 84  
 Purin hosilalari, 833  
     Kofein, 833  
     Siydik kislotalari, 833  
 Qalay, 78, 541, 558  
     birikmalari, 560  
 qaytar reaksiyalar, 343  
 qaytaruvchilar, 369  
 qaytaruvchilik, 363, 368  
 Qaytaruvchilik, 107  
 qaytmas reaksiyalar, 342  
 Qo'rg'oshin, 78, 541, 558  
 Qo'rg'oshinorganik  
 birikmalar, 850  
 Qo'rg'oshin  
     birikmalari, 560  
 Radioaktivlik, 32  
 Radiy, 430  
 radon, 622  
 reaksiya tezligi, 320  
     bosim ta'siri, 329  
     haroratning ta'siri, 332  
     katalizator ta'siri, 333  
     konsentratsiya ta'siri, 322  
 reaksiya unumi, 191  
     masalalar yechimlari, 192  
 reaksiyaning issiqlik effekti,  
 306  
 Rentgen nurlari, 32  
 rentgen spektrlari, 38  
 Rezerford modeli, 46  
 Riboza, 788  
 Ridberg konstantasi, 43  
 Rubidiy, 419, 427  
     birikmalari, 429  
 Rux, 505  
     birikmalari, 508  
 Ruxorganik birikmalar, 847  
 Saxaroza, 789  
 s-elementlari  
     masalalarning yechimlari,  
 445  
 Selen, 602, 603  
     birikmalari, 604  
 Selluloza, 793  
 Sement, 556  
 Seziy, 419, 427  
     birikmalari, 429  
 Shisha, 555

- Shredinger tenglamasi, 53
- Sikloalkanlar, 666  
 fizik xossalari, 669  
 Ishlatilishi, 671  
 izomeriyasi va  
 nomenklaturasi, 666  
 Kimyoviy xossalari, 670
- Silan, 553
- Silikat kislota, 554
- Sikloalkanlar  
 Olinishi, 671
- Simob, 505  
 birikmalari, 508
- Sintetik yuvish vositalari,  
 777
- Skandiy, 457
- Spin kvant son, 60
- Spirtlar, 726  
 Fizik xossalari, 728  
 Izomeriyasi, 727  
 masalalarning yechimlari,  
 735, 751
- Stronsiy, 430, 437  
 birikmalari, 439  
 gidroksid, 440
- Su'niy radioaktivlik, 83
- Surma, 561, 587  
 birirkmalari, 588
- Suv  
 qattiqlik, 442
- Suvning elektrolitik  
 dissotsilanishi, 271  
 suyiltirish qonuni, 358  
 masalalarning yechimlari,  
 360
- Tabiiy gaz, 723
- Talliy, 528, 538  
 birikmalari, 540
- tarkibning doimiylik qonuni,  
 195
- Tarkibning doimiylik qonuni  
 masalalar yechimi, 196
- tebranish chastotasi, 42
- Tellur, 602, 603  
 birikmalari, 604
- Temir, 78, 480, 481  
 birikmalari, 483  
 olinishi, 482
- Titan, 459  
 birikmalari, 462
- to'yingan eritma, 218
- Tomson modeli, 33
- Tuzilish formulasi, 135
- Tuzlar, 259, 294  
 gidroliz, 301  
 masalalarning yechimlari,  
 303
- Uglerod, 76, 541  
 birikmalari, 546
- Uglerod(IV) oksidi, 548
- Uglevodlar, 782  
 masalalarning yechimlari,  
 797  
 xossalari, 783
- uglevodorodlar, 645
- Ulug'bek, 11
- umumiy kimyo, 7



- V guruh p-elementlar  
fizik-kimyoviy tavsif, 562
- V guruh p-elementlari, 561
- Valentlik, 133
- Vanadiy, 463  
birikmalari, 465
- Van-der-Vaals kuchlari, 176
- VI guruh elementlari  
masalalarning yechimlari,  
606
- VI guruh p-elementlari, 589  
umumiy xossalari, 590
- Vismut, 561, 587  
birikmalari, 588
- vitamin PP. qar. Nikotin  
kislota amidi
- Vodorod, 76, 410  
birikmalari, 414  
Kimyoviy xossalari, 412  
masalalarning yechimlari,  
416
- Olinishi, 411  
umumiy tavsif, 411
- Vodorod bog'lanish, 180
- Vodorod ko'rsatkich (pH)  
masalalarning yechimlari,  
275
- Vodorod ko'rsatkich (pH),  
273
- xlor, 612
- Xorazmiy, 11
- Xrom, 467  
birikmalari, 469
- Yadro reaksiyalari, 82  
Masalalar yechimlari, 85
- Yens Yakob Berselius, 70
- yod, 612
- Yog'lar, 773
- yonish issiqligi, 310
- $\pi$ -komplekslarda, 852

## MUNDARIJA

I BO'LIM. UMUMIY KIMYO .....	6
1-BOB. KIMYO FANI VA UNING RIVOJLANISH TARIXI.....	6
1.1. Kimyo fanining maqsadi, vazifalari va tuzilishi.....	6
1.2. Kimyo fanining rivojlanishi.....	9
1.2. Kimyo fanining rivojlanishi.....	9
1.3. O'zbekiston kimyogar olimlarining kimyo fani rivojlanishiga qo'shgan hissalarini .....	15
1.4. Atom-molekulyar ta'limot.....	26
2-BOB. ATOM TUZILISHI VA XOSSALARI .....	30
2.1. Atom tuzilishi haqidagi ta'limotning shakllanishi.....	30
2.2. Rezerfordning atom tuzilishi haqidagi planetar nazariyasi .....	34
2.3. Elementlarning rentgen spektrlari va G.Mozli qonuni.....	36
2.4. Atomlarning spektrlari.....	40
2.5. Atom elektron qobig'i tuzilishining N. Bor nazariyasi	44
2.6. Atomning elektron qobig'i tuzilishi haqidagi kvanto- mexanik tasavvurlar .....	49
2.7. E.Shredinger tenglamasi .....	51
2.8. Kvant sonlar .....	53
2.9. Elektron pog'ona, pog'onacha va orbitallarga elektronlarning joylashishi. Klechkovski qoidasi. Pauli prinsipi va Hund qoidasi.....	61
2.10. Atom yadrosining tarkibi. Nisbiy va absolyut atom massa.....	68
2.11. Izotop. Izobar. Izoton.....	75
2.12. Yadro reaksiyalari.....	81
2.13. Sun'iy radioaktivlik .....	82
2.14. Davriy qonunning kashf etilishi.....	88
2.15. Davriy jadval va uning tuzilishi.....	91

2.16. Elementlarning davriy va davriy bo'lmagan xossalari .....	95
2.17. Elementlar gidridlarining va gidroksidlarining xossalari .....	107
<b>3-BOB. KIMYOVIY BOG'LANISHNING ASOSIY TAVSIFLARI. KIMYOVIY BOG'LANISH TURLARI..</b>	<b>112</b>
3.1. Kimyoviy bog'lanishlarning vujudga kelishi .....	112
3.2. Kovalent bog'lanish .....	114
3.3. Kovalent bog'lanishning yo'naluvchanlik va to'yinuvchanlik xossalari .....	117
3.4. Kimyoviy bog'lanishning va molekulaning dipol momenti .....	125
3.5. Donor-akseptorli bog'lanish .....	127
3.6. Ionli bog'lanish .....	129
3.7. Metall bog'lanish .....	131
3.8. Birikmalardagi element atomlarining valentligi va oksidlanish darajasi .....	132
<b>4-BOB. MODDA TUZILISHI .....</b>	<b>141</b>
4.1. Moddalarning agregat holatlari .....	141
4.2. Gaz holati. Gey-Lyussakning hajmiy nisbatlar qonuni. Avogadro qonuni .....	142
4.3. Gazlarning zichligi va nisbiy zichligi haqida tushuncha .....	146
4.4. Ideal gaz qonunlari. Gazlarning holat tenglamasi .....	167
4.5. Molekulalararo Van-der-Vaals kuchlari .....	175
4.6. Vodrod bog'lanish .....	178
4.7. Qattiq holat. Kristall panjaralar .....	179
4.8. Atom kristall panjara. Oddiy moddalar. Allotropiya. ....	181
4.9. Molekulyar kristall panjara .....	183
4.10. Ionli kristall panjara .....	184
4.11. Metall kristall panjara .....	185
<b>5-BOB. KIMYONING STEXIOMETRIK QONUNIYATLARI .....</b>	<b>187</b>
5.1. Massaning saqlanish qonuni .....	187



5.2. Moddalar tarkibining doimiylik qonuni.....	194
5.3. Karrali nisbatlar qonuni .....	197
5.4. Ekvivalentlar qonuni.....	201
<b>6-BOB. DISPERS SISTEMALAR. ERITMALAR.</b>	
<b>ELEKTROLITIK DISSOTSILANISH NAZARIYASI .....</b>	<b>210</b>
6.1. Sof moddalar. Aralashmalar. ....	210
6.2. Dispers sistemalar. ....	212
6.3. Eritmalar .....	215
6.4. Erish jarayoni. Erish issiqligi.....	215
6.5. To‘yingan eritma va eruvchanlik koeffitsiyenti .....	217
6.6. Gazlarning suyuqliklarda eruvchanligi.....	222
6.7. Eritmalar konsentratsiyasi .....	223
6.8. Molyar konsentratsiya .....	243
6.9. Normal konsentratsiya .....	249
6.10. Molyal konsentratsiya.....	252
6.11. Eritma titri.....	254
6.12. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi .....	256
6.13. Dissotsilanish darajasi .....	263
6.14. Suvning elektrolitik dissotsilanishi.....	271
6.15. Vodorod ko‘rsatkich (pH).....	273
<b>7-BOB. NOORGANIK BIRIKMALARNING ENG</b>	
<b>MUHIM SINFLARI .....</b>	<b>279</b>
7.1. Oksidlar .....	280
7.2. Oksidlarning sinflanishi .....	281
7.3. Asoslar .....	284
7.4. Kislotalar.....	287
7.5. Tuzlar .....	294
7.6. Tuzlar gidrolizi .....	301
<b>8-BOB. KIMYOVIY TERMODINAMIKA .....</b>	<b>306</b>
8.1. Kimyoviy jarayonlar termodinamikasi.	
Termodinamikaning birinchi qonuni .....	306
8.2. Gess qonuni .....	311
8.3. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya.....	312
<b>9-BOB. KIMYOVIY KINETIKA .....</b>	<b>320</b>

9.1. Kimyoviy reaksiya tezligi. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir qiluvchi omillar .....	320
9.2. Reaksiya tezligiga konsentratsiya ta'siri. Massalar ta'siri qonuni .....	322
9.3. Reaksiya tezligiga sistema bosimining ta'siri .....	329
9.4. Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri. Vant-Goff qoidasi .....	332
9.5. Reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri. Katalitik jarayonlar .....	333
9.6. Gomogen va geterogen kataliz. Adsorbsiya .....	335
10-BOB. KIMYOVIY MUVOZANAT .....	342
10.1. Qaytar va qaytmas reaksiyalar .....	342
10.2. Kimyoviy muvozanat. Muvozanat konstantasi .....	343
10.3. Muvozanatning siljishi, Le-Shatelye prinsipi .....	350
10.4. Eritma muvozanati .....	357
11-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH JARAYONLARI .....	362
11.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari .....	362
11.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari .....	364
11.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish .....	365
11.4. OKSIDLOVCHILAR VA QAYTARUVCHILAR .....	368
11.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga muhitning ta'siri .....	369
12-BOB. ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR .....	377
12.1. Galvanik elementlar .....	377
12.2. Metallar korroziyasi haqida tushuncha. Korroziya turlari .....	382
12.3. Metallar korroziyasi oldini olish .....	384
12.4. Elektroliz jarayoni .....	386
12.5. Elektroliz qonunlari .....	391

## II BO'LIM. NOORGANIK KIMYO

13-BOB. D.I.MENDELEYEV DAVRIY JADVALIDAGI KIMYOVIY ELEMENTLAR .....	404
---------------------------------------------------------------------	-----

13.1. Davriy jadvalda kimyoviy elementlarning joylashuvi.....	404
13.2. S- va p-elementlar.....	406
13.3. Vodorod.....	410
14-BOB. DAVRIY JADVALNING S-ELEMENTLARI..	419
14.1. I guruh s-elementlari.....	419
14.2. II guruh s-elementlari .....	430
15-BOB. DAVRIY JADVALNING D-ELEMENTLARI..	454
15.1. Davriy jadval d-elementlarining umumiy tavsifi.....	454
15.2. III guruh d-elementlari.....	457
15.3. IV guruh d-elementlari .....	459
15.4. V guruh d-elementlari.....	463
15.5. VI guruh d-elementlari .....	467
15.6. VII guruh d-elementlari .....	473
15.7. VIII guruh d-elementlari.....	480
15.8. I guruh d-elementlari .....	498
15.9. II guruh d-elementlari.....	505
16-BOB. DAVRIY JADVALNING F-ELEMENTLARI..	511
16.1. Lantanoidlar oilasi .....	511
16.2. Aktinoidlar oilasi .....	515
17-BOB. DAVRIY JADVALNING P-ELEMENTLARI..	528
17.1. III guruhning p-elementlari.....	528
17.2. IV guruh p-elementlari .....	541
17.3. V guruh p-elementlari.....	561
17.4. VI guruh p-elementlari .....	589
17.5. VII guruh p-elementlari .....	612
17.6. VIIIA guruhcha elementlari.....	623
<b>III BO'LIM. ORGANIK KIMYO</b>	
18-BOB. ORGANIK KIMYOGA KIRISH.....	632
18.1. Organik kimyo fanining shakllanishi. Organik moddalar haqida dastlabki tushunchalar.....	632
18.2. Butlerovning organik birikmalar tuzilish nazariyasining yaratilishi. Organik moddalarning sinflanishi.....	637



19-BOB. UGLEVODORODLAR .....	645
19.1. To'yingan uglevodorodlar .....	645
19.2. Sikloalkanlar .....	666
19.3. To'yinmagan uglevodorodlar. Alkenlar .....	672
19.4. Diyen uglevodorodlar. Kauchuk.....	685
19.5. Alkinlar. Atsetilen.....	694
19.6. Aromatik uglevodorodlar (arenlar).....	706
19.7. Uglevodorodlarning tabiiy manbalari.....	720
20-BOB. KISLORODLI ORGANIK BIRIKMALAR.....	728
20.1. Spirtlar .....	728
20.2. Fenollar. Ularning xossalari va ishlatilishi .....	743
20.3. Oddiy efirlar.....	750
20.4. Karbonilli birikmalar. Aldegidlar va ketonlar .....	754
20.5. Karbon kislotalar .....	766
20.6. Murakkab efirlar. Yog'lar.....	776
20.7. Uglevodlar va ularning sinflanishi. Mono-, di- va polisaxaridlar .....	785
21-BOB. AZOTLI ORGANIK BIRIKMALAR.....	803
21.1. Nitrobirikmalar .....	803
21.2. Aminlar .....	806
21.3. Aminokislotalar va ularning xossalari.....	817
21.4. Oqsillar. Tarkibi, tuzilishi va xossalari.....	824
21.5. Geterosiklik birikmalar. Purin va pirimidin asoslari .....	831
21.6. Geterosiklik birikmalarning ayrim hosilalari.....	834
21.7. Nuklein kislotalar.....	839
22-BOB. ELEMENTORGANIK BIRIKMALAR .....	847
22.1. Metallorganik birikmalar .....	847
22.2. II guruh metallarining organik birikmalari .....	850
22.3. III guruh metallarining organik birikmalari.....	853
22.4. IV guruh metallarining organik birikmalari .....	855
22.5. Oraliq metallarining organik birikmalari.....	856
22.6. Bororganik birikmalar .....	859
22.7. Kremniyorganik birikmalar .....	861

<b>23-BOB. SINTETIK YUQORI MOLEKULAR</b>	
<b>BIRIKMALAR .....</b>	<b>864</b>
<b>23.1. Polimerlar .....</b>	<b>864</b>
<b>23.2. Sun'iy va sintetik tolalar .....</b>	<b>871</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR .....</b>	<b>875</b>
<b>PREDMET KO'RSATKICH.....</b>	<b>877</b>

*O'quv-uslubiy nashr*

I.R.ASQAROV, Sh.H.ABDULLAYEV,  
O.Sh.ABDULLAYEV

KIMYO

OLIV O'QUV YURLARIGA KIRUVCHILAR VA  
IQTIDORLI TALABALAR UCHUN O'QUV QO'LLANMA

Muharrir  
Ma'mura QUTLIYEVA

Badiiy muharrir  
Uyg'un SOLIHOV

Musahhih  
Madina MAHMUDOVA

Sahifalovchi  
Sunnat MUSAMEDOV

Texnik muharrir  
Umidbek YAXSHIMOV

Litsenziya raqami: AI № 252, 2014-yil 2-oktabrda berilgan.

Bosishga 2016-yil 13.12.da ruxsat etildi.

Bichimi 84x108 1\32.

Bosma tobog'i 28,0. Shartli bosma tobog'i 47,04.

Garnitura «Times New Roman». Ofset qog'ozi.

Adadi 5000 nusxa. Buyurtma № 264.

Bahosi kelishilgan narxda.

«Yangi asr avlodi» NMMda tayyorlandi va chop etildi.

100113. Toshkent, Chilonzor-8, Qatortol ko'chasi, 60.

***Murojaat uchun telefonlar:***

Nashr bo'limi – 147-00-14; 129-09-72;

Marketing bo'limi – 128-78-43; 397-10-87; faks – 273-00-14;

e-mail: [yangiasravlodi@mail.ru](mailto:yangiasravlodi@mail.ru)