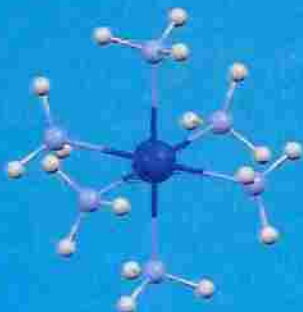


Osb. 2  
546  
N-66

**Sh.A. Kadirova  
D.S. Raxmonova  
S.R. Razzoqova  
B.S. Torambetov**

# **NOORGANIK KIMYODAN AMALIY MASHG'ULOT VA NAZORAT SAVOLLARI**



Oxb. 2

546

N-66

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLYI TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI  
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

**SH.A.KADIROVA, D.S. RAXMONOVA,  
S.R.RAZZOQOVA, B.S.TORAMBETOV**

**NOORGANIK KIMYODAN AMALIY  
MASHG'ULOT VA NAZORAT  
SAVOLLARI**

**O'ZMU  
KIMYO  
FAKULTETI  
ARM**

**Toshkent  
"Shafolat nur fayz"  
2023**

UO'K 546(076.5)(075.8)

KBK 24.1ya73

N 71

Noorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar va nazorat savollari [Matn]: o'quv qo'llanma / Sh.A. Kadirova, D.S. Raxmonova, S.R. Razzoqova, B.S. Torambetov. - Toshkent: Shifoat nur fayz, 2023. - 224 b.

Noorganik kimyodan amaliy mashg'ulot va nazorat savollari o'quv qo'llanmasi universitetlarning kimyo fakultetlari uchun namunaviy o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi. Har bir oliy o'quv yurti uchun o'z imkoniyatlarini hisobga olgan holda rejani o'zgartirish mumkin.

Учебное пособие практические занятия и контрольные вопросы по неорганической химии рекомендованы для изучения для химических факультетов университетов. Каждое высшее учебное заведение исходя из возможностей может внести изменения в план.

Study guide practical lessons and test questions in inorganic chemistry is recommended for study for the chemical faculties of universities. Each higher education institution, based on the possibilities, can make changes to the plan.

**Mualliflar:**

Sh.A. Kadirova - O'zMU Kimyo fakulteti dekani, k.f.d., prof.

D.S. Raxmonova - O'zMU Kimyo fakulteti noorganik kimyo kafedrasini mudiri, k.f.n., dotsent

S.R. Razzoqova - O'zMU Kimyo fakulteti noorganik kimyo kafedrasini dotsenti, PhD

B.S. Torambetov - O'zMU Kimyo fakulteti noorganik kimyo kafedrasini dotsenti, PhD

**Taqrizchilar:**

Z.A. Smanova - O'zMU Kimyo fakulteti analitik kimyo kafedrasini mudiri, k.f.d., prof.

Z.Ch. Kadirova - O'zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi direktor o'rinbosari, k.f.d.

Mazkur o'quv qo'llanma noorganik kimyo kafedrasining 11.03.2020 yildagi 14-sonli majlisida maqullangan.

Kimyo fakulteti uslubiy kengashining 16.03.2021 yildagi 5-sonli majlisida nashrga tavsiya etilgan.

ISBN 978-9910-9723-7-9

© Sh.A. Kadirova va boshqalar – 2023

© "Shifoat nur fayz" nashriyoti – 2023

## KIRISH

Noorganik kimyodan amaliy mashg'ulot va nazorat savollari umumiy va elementlar kimyosiga taalluqli bo'lib, nazariy hamda tavsifiy ma'lumotlarni o'rganish bilan uzviy bog'liqdir.

Amaliy mashg'ulotlarda masalalarni ishlash va nazorat savollariga javob berish kimyo fanini ilmiy nazariy bilim asoslarni egallashning muhim omilidir. U talabalarda mustaqil fikrlash qobiliyatini o'stirishda, ularning nazariy bilim va tushunchalarini mustahkamlashda hamda bu bilimlarni amalda tadbiiq etishda muhim rol o'ynaydi. Masalalar yechish o'quvchi va talabalarda mehnatsevarlik, qat'iylik, ma'suliyatni his etish, mustaqillik, mantiqan fikrlash, iroda va xarakter hamda qo'yilgan maqsadga yetishga erishish kabi xislatlarni tarbiyalaydi.

O'quv qo'llanmada keltirilgan savollar va masalalar talabalarning o'z ustlarida mustaqil ishlashlarini talab etadi. Shu maqsad yo'lida barcha noorganik kimyo faniga qiziquvchilarga omad tilaymiz.

O'quv qo'llanma ba'zi kamchilik va nuqsonlardan xoli deb bo'lmaydi, albatta. O'z fikr-mulohazalarini bildirgan kitobxonlarga minnatdorchilik bildiramiz.

## 1 BOB. ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT, KIMYONING ASOSIY (STEXIOMETRIK) QONUNLARI

### Kimyoning asosiy qonunlari

Kimyoning asosiy qonunlarini bilishdan oldin kimyoviy reaksiyalar ya'ni kimyoviy jarayonlarda qanday reaksiyalar borishini va ularni qanday turlarga bo'linishini bilish zarur. Kimyoviy reaksiyalar o'ziga xos belgilarga asoslanib quyidagicha sinflanadi:

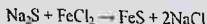
1. Dastlabki va hosil bo'luvchi moddalar tarkibiga kiradigan elementlar atomlarida oksidlanish darajasi o'zgarishi bo'yicha – oksidlanish-qaytarilish reaksiyolari;

2. Dastlabki va hosil bo'luvchi moddalarning soni va tarkibi jihatidan – ajralish, o'rin olish, birlash, almashinish reaksiyalari;

3. Reaksiyalar va sistemalar orasida issiqlik almashinishi jihatidan elzotermik (issiqlik chiqishi) va endotermik (issiqlik yutilishi) reaksiyalar;

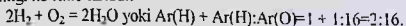
4. Reaksiyon jarayoning yo'nalishi jihatidan qaytar va qaytmas reaksiyalar.

**Modda tarkibining doimiylik qonuni.** Moddalar o'zaro ta'sirlashganda boshqa xil murakkab moddalar hosil bo'lish ham ularning miqdoriy nisabatlariga bog'liq. Masalan temir sulfid molekulasida bir atom temir bilan bir atom oltingugurtning birlashidan hosil bo'lgan. Ularda atom massalarining nisbati  $A_r(\text{Fe}):A_r(\text{S})=56:32$  ekanligi  $\text{FeS}$  formuladan ko'rinib turibdi. Bu massa nisbatlarni eng kichik butun sonlarda belgilasa, 7:4 bo'ladi. Temir sulfid tuzini hoshqqa usul bilan ham olish mumkin, masalan natiriy sulfid va femir (II) xlorid ta'sirlashuvidan:

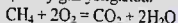


Avvalgi usulda ikkita oddiy moddaning birlashidan temir sulfid hosil bo'lgan bo'lsa; ikkinchi usulda u ikkita murakkab moddalar tarkibidagi elementlar atomlarining qayta guruhlantirishidan hosil bo'ladi. Shunga qaramay, har ikki usul bilan olingan temir sulfid tarkibidagi elementlarning massa nisbatlari bir xil – 7:4.

Suv molekulasida formulasi  $\text{H}_2\text{O}$  dan ikki massa qism vodorod bilan 16 massa qism kislorod birlashganligi ko'rinib turibdi:



Bunda eng kichik massa nisbatlar 1:8 bo'ladi. Suv molekulasida faqat vodorod va kislorod molekularining ta'sirlashuviga emas, balki boshqa kimyoviy reaksiyalar paytida ham hosil bo'ladi. Masalan, tabiiy gaz yonganda:



Bu misollardan quyidagicha xulosa qilish mumkin. Har qanday sof modda qayerda va qanday usul bilan olinishidan qat'iy nazar bir xil o'zgarimas tarkibga ega bo'ladi.

**Karrali nisbatlar qonuni.** Karrali nisbatlar qonuni (J.Dalton 1804 yil) - agar ikki element o'zaro birlashib bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdori o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi.

Masalan, CO va  $\text{CO}_2$  tarkibiga 12 g uglerodga 16 g va 32 g O to'g'ri keladi, ya'ni bir xil massadagi uglerod atomiga to'g'ri keluvchi kislorod massa nisbati 1:2 ga teng. Buni yana azot oksidlarida ham ko'rish mumkin. Azotning tegishli  $\text{N}_2\text{O}$ , NO,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$  ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) va  $\text{N}_2\text{O}_5$  oksidlarida 14 g azotga 8, 16, 24, 32 va 40 g O to'g'ri keladi. Ya'ni bir xil massadagi (7 g) azotga to'g'ri keladigan kislorod massa nisbati tegishli 1:2:3:4:5.

Yana shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, hozirgi zamonda bu qonun gazsimon yoki bug'simon holatdagi birikmalar uchun to'g'ri keladi. Qattiq holatdagi moddalar uchun bu qonunga bo'ysunmaslik holatlari kuzatilishi mumkin

**1-masala.** Vodород bilan kislorod elementlari o'zaro ikki xil birikma suv va vodород peroksidini hosil qiladi. Bularda 1,008 massa qism vodородga to'g'ri keladigan kislorod massa nisbatini aniqlang.

**Yechish.**  $H_2O$  - suvda 1,008 g vodородga 8,00 g kislorod to'g'ri keladi. Vodород peroksidida esa ( $H_2O_2$ ) 1,008 g vodородga 16,00 g kislorod to'g'ri keladi. Demak bu birikmalarda 1,008 g vodородga to'g'ri keladigan kislorod massa nisbati 8,00:16,00 yoki 1:2 ga teng.

**1-masala.** Reaksiya uchun 28 g oltinugurt va 8 g temir olib aralashma qizdirildi. Reaksiya oxirida aralashmada qaysi moddadan qancha qoladi?

**Yechish.** Dastlab reaksiya tenglamasini ifodalaymiz:  $Fe + S \rightarrow FeS$ .

Reaksiya tenglamasiga asosan moddalar miqdorlarini hisoblaymiz:  $v(Fe)=8/56=0,14$  mol;  $v(S)=28/32=0,875$  mol. Reaksiyadan ko'rinib turibdiki temir kam olingan ekan. Demak 8 g Fe to'liq sarflanib qancha massa FeS hosil bo'lishini aniqlaymiz:

56 g Fe sarflansa ——— 88 g FeS hosil bo'ladi

8 g Fe sarflansa ——— x g FeS hosil bo'ladi

$x=8 \cdot 88/56=12,57g$ .

Endi 8 g temir bilan qancha S reaksiyaga kirishishini topamiz:

56 g Fe bilan ——— 32 g S sarflanadi

8 g Fe bilan ——— x g S sarflanadi

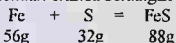
$x=8 \cdot 32/56=4,57g$  S sarflanadi.

Qolgan S miqdori esa 23,43 g (28-4,57) g ga teng.

**2-masala.** Tarkibiga quyidagi elementlar atomlari kiradigan moddalarning molekula formulalarini yozing: a) alyuminiyning ikkita atomi bilan kislorodning uchta atomi; b) kalsiyning bir atomi bilan uglerodning bir atomi va kislorodning uch atomi; v) misning bir atomi bilan xlorning ikki atomi; g) misning ikki atomi bilan oltinugurtning bir atomi. Shu moddalar tarkibidagi elementlarning eng kichik massa nisbatlarini toping.

**Yechish.** a)  $Al_2O_3$  undagi eng kichik massa nisbat 9:8 ga teng; b)  $CaCO_3$  undagi eng kichik massa nisbat 10,3:12 ga teng; v)  $CuCl_2$  undagi massa nisbat 64:71 ga teng; g)  $Cu_2S$  undagi eng kichik massa nisbat 4:1.

**Moddalar massasining saqlanish qonuni.** Kimyoviy reaksiya tenglamasi uning miqdoriy tavsifi hisoblanadi. Kimyoviy reaksiya uchun elementlarning qancha atomi olingan bo'lsa, reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar molekulasida o'shancha atom saqlanadi. Masalan, temir bilan oltinugurt atomlari orasida boradigan reaksiyani olib ko'raylik:



Mashhur ingliz kimyogari Robert Boyl og'zi ochiq retortada turli metallarni qizdirib, metall solingan retortani tajribadan o'ldin ham, qizdirib sovutilgandan keyin ham tarozida tortib ko'rdi va tajribadan keyin retorta-ning massasi ko'payib qolganini aniqladi. Olim "kimyoviy reaksiyalar natijasida moddalar massasi o'zgaradi" degan noto'g'ri xulosaga keldi.

Oradan bir qancha vaqt o'tgach bu tajribani rus olimi M. V. Lomonosov takrorladi. U metallni og'zi kavsharlangan retortada qizdirdi. Retorta sovigandan keyin tortib ko'rilganda uning massasi qizdirishdan oldingi massasiga teng ekanligi aniqlandi. So'ngra retortaning uchini sindirib tajribani takrorlaganda tajribadan keyin uning massasi ortganligini kuzatdi. Bu tajriba tafsilotiga asoslanib M.V.Lomonosov "Tabiatda sodir bo'ladigan har qanday o'zgarishning mohiyati shundaki, biror jismdan qancha miqdor kamaysa, ikkinchi jisimga shuncha miqdor qo'shiladi". Demak, materiya biror joyda

kamaysa, ikkinchi joyda ortadi degan muhim xulosaga keladi. Demak, shunday qilib, M.V.Lomonosov 1748 yilda modda massasining saqlanish qonunini kashf etdi.

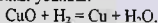
Oradan 41 yil o'tgach, mashhur fransuz olimi A.Lavuazye retortada metallarni qizdirish tajribasini mustaqil tarzda takrorlab metal qizdirganda hosil bo'lgan metall buyundisining massasi retorta ichidagi havo tarkibida bo'lgan kislorodning metall bilan birikishi hisobiga ortishini isbotladi va moddalar massasining saqlanish qonunini mustaqil kashf etdi.

Kimyoviy reaksiyaga kirishgan moddalarning massasi hosil bo'lgan moddalarning massasiga hamma vaqt teng bo'ladi. Bu xulosa moddalar massasining saqlanish qonuni deb yuritiladi. Bu qonun Lomonosov-Lavuazye qonuni deb ham ataladi.

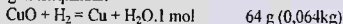
Moddalar massasining saqlanish qonunini kashf qilinishi: a) fanda aniq miqdoriy tajribalardan foydalanishga yo'l ochib berish bilan kimyo-ning fan sifatida rivojlanishiga imkon berdi; b) materiyaning abadiylikni, u yo'qdan bor bo'lmasligi va bordan yo'q bo'lmasligini ilmiy tarzda tushuntirib berdi; v) kimyoviy reaksiyalarning tenglamalari shu qonunga asoslanib to'g'ri yozilishini ta'minladi. Bundan tashqari, modda massasining saqlanish qonuni tabiatda uchramaydigan moddalarni tabiiy xom ashyolardan olishda ma'lum miqdor tayyor mahsulot olish uchun qancha xom ashyo (dastlabki moddalar) kerakligini reaksiya tenglamasi bo'yicha hisoblab topishga imkon beradi. 20 asr boshlarida massa saqlanish qonunini qayta ko'rib chiqishga to'g'ri keldi, chunki jism massasi uning tezligiga bog'liqligini e'tirof etadigan va materiyaning nafaqat miqdoroy balki harakatini ifodalaydigan nisbiylik nazariyasining kashf etilishi (A.Enshteyn, 1905 y.) bu qonunni noto'g'riligini ko'rsatardi. Jism tomonidan olingan energiya  $\Delta E$  uning massasini m oshishiga quyidagi nisbatda bog'liqdir  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ , bunda c – yorug'li tezligi. Kimyoviy reaksiyalarda bu munosabat ishlatilmaydi, chunki 1 kDj energiya massaning  $\sim 10^{-11}$  g ga o'zgarishiga to'g'ri keladi va  $\Delta m$  ni amaliy jihatdan o'lchab bo'lmaydi. Yadroviy reaksiyalarda esa  $\Delta E$  kimyoviy reaksiyalarga nisbatan  $\sim 10^6$  marta katta, shuning uchun  $\Delta m$  ni hisobga olish zarur.

**1-masala.** Sanoatda mis oksidiga (CuO) vodorod ta'sir ettirib 1,23 kg mis olindi. Shu reaksiyada necha mol mis oksidi ishtirok etgan?

**Yechish.** a) reaksiya tenglamasi yoziladi:



b) moddalar massasining saqlanish qonuniga asosan qancha mol mis oksiddan necha kg Cu olish mumkinligini aniqlanadi:



v) 1 mol CuO dan ——— 0,064 kg Cu olinsa

x mol CuO dan ——— 1,28 kg Cu olinadi

$x = 1,28 \text{ kg} / 0,064 \text{ kg} = 20 \text{ mol}$  yoki  $v = m/M = 1,28 \text{ kg} / 0,064 \text{ kg} = 20 \text{ mol}$ .

Demak, 1,28 kg Cu olinishi uchun 20 mol CuO reaksiyada ishtirok etishi zarur bo'ladi.

**2-masala.** Don saqlanadigan omborxonani zararkunanda hasharotlardan tozalash uchun oltinugurt oksidi (SO<sub>2</sub>) dan foydalanish mumkin. SO<sub>2</sub> (sulfit anhidrid) odatda oltinugurtni yondirib olinadi. 8 mol oltinugurt yonganda qancha massa yoki mol sulfit anhidrid hosil bo'ladi?

**Yechish.** a) reaksiya tenglamasi yoziladi:



b) tenglama bo'yicha SO<sub>2</sub> massasi aniqlanadi.



1 mol    64 g yoki 1 mol

8 mol    x g

1 mol S: 64 g (yoki 1 mol)  $SO_2 = 8 \text{ mol S} : x \text{ (x mol) } SO_2$

$x = 64 \cdot 8 / 1 = 512 \text{ g } SO_2$  yoki  $v = m/M = 512 / 64 = 8 \text{ mol } SO_2$

Demak, 8 mol oltinugurt yonganda 512 g yoki 8 mol sulfit anhidrid ( $SO_2$ ) hosil bo'ladi.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Materiya va uning harakati haqida tushuncha. Materiyaning turlari. Modda va maydon (antimodda, vakuum). A.Enshteyn tenglamasi.

2. Kimyoning asosiy stexiometrik qonunlari. Tarkibning doimiylik va karrali nisbatlar qonuni. Gaz qonunlari. Avagadro qonuni va undan kelib chiqadigan xulosalar. Hajmiy nisbatlar qonuni (Gay-Lyussak), gazlarning parsial bosinlari (Dalton) va ularning qo'llanilishi. Molekulyar tuzilishga ega bo'lmagan moddalar uchun stexiometrik qonunlarni qo'llanishining cheklanganligi.

3. Oddiy va murakkab moddalarning kimyoviy ekvivalenti haqida tushunchalar. Kimyoviy ekvivalentni aniqlash usullari: a) to'g'ridan-to'g'ri aniqlash usuli; b) analitik usul (foizda berilgan tarkibga ko'ra); v) siqib chiqarish usuli; g) elektrokimyoviy usul; d) jalmashinish reaksiyasidan foydalanib kislota, asos, tuzlarning ekvivalentini aniqlash usuli; e) oksidlanish-qaytarilish ekvivalenti.

4. Atom massalarini aniqlash usullari: a) Dyulong va Pt'i usuli; b) Kanissaro usuli; v) Izomorfitizmdan foydalanish usuli; g) Izotoplarning atom massalarini aniqlashda zamonaviy usullardan foydalanish. e) Elementning atom massasi, ekvivalenti va valentligi orasidagi munosabatlar.

5. Moddalarning gaz holatidagi qonunlar va ularning kimyoda roli.

6. Molekulyar og'irliklarni aniqlash usullari: a) Avagadro qonunidan kelib chiqadigan xulosalar asosida (gaz yoki bug'larning molyar hajmi va nisbiy zichligi asosida); b) gazning molyar hajmi va zichligi asosida molekulyar massani hisoblash; v) Mendeleev-Klapeyron tenglamasi asosida molekulyar massani hisoblash.

### Savol va topshiriqlar

1. Qanday qiymatlar molyar massa va molyar hajm deb ataladi?

2. Kislota va asoslarning to'la neytrallanish reaksiyalarida ular ekvivalentining molyar massasi nimaga teng? Misollar keltiring.

3. Ekvivalentning molyar massasi qiymatini oddiy va murakkab moddalar, oksid, kislota, asos va tuzlarda qanday aniqlanadi? Misollar keltiring.

4. Quyidagi reaksiyada  $K_2[Zn(OH)_4]$  tuzining ekvivalent massasi nechaga teng:  $K_2[Zn(OH)_4] + 4HCl = ZnCl_2 + 2KCl + 4H_2O$ ?

5. Avagadro doimiysi deb nimaga aytiladi? Atom va molekulyar massalarni aniqlashda undan qanday foydalaniladi?

6. Qanday sharoitda gazlar massalarining nisbati ularning nisbiy molekulyar yoki molyar massalarining nisbatiga teng?

7. Qanday qilib gazlarning holat tenglamasidan Mendeleev-Klapeyron tenglamasini keltirib chiqarish mumkin? Qanday qiymat universal gaz doimiyligi deyiladi uning birliklari qanday ifodalanadi.

8. 10 mol vodorod hajmi 20 litr balonda  $23^\circ C$  saqlanmoqda. Gazning balondagi bosimini hisoblang.

9. Gazlarning parsial bosimi ularning aralashmadagi hajmi va molyar ulushlari bilan qanday bog'lanishda bo'ladi.

10. Solishtirma va atom issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?

11. Nima uchun metallarning atom massalarining issiqlik sig'imi orqali aniqlash uchun ular elementlarning molyar massasi qiymatini bilish zarur.

12. Mo'l miqdordagi kislota bilan 0.5 gr metall o'zaro ta'sirlashganida 100 ml vodorod (n.sh.) hosil bo'ldi. Metallning solishtirma issiqlik sig'imi  $0.23 \text{ Dj}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  ga teng. Uning atomi massasining qiymati hisoblansin.

13. Suv normal sharoitda suyuq holatda gaz holatga o'tganida uning hajmi necha marta ortadi? Javobni hisoblar natijasida keltiring.

14. Qanday moddalar izomorf moddalar deyiladi.

15. Qandaydir bir siyrak yer elementning oksidi natriy xloridga izomorf bo'lib tarkibida 9.52% kislorodga ega. Ushbu elementning atom massasini va nomini aniqlang.

16. Zichlik va nisbiy zichlik deb nimaga aytiladi? Bu kattaliklar o'lchov birligiga egami?

17. Elementlarning nisbiy atom massalarini Kannitsaro usuliga binoan aniqlash vaqtida qanday moddalardan foydalanish mumkin?

18. Har biri 100 g iborat vodorod kislorod va uglerod (IV) oksid aralastirildi. Har bir gazning aralashmadagi hajmi va molyar ulushlarini toping.

19. Hajmi 3 l bo'lgan bo'sh kolbaga  $27^\circ\text{C}$  da tegishli 0.25 va 1.2 l (n.sh.) hajmlarda vodorod va azot kiritiladi. Kolbaning ichidagi bosim necha kPa ga teng?

## II BOB. KIMYOVIY TERMODINAMIKA ASOSLARI

Kimyoviy reaksiyalarda ko'pincha issiqlik tarzida energiya ajralib chiqadi yoki yutiladi. Reaksiya vaqtida issiqlik ajralib chiqsa, bu reaksiya ekzotermik, issiqlik yutilsa endotermik reaksiya deyiladi.

Kimyoviy reaksiya natijasida reaksiyaga kirishuvchi moddalarning energiya zahirasi o'zgaradi. Ekzotermik reaksiyada hosil bo'lgan moddalarning energiya zahirasi boshlang'ich moddalarnikidan kam, endotermik reaksiyada esa ko'p bo'ladi. Kimyoviy birikma hosil bo'lishida qancha energiya ko'p ajralib chiqsa, bu mahsulotlar shuncha barqaror bo'lishi mumkin. Aksincha, endotermik reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar o'zining beqarorligi bilan ajralib turadi va ular oson parchalanadi.

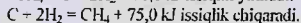
Reaksiya issiqlik effekti, ya'ni ajralib chiqayotgan yoki yutilayotgan issiqlik miqdori ko'rsatilgan kimyoviy tenglamalar termokimyoviy tenglama deyiladi. Bu tenglamalar moddalar massasining sasqlanish qonuni asosida tuziladi.

Endotermik reaksiyalar issiqlik effekti musbat (+), endotermik reaksiyalarda esa manfiy (-) ishora bilan yoziladi. Masalan: 1 mol  $\text{CH}_4$  bilan 2 mol  $\text{O}_2$  reaksiyaga kirishganda  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 212,4$  kkal issiqlik ajraladi. Bu –ekzotermik reaksiya. 1 mol kalsiy karbonat to'la parchalanganda  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 425,4$  kkal issiqlik yutiladi. Bu – endotermik reaksiya.

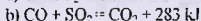
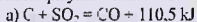
Oddiy moddalardan 1 mol murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning hosil bo'lish issiqligi deyiladi. Agar hosil bo'lish issiqligi  $25^\circ\text{C}$  va 760 mm sim. ust. da aniqlangan bo'lsa, u modda hosil bo'lishining standart issiqligi hisoblanadi va Q bilan ishoralanadi. Uning o'lchov birligi Joul bo'lib, 1 J = 4,184 kal ga teng. Bundan tashqari eV (elektron volt) 1 ev (1 mol modda uchun) = 96,48 kJ ham ishlatiladi.

Kimyoning kimyoviy reaksiyalar issiqlik effektlari miqdorini o'rganadigan bo'limi termokimyoyo deyiladi. Barcha termokimyoviy hisoblar termokimyoyo qonunlariga asoslangan. Bu qonunlar energiyaning saqlanish qonunidan kelib chiqadi. 1874 yilda Lavuazye va Laplas kashf etgan birinchi qonun quyidagicha ta'riflanadi: Har qaysi kimyoviy birikma uchun parchalanish issiqligi uning hosil bo'lish issiqligiga teng, lekin ishorasi qarama-qarshi bo'ladi.

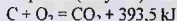
Masalan,



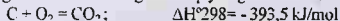
1840 yilda G.I.Gess ikkinchi qonuni tajriba asosida kashf etildi. Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonda ishtirok etayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liq bo'lib, reaksiyaning qanday usulda olib borilishiga bog'liq emas. Masalan  $\text{CO}_2$  ni ikki usulda hosil qilaylik. Birinchi usul quyidagi ikki bosqichdan iborat bo'lsin:



Ikkinchi usulda reaksiyani bosqichsiz (bir yo'la) olib boraylik



Bu reaksiyaning termodinamik tenglamasi quyidagidan iborat.



Endilikda Q ning o'miga  $\Delta H$  (entalpiya) dan foydalaniladi:  $\Delta H = -Q$ . Demak, ayrim bosqichlarning entalpiyalari yig'indisi umumiy jarayonning entalpiyasiga teng.

Kimyoviy reaksiyalarning entalpiyasini topish uchun reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisini ayirib tashlash kerak:

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

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

O'zgarish bosimda sodir bo'ladigan jarayonlarni harakatga keltiruvchi kuch - sistemada izobar potensialining o'zgarishi deb ataladi, uni  $\Delta G$  bilan ifodalanadi. Bu kattalik Gibbs energiyasi ham deyiladi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T\Delta S$$

Bu yerda  $\Delta H$  reaksiyaning entalpiya faktori,  $T\Delta S$  esa uning entropiya faktori deyiladi. Ular bir-biriga qarana-qarshi harakatlarni ifodalaydi.  $\Delta H$  sistemadagi tartibsizlik darajasini kamaytiradi.  $T\Delta S$  - tartibsizlik darajasini ko'paytiradi.  $\Delta G^\circ = 0$  bo'lganda entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo'ladi:

$$\Delta H = T\Delta S$$

Bu sharoitda sistema muvozanat holatga keladi. O'z-o'zicha boradigan reaksiyalar uchun  $\Delta G^\circ < 0$  bo'ladi. Bu yerda uchta muhim holat bo'lishi mumkin.

1. Reaksiyaning entalpiya faktori  $\Delta H^\circ$  ham,  $\Delta S$  ham reaksiyalarning borishiga yordam beradi: buning uchun  $\Delta H^\circ < 0$  va  $\Delta S > 0$  bo'lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

2. Reaksiyaning borishiga faqat reaksiyaning entalpiya faktori  $\Delta H^\circ$  yordam beradi. Bu holda  $\Delta H^\circ$  ning issiqlik qiymati katta bo'ladi. U manfiy qiymatga ega bo'ladi:  $-\Delta H < 0$ .

3.  $\Delta H^\circ > 0$  bo'lib, entropiya faktori  $\Delta H^\circ$  dan ancha katta bo'lganida ham reaksiya o'z-o'zicha borishi mumkin. Demak, ekzotermik reaksiyada entalpiya faktori  $\Delta H^\circ$  ning kamayishi entropiya faktori  $T\Delta S$  ning ortuvini "bosib ketadi" (qoplaydi). Endotermik reaksiyalarda (yuqori haroratlarda) entalpiya faktori entropiya faktorini bosa olmaydi.

**Entropiya.** Entropiya ( $\Delta S$ ) - sistemaning termodinamik funksiyasi bo'lib, u yopiq sistemalarda kimyoviy reaksiyalarning o'z-o'zidan kechish-kechmaslik imkoniyatini ko'rsatadigan mezondir.

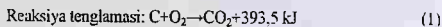
Reaksiya yopiq sistemada o'z-o'zidan ketsa, entropiya musbat ( $\Delta S > 0$ ), ketmasa manfiy ( $\Delta S < 0$ ) bo'ladi. Entropiya ham entalpiya singari Gess qonunidan kelib chiqadigan xulosalarga mos ravishda bosqichli reaksiya uchun umumiy reaksiyaning entropiyasi ayrim reaksiyalar entropiyalari yig'indisiga teng. To'g'ri reaksiyaning entropiyasi teskari reaksiyaning entropiyasiga son jihatdan teng bo'lib, qarana-qarshi ishoraga ega bo'ladi. Standart entropiya ham mahsulotlar standart entropiyalari yig'indisidan ta'sirlashuvchi moddalar entropiyalari yig'indisining ayirmasiga teng:

$$\Delta = -\Sigma S_{\text{mah}} - \Sigma S_{\text{ta's}}$$

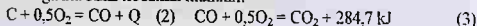
Bu yerda  $\Sigma S_{\text{mah}}$  va  $\Sigma S_{\text{ta's}}$  - reaksiya mahsulotlari va ta'sirlashuvchi moddalar standart entropiyalari yig'indisi.

**1-masala.** Agar uglerod (IV) oksid hosil bo'lish issiqligi 393,5 kJ, uglerod (II) oksid yonish issiqligi 284,7 kJ ga tengligi ma'lum bo'lsa, uglerod (II) oksid hosil bo'lish issiqligini hisoblang.

**Yechish.**



Bu reaksiyani ikki tenglama bilan ifodalash mumkin:



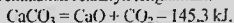
Demak, reaksiyalarning umumiy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Tenglamalardan (1 va 4) foydalanib, quyidagini olamiz:

$$Q + 284,7 = 393,5 \text{ bundan } Q = 393,5 \text{ kJ} - 284,7 \text{ kJ} = 108,8 \text{ kJ}$$

**2-masala.** CaO va CO<sub>2</sub> larning hosil bo'lish issiqliklari tegishli 635,1 va -393,5 kJ ga tengligi ma'lum bo'lsa, oddiy moddalardan kalsiy karbonat hosil bo'lish issiqligini hisoblang. Kalsiy karbonat parchalanish reaksiya tenglamasi:



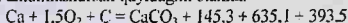
**Yechish.**

1. Reaksiya uchun Q qiymati topilishi lozim:  $Ca + C + 1,5O_2 = CaCO_3 + Q$ . Termokimyoning birinchi qonuniga binoan  $CaCO_3 = CaO + CO_2 - 145,3 \text{ kJ}$  tenglamadan  $CaO + CO_2 = CaCO_3 + 145,4 \text{ kJ}$  tenglamani olamiz.

2. Berilgan:  $Ca + 0,5O_2 = CaO + 635,1 \text{ kJ}$ .

3. Berilgan:  $C + O_2 = CO_2 + 393,5 \text{ kJ}$ .

Tenglamalarni umumlashtirsak quyidagini olamiz:



Birinchi va oxirgi tenglamani birgalikda ishlab quyidagi natijani olamiz:

$$Q = 145,3 \text{ kJ} + 635,1 \text{ kJ} + 393,5 \text{ kJ} = 1173,9 \text{ kJ}$$

**3-masala.** Kimyoviy reaksiyada ichki energiya o'zgarishini hisoblash. Quyidagi sistema uchun  $\Delta H_{298}^\circ$  va  $\Delta U$  larni aniqlang:  $2Cl_2 + 2H_2O(g) = 4HCl(g) + O_2$ .

$$\Delta H_{298}^\circ(H_2O) = -241,84 \text{ kJ/mol. } \Delta H_{298}^\circ(HCl) = 92,3 \text{ kJ/mol.}$$

**Yechish.** Ichki energiya  $\Delta U$  va entalpiya  $\Delta H$  quyidagicha munosabatda bog'liq:

$$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT,$$

Bu yerda  $\Delta n$  - gazsimon reaksiya mahsulotlari va boshlang'ich moddalar mol sonining o'zgarishi ( $\Delta n = \sum n_{\text{mahsul.}} - \sum n_{\text{bosh. mod.}}$ );

$$\Delta H = 4\Delta H_{298}^\circ(HCl(g)) - 2\Delta H_{298}^\circ(H_2O(g)) = 4(-92,3) - 2(-241,84) = -369,2 + 483,68 = 114,48 \text{ kJ; } \Delta n = 5 - 4 = 1; R = 8,3144 \text{ J/(mol}\cdot\text{K); } T = 298 \text{ K.}$$

Reaksiya uchun ichki energiya o'zgarishini topsak:

$$\Delta U = 114,48 - 1 \cdot 8,3144 \cdot 298 \cdot 10^{-3} = 112,0 \text{ kJ.}$$

Demak sistema ichki energiyasi 112,0 kJ ga oshadi.

**4-masala.** Fazaviy o'tishda ichki energiyaning o'zgarishini hisoblash. 250 g suvni 20°C da bug'lanishda ichki energiya o'zgarishini aniqlang. Bunda suv bug'i ideal gaz qonunlariga amal qiladi. Suyuqlik hajmini bug' hajmiga nisbatan hisobga olinmasligi mumkin. Suv bug'i hosil bo'lish nisbiy issiqligi 2451 J/g.

**Yechish.** Suv bug'langan H<sub>2</sub>O (s) → H<sub>2</sub>O (g) holat uchun  $\Delta n = 1$ . Suv bug'i hosil bo'lish issiqligi  $\Delta H$  ni topsak: 2451 J/g · 18g/mol = 44118 J/mol = 44,12 kJ/mol. Ichki energiya o'zgarishini aniqlashda bug'lanayotgan suv mollar soni

$$(250/18=13,89) \text{ hisobga olinadi: } \Delta U = (44,12 - 1 \cdot 8,3144 \cdot 293 \cdot 10^{-3}) \cdot 13,89 = 579,0 \text{ kJ.}$$

Demak, sistema ichki energiyasi 579,0 kJ ga oshadi.

**5-masala.** Fazaviy o'tishda entropiyaning o'zgarishini aniqlash.

Qo'rg'oshinning suyuqlanish nisbiy issiqligi 23040 J/kg ga teng. Uning suyuqlanish harorati 327,4°C. 250 g qo'rg'oshinning suyuqlanishida entropiya o'zgarishini toping.

**Yechish.** Moddaning bir agregat holatdan boshqasiga o'tishida entropiyaning o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:  $\Delta S = \Delta H/T$ , bu yerda  $\Delta H$  - teskari fazaviy o'tish issiqligi; T - fazaviy o'tish mutlaq (absolyut) harorati.

Entropiya o'zgarishini aniqlashda fazaviy aylanishga uchrayotgan moddaning massasini hisobga olish zarur. 250 qo'rg'oshinning suyuqlanish issiqligi: 23040 · 0,25 = 5760 J. Suyuqlanish mutlaq (absolyut) issiqligi: 327,4 + 273,0 = 600,4 K.

Qo'rg'oshinning 250 g massasi suyuqlanishida entropiyaning o'zgarishi:

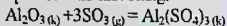
$$\Delta S = 5760/600,4 = 9,59 \text{ J/K.}$$

6-masala.  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g})$  reaksiyaning standart entropiyasini hisoblang va mazkur reaksiyaning yopiq sistemada o'z-o'zidan kechish-kechmasligini aniqlang.

**Yechish.** Ma'lumotlar bazasidan moddalarning standart entropiyalari olinib,  $\Delta S = \Sigma S_{\text{mah}} - \Sigma S_{\text{ta's}}$  formulasi qo'yilsa:

$\Delta S = \Sigma S_{\text{mah}} - \Sigma S_{\text{ta's}} = 2 \cdot 257 - (2 \cdot 248 + 205) = -187 \text{ kJ/K}$  hosil bo'ladi. Reaksiyaning entropiyasi manfiy bo'lganligi uchun bu reaksiya yopiq sistemada o'z-o'zidan kechmaydi.

7-masala. Reaksiyaning issiqlik effekti hisoblang.



**Yechish:**

$$\Delta H^\circ_{\text{tuz.}} \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) = -1675,1 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H^\circ_{\text{tuz.}} \text{SO}_3(\text{g}) = -396,1 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H^\circ_{\text{tuz.}} \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = -3434,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reaksiya}} = (\text{H}^\circ_{\text{tuz.}} \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) - (\text{H}^\circ_{\text{tuz.}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}^\circ_{\text{tuz.}} \text{SO}_3) = -3434 - [-1675,1 + 3(-396,1)] = -570,6 \text{ kJ/mol}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Kimyoviy reaksiyalarining issiqlik effektlari; endo- va ekzo- termik reaksiyalar. Sistemaning ichki energiyasi haqida tushuncha. Termodinamikaning birinchi qonuni va uning analitik ifodasi. Termokimyoviy tenglamalar. Termokimyoning asosiy qonuni (Gess qonuni). Gess qonunidan kelib chiqadigan xulosalar. Reaksiya entalpiyasi haqida tushuncha. Sistemaning ichki energiyasi va entalpiyasining o'zgarishini bog'lovchi tenglama.

2. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Sistemaning entropiyasi haqida tushuncha. Sistemaning entropiyasi bilan aniqlanadigan termodinamik ehtimollikni bog'lovchi Boltzman tenglamasi. Termodinamikaning uchinchi qonuni. Nemst teoremasi va uning modda entropiyasining son qiymatini hisoblashdagi ahamiyati.

3. Gibbsning erkin energiyasi haqida tushuncha. Izobar-izotermik potensial. Sistemaning erkin Gibbs energiyasi, entalpiyasi va entropiyasini bog'lovchi tenglama. "Bog'langan energiya" haqida tushuncha. Sistemaning isobar-izotermik potentsiali bilan muvozanat doimiyliigi o'rtasidagi bog'lanish.

4. Kimyoviy jarayonlarning yo'nalishini belgilovchi shartlar. Termodinamik nuqta nazardan jarayonlarning sodir bo'lish yoki bo'lmastligi haqida tushuncha. Muvozanat shartlari.

5. Ma'lum reaksiyalar uchun Gibbs energiyasi, entropiya va entalpiyaning o'zgarishi qiymatlarini hisoblash. Bu kattaliklarning standart bo'lmagan qiymatlarga o'tish. Standart temperaturada sodir bo'lmaydigan jarayonlarning sodir bo'ladigan temperaturasini aniqlash.

### Savol va topshiriqlar

1. Tashqi muhitdan ajratilgan sistemaning ichki energiyasi qanday qiymatga ega bo'ladi?
2. Qanday sharoitlarda entalpiyaning o'zgarishi  $\Delta H$  tashqi muhitdan olgan issiqlikka teng?
3. Sistema entalpiyasining o'zgarishi temperaturaga bog'liqmi? Jarayonda katalizator ishtirok etishi yoki etmasligigach?
4. Qanday holatda oddiy moddaning hosil bo'lish standart entalpiyasi nolga teng, qanday holatda – noldan farq qiladi? Misollar keltiring.
5.  $\text{NH}_3$  va  $\text{PH}_3$  larning hosil bo'lish standart entalpiyalarining qiymatlari tegishli ravishda quyidagicha:  $-46,2$  va  $+5,0 \text{ kJ/mol}$ . Bu qiymatga asoslanib,  $\text{NH}_3$  va  $\text{PH}_3$  larning o'zaro nisbatan barqarorligi to'g'risida qanday xulosa chiqarish mumkin?

6. Temperatura ortishi bilan sistemaning entropiyasi qanday o'zgaradi? Birikish va parchalanish reaksiyalari natijasidachi?
7. Nima sababdan oddiy moddaning hosil bo'lishi standart entalpiyasi nolga teng bo'la turib uning standart holatdagi entropiyasi nolga teng emas? Qanday sharoitlarda entropiyaning qiymati nolga teng bo'ladi?
8.  $\Delta H$  va  $\Delta S$  larning ishora bo'yicha qanday nisbatlarida: a) sistema muvozanatda bo'ladi? b) kinyoviy jarayon ekzotermik yoki endotermik reaksiya tomon yo'nalgan?
9.  $\Delta H$  va  $\Delta S$  larning ishora bo'yicha qanday qiymatlarida faqatgina ekzotermik jarayon sodir bo'ladi?
10. Endotermik reaksiyalarning sodir bo'lishi mumkinligi qanday tushuntiriladi va nima uchun temperatura ortishi bilan ularning ehtimoligi kattalashadi?
11. Nima uchun kuchli kislotani kuchli asos vositasida neytrallanish reaksiyasining entalpiyasi har xil kislotaga va asoslar uchun bir xil bo'ladi, kuchsiz kislotaga va kuchsiz asoslarning neytrallanish entalpiyalari esa ularning tabiatiga bog'liq?
12.  $\Delta G < 0$  bo'lganida hammasi vaqt ham reaksiya sodir bo'laveradimi? Javobingizni izohlang.
13. Tushuntiring, nima uchun  $\Delta H^\circ_{(freal\ bo'lish)}$  ( $Al_2S_3$ ) = -724 kJ/mol va  $\Delta H^\circ_{(freal\ bo'lish)}$  ( $Bi_2S_3$ ) = -724 kJ/mol ga teng ekanligiga qarab,  $Al_2S_3$  suvda oson parchalanadi,  $Bi_2S_3$  esa suvda barqarordir.
14. Standart sharoitda temir (III) oksidi suv bilan reaksiyaga kirishadimi? Javobni hisoblar asosida taklif qiling.
15. Ammoniy nitratning parchalanishi a) va b) oksidlanish-qaytarilish sxemalari bo'yicha hamda v) ammiak va kislotaga hosil bo'lish yo'li bo'yicha ketishi mumkin: a)  $NH_4NO_3(aq) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(l)$ ; b)  $NH_4NO_3(aq) \rightarrow N_2(g) + 1/2O_2(g) + 2H_2O(l)$ ; v)  $NH_4NO_3(aq) \rightarrow NH_3 + HNO_3(aq)$ . Hisoblar asosida 25°C va 600K larda qaysi reaksiyalarning ehtimoligi eng katta ekanligini aniqlang.
16. Agar reaksiyaning muvozanat doimiyligi K ning qiymati birdan katta bo'lsa, shu qaytar reaksiya uchun  $\Delta G^\circ$  ning ishorasi qanday bo'ladi?
17. Agar  $\Delta S < 0$  bo'lsa reaksiyaning muvozanat doimiyligining qiymati temperatura ortishi bilan qanday o'zgaradi?
18. Reaksiyaning muvozanat konstantasi 273K da  $5 \cdot 10^{-5}$  ga, 573K da esa  $2 \cdot 10^{-6}$  teng. Reaksiya  $\Delta H$  ning ishorasi qanday?
19. Reaksiyaning entalpiyasi ham entropiyasi ham temperaturaga bog'liq emas deb, kalsiy karbonatning parchalanishi boshlanadigan temperaturani aniqlang.
20. Ammiakning standart sharoitda oddiy moddalardan sintez qilish mumkin emasligini termodinamik hisoblash asosida isbotlang.
21. 15,2 g magniy oksidi hosil bo'lganda 305 kJ issiqlik ajralgan. Reaksiyaning issiqlik effekti qancha bo'ladi?
22. 2 mol fosfor yonganda 1505 kJ issiqlik chiqsa, 500 g fosfor yonganda qancha issiqlik ajraladi?
23. Mis (II) - oksiddan xlorid kislotaga ta'siridan 1 mol mis (II) xlorid o'lganda 63,6 kJ issiqlik ajraladi. 120 g mis (II) - oksidga kislotaga ta'sir ettirganda qancha issiqlik ajraladi?
24. 1 mol etilen yonganda 1400 kJ issiqlik ajralsa, 56 g; 3,5 mol va 67,2 l etilen ta'sirlashganda qancha issiqlik chiqadi?
25. 22,4 l atsetilen yonganda 1305 kJ issiqlik ajralsa, 2 mol; 224 l va 5,2 g atsetilen yonganda qanchadan issiqlik ajraladi?

26. Tarkibi ko'mir va suv bug'uridan tashkil topgan aralashmadan tarkibida 1 mol CO va 1 mol H<sub>2</sub> bo'lgan aralashma hosil qilish uchun 132 kJ issiqlik sarflangan bo'lsa, tarkibida 56 g CO va 44,8 l vodorod, 2,24 l CO va 0,2 g vodorod bo'lgan aralashmalar hosil qilish uchun qancha issiqlik sarflandi?

27. 2 mol oltinugurt (IV)-oksid yondirilganda 284,2 kJ issiqlik ajralsa, 6,4 g SO<sub>2</sub> yonganda qancha issiqlik ajraladi?

28. 4,2 g temirning oltinugurt bilan birkishidan 7,54 kJ issiqlik ajralib chiqqan. Temir sulfidning hosil bo'lish issiqligini hisoblang.

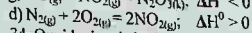
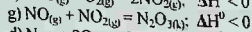
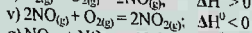
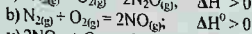
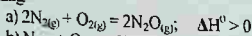
29. Xlorid kislova va natriy gidroksid orasida ketadigan reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozing. Bu reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.

30. Standart sharoitda suv bug'ining entropiyasi  $\Delta S^\circ_{298} \text{H}_2\text{O}_{(g)} = 188,74 \text{ J/mol}\cdot\text{grad}$ . Suyuq suvni esa  $\Delta S^\circ_{298} \text{H}_2\text{O}_{(s)} = 69,96 \text{ J/mol}\cdot\text{grad}$ . ga teng. Nima uchun bu qiymatlar bir-biridan farq qiladi?

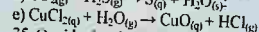
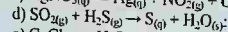
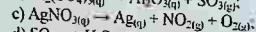
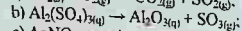
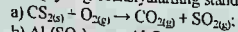
31. Gaz holatidagi ammiakning yonish natijasida azot (II) oksid va suv pari hosil bo'ladi. Bu reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozing. 1 mol NH<sub>3</sub> yonishdagi issiqlik effektini hisoblang.

32. 6,35 g mis (II) oksidini ko'mir bilan qaytarganda (CO hosil bo'ladi) 4,12 kJ issiqlik yutilgan. CuO ning hosil bo'lish entalpiyasini hisoblang.

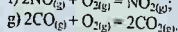
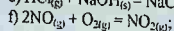
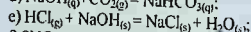
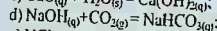
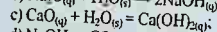
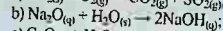
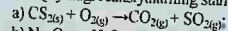
33. Quyidagi azot oksidlari hosil bo'lish reaksiyalarining qaysilari standart sharoitda, qaysilari esa faqat yuqori yoki past temperaturadagina o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkinligini ko'rsating



34. Quyidagi reaksiyalarning standart entalpiyasi qiymatlarini hisoblang:

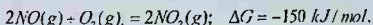


35. Quyidagi reaksiyalarning standart entropiyasi qiymatlarini hisoblang:

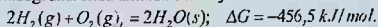


### III BOB. KIMYOVIY REAKSIYANING TEZLIGI

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



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



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

Kimyoviy reaksiyalar ikkiga bo'linadi: geterogen va gomogen reaksiyalar. Gomogen reaksiyalar faqat bir fazada, ya'ni suyuqlik yoki gaz fazasida amalga oshib, muhit bir jinsli bo'ladi. Reaksiya aralashlaning butun hajmi bo'ylab ketadi.

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

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi deb vaqt birligida moddalar miqdorining o'zgarishiga aytiladi. Reaksiya tezligi odatda reaksiyaga kirishayotgan yoki hosil bo'layotgan moddalardan birortasining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Reaksiyaning tezligi to'g'risida sistemaning biror-bir xossasi o'zgarishi (elektr o'tkazuvchanligi, rangi, bosimi, spektri) bilan fikr yuritish mumkin. Agar  $t_1$  vaqtdan  $t_2$  vaqtgacha reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birortasining konsentratsiyasi  $C_1$  dan  $C_2$  ga o'zgarsa,  $t_1$  dan  $t_2$  gacha bo'lgan vaqt oralig'ida reaksiyaning o'rtacha tezligi:

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

formula bilan ifodalanadi

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

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

$$v = \pm \frac{dC}{dt}$$

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

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

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

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

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

**Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar.** Kimyoviy reaksiyaning tezligi moddalarning tabiatiga, ularning konsentratsiyasiga, haroratga, bosimga katalizatorga bog'liq.

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

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

**Massalar ta'siri qonuni.** 1867 yilda norvegiyalik olimlar Guldberg va Vaagelar tomonidan ta'riflangan:

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

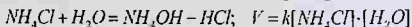
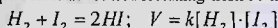
Reaksiyaning kinetik tenglamasi ifodasi:

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

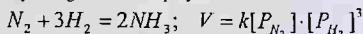
$V$  - reaksiya tezligi;  $[A]$  va  $[B]$  - reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi;  $a$  va  $b$  reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsientlar,  $k$  - proporsionallik koeffitsientlari bo'lib, tezlik konstantasi deb ataladi, reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, haroratga va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

Tezlik konstantasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari 1 mol/l ga teng bo'lgan paytdagi reaksiyaning tezligini ko'rsatadi.

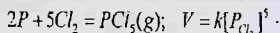
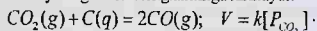
Agar reaksiya eritmalarda borsa reaksiya tezligi moddalar konsentratsiyasini o'zgarishi asosida baholangan ma'qul. Masalan, vodorod iodidning hosil bo'lishi:



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



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



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

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

Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi Vant-Goff qoidasi bilan ifodalanadi: harorat har  $10^\circ\text{C}$  ga oshirilganda reaksiya tezligi 2-4 marta tezlashadi.

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

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

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

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

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

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

Zarrachalar to'qnashliganda reaksiya sodir bo'lishi uchun kerak bo'ladigan energiya faollanish (aktivlanish) energiyasi deyiladi. Shunday energiyaga ega bo'ladigan molekular faol molekular deyiladi.

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

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

B va C - haroratga bog'liq bo'lmagan doimiy sonlar, ular reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati bilan aniqlanadi.

Bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

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

tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi bo'lib grafik usulda  $\ln k$  bilan  $\frac{1}{T}$  orasidagi bog'lanishdan topiladi.

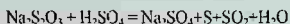
Grafik yechim o'rniqa ikki xil haroratdan foydalangan holatda quyidagi tenglamani ishlatish qulayroq:

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

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

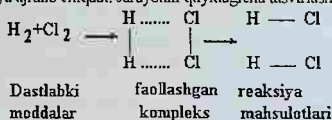
Faollanish energiyasi katta ( $E_a > 120 \text{ kJ/mol}$ ) bo'lgan reaksiyalarning tezligi juda kichik bo'ladi. Masalan, oddiy sharoitda azot va vodorod o'rtasidagi reaksiya:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$

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



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

Bunda energiya ajralib chiqadi. Jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Faollanish energiyasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, konsentratsiyaga (bosimga) katalizatorga bog'liq bo'lib, lekin haroratga bog'liq emas.

**Reaksiyalarning molekulyarligi va tartibi.** Kimyoviy reaksiyada ishtirok etayotgan molekular soni reaksiyaning molekulyarligini belgilaydi. Kimyoviy reaksiyalar molekulyarligi bo'yicha monomolekulyar, binomolekulyar va trimolekulyar reaksiyalarga bo'linadi. Uchtadan ortiq zarrachalarning bir paytni o'zida to'qnashishi deyarli sodir bo'lmaydi.

Massalar ta'siri qonunini qo'llaganda reaksiya tezligi konsentratsiyaning nechanchi darajasiga bog'liqligini ko'rsatuvchi son reaksiyaning tartibini ko'rsatadi.

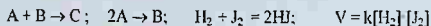
Reaksiyalar birinchi tartibli ( $V=kC$ ), ikkinchi tartibli ( $V=kC^2$ ), uchinchi tartibli ( $V=kC^3$ ), nolinch va kasr tartibli bo'lishi mumkin. Kasr tartibli reaksiyalar geterogen jarayonlarda kuzatiladi va bunday reaksiyalarda moddaning reaksiyon muhitga kiritilishi uning sarflanishidan yuqori bo'lar ekan. Nolinch tartibli reaksiyalarda ( $V=k$ ) reaksiya tezligi konsentratsiyaga bog'liq emas.

Monomolekulyarli reaksiyalar, odatda birinchi tartibli:

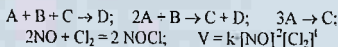


Parchalanish, radioaktiv yemirilish, izomerlanish reaksiyalari monomolekulyar reaksiyalar qatoriga kiradi.

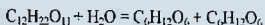
Bi yoki di (ikk) molekulyar reaksiyalar ko'p uchraydi va ular ikkinchi tartibli hisoblanadi:



Tri (uch) molekulyarli reaksiyalar kamdan-kam uchraydi, ular uchinchi tartibli reaksiyalarga kiradi:



Agar reaksiyaga kirishuvchi moddalardan biri juda ko'p miqdorda olinsa (saxarozaning gidrolizi) va faqat bir moddaning konsentratsiyasi o'zgarsa molekulyarlik va tartib mos kelmaydi.

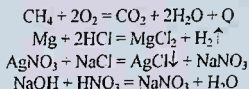


Mexanizmiga ko'ra bu reaksiya binomolekulyar, lekin birinchi tartibli. Chunki reaksiya tezligi faqat saxaroza konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, suvning miqdori jarayonga ta'sir etmaydi.

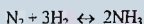
Shuningdek, agar kimyoviy reaksiya bosqichli borsa reaksiyaning tartibi va molekulyarligi mos kelmaydi. Bunda reaksiyaning tartibi eng sekin boruvchi jarayon bilan belgilanadi.

### 3.1. Kimyoviy muvozanat

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



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



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

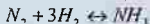


$$V_1 = K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b; \quad V_2 = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d; \quad V_1 = V_2$$

$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

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

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



$$V_1 = K_1 \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3; \quad V_2 = K_2 \cdot [\text{NH}_3]^2; \quad K = K_1 / K_2$$

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

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

Geterogen reaksiyalarda qattiq moddalar konsentratsiyasi muvozanat konstantasi ifodasiga kirmaydi:



$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4}$$

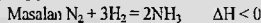
Kimyoviy reaksiyalarning muvozanat konstantasi asosida izobarlik izotermik potensial hisoblanishi mumkin:

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

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

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

Muvozanatni qay tarafga siljishini Le-Shatele prinsipi aniqlab beradi: muvozanatda turgan sistemaga biron-bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi reaksiyaning borishi tarafga siljiydi.



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

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

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

Katalizator kimyoviy jarayonni tezlashtirmaydi, faqat muvozanat holatiga kelishini tezlashtiradi.

**1-masala.** Moddaning  $10^{\circ}\text{C}$  dagi parchalanish reaksiyasining tezlik konstantasi  $k_1 = 1,08 \cdot 10^{-1}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$  dagi parchalanish reaksiyasining tezlik konstantasi  $5,484 \cdot 10^{-2}$ . Shu reaksiyaning  $30^{\circ}\text{C}$  da parchalanish tezlik konstantasi va aktivlanish energiyasini toping?

**Yechish:** Arrenius tenglamasidan quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$2,303 \lg k_{T_1} = \frac{A}{T_1} + B$$

$$2,303 \lg k_{T_2} = \frac{A}{T_2} + B$$

Birinchi tenglamani ikkinchisidan ayirsak:

$$2,303 \lg \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = A \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Tenglama paydo bo'ladi. Berilgan qiymatlar asosida ushbu tenglamadan  $A$  ni topish mumkin ( $T = T_0 + t$ ):

$$\lg \frac{5,484 \cdot 10^{-2}}{1,08 \cdot 10^{-1}} = \left( \frac{A}{2,303} \right) \left( \frac{1}{333} - \frac{1}{283} \right),$$

bundan  $A = 11744$ . Olingan  $A$  qiymatni sistemadagi tenglamalardan biriga qo'yib,  $B$  ni topamiz:

Reaksiya tezligining  $30^{\circ}\text{C}$  dagi konstantasini topish uchun tenglamalardan biriga  $T = 273 + 30 = 303$  ni qo'yaniz:

$$2,303 \lg (1,08 \cdot 10^{-1})^{-2} = -\frac{11744}{283} + B; \quad B = 32,349$$

Aktivlanish energiyasi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\lg \frac{5,484 \cdot 10^{-2}}{1,08 \cdot 10^{-4}} = \frac{E_a}{8,314 \cdot 2,303} \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{333} \right); E_a = 97,6 \text{ kJ/mol}$$

**2-masala.** Kimyoviy reaksiya eritmada  $A+B \rightarrow C$  tenglamaga muvofiq boradi. Agar A moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi 1,2 mol/l bo'lib, reaksiya boshlanganidan 40 sek o'tgandan so'ng uning konsentratsiyasi 0,65 mol/l bo'lgan bo'lsa, shu reaksiyaning o'rtacha tezligini toping.

$$\text{Yechish: } \bar{v} = \frac{c_1 - c_2}{\Delta t} = \frac{1,2 - 0,65}{40} = 0,01375 \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

**3-masala.** Kimyoviy reaksiya eritmada  $A+B \rightarrow C$  tenglama bo'yicha sodir bo'ladi. Agar A moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi 1,0 mol/l bo'lib, reaksiya boshlanganidan 15 min o'tgandan so'ng A moddaning konsentratsiyasi 0,85 mol/l ga kamaygan bo'lsa, shu vaqtda B moddaning konsentratsiyasi va ushbu reaksiyaning o'rtacha tezligi qanday bo'ladi?

**Yechish:** Reaksiya  $A+B \rightarrow C$  tenglamaga muvofiq bo'lganligi uchun A modda konsentratsiyasi qancha kamaysa, B modda konsentratsiyasi ham shunchaga, ya'ni 0,85 mol/l ga kamayadi va eritmada B modda qolmaydi.

$$\bar{v} = \frac{c_1 - c_2}{\Delta t} = \frac{0,85}{15} = 0,0567 \text{ mol/l} \cdot \text{min}$$

**4-masala.**  $A+B \rightarrow 2C+D$  reaksiyada ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyalari 2,5 mol/l bo'lgan. Muvozanat qaror topgandan keyin D moddaning konsentratsiyasi 2,38 mol/l bo'lsa, reaksiyaning muvozanat konstantasi qanday bo'lgan?

**Yechish:** Tenglama bo'yicha

$$v_A : v_D \ 1:1 = x_A : 2,38. \ x_A = 2,38 \text{ mol/l.}$$

Shunga mos ravishda  $x_B = 2,38 \text{ mol/l}$ ; C modda D moddaga nisbatan 2 marta ko'p hosil bo'lganligi uchun  $x_C = 2,38 \cdot 2 = 4,76 \text{ mol/l}$ . A va B larning muvozanatdagi konsentratsiyalari:  $[A] = 2,5 - 2,38 = 0,12 \text{ mol/l}$ ;  $[B] = 0,12 \text{ mol/l}$ .

Muvozanatdagi konsentratsiyalarni muvozanat konstantasi ifodasiga qo'ysak:

$$K = \frac{[C]^2[D]}{[A][B]} = \frac{[4,76]^2 [2,38]}{[0,12][0,12]} = 3745$$

**5-masala.**  $Ag_2O(q) \leftrightarrow Ag(q) + O_2(g)$  reaksiyaning muvozanat konstantasi  $K_p = 14,7 \text{ kPa}$  bo'lsa, hajmi 5 l bo'lgan idishdagi kumush oksidini 673 K da qizdirganda ajraladigan kislorodning modda miqdori va kumushning massasini aniqlang.

**Yechish:** Reaksiyaning muvozanat konstantasi:  $K = [O_2]$  bo'ladi va u masala shartida  $K_p$  ko'rinishida berilganligi uchun berilgan qiymat formulaga qo'yilsa:  $[O_2] = 14,7 \text{ kPa}$  bo'ladi. Kislorodning miqdorini topish uchun Klapeyron tenglamasi asosida uning normal sharoitdagi hajmi hisoblanadi:

$$V_0 = \frac{pV_0 - 14,7 \cdot 5 \cdot 273}{p_0 \cdot 673 \cdot 101,325} = 0,294 \text{ l}$$

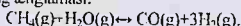
$$\text{Bundan } v_{O_2} = \frac{0,294}{22,4} = 1,31 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Reaksiya tenglamasi asosida hosil bo'lgan kumush miqdori kislorod miqdoridan 4 marta katta bo'lganligi uchun uning massasi:

$$m_{Ag} = 4 \cdot 108 \cdot 1,31 \cdot 10^{-2} = 5,66 \text{ g.}$$

**6-masala.**  $CH_4(g) + H_2O(g) \leftrightarrow CO(g) + H_2(g)$  reaksiyada qatnashuvchi ta'sirlashuvchi moddalarning boshlang'ich konsentratsiyalari:  $[CH_4] = 0,24 \text{ mol/l}$ ;  $[H_2O] = 0,36 \text{ mol/l}$ . Muvozanat qaror topganda metanning 85 % miqdori reaksiyaga sarflanganligi ma'lum bo'lsa, mazkur reaksiyaning muvozanat konstantasi topilsin.

**Yechish:** Reaksiyaning tenglamasi:



Metanning reaksiyada qatnashgan qismi konsentratsiyasi:  $C_{\text{Cl}_4} = 0,24 \cdot 0,85 = 0,204$  mol/l.

Reaksiyada qatnashgan  $\text{H}_2\text{O}$  konsentratsiyasi ham tenglamaga ko'ra  $C_{\text{H}_2\text{O}} = 0,204$  mol/l.

Reaksiya tenglamasi asosida  $[\text{CO}] = 0,204$  mol/l va  $[\text{H}_2] = 0,204 \cdot 3 = 0,612$  ekanligini topish qiyin emas.  $\text{CH}_4$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ning muvozanatdagi konsentratsiyalari:

$[\text{CH}_4] = 0,24 - 0,204 = 0,036$  va  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,36 - 0,204 = 0,156$  mol/l.

Olingan qiymatlarni  $K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}$  formulaga qo'ysak:

$$K = \frac{0,204 \cdot 0,612^2}{0,036 \cdot 0,156} = 8,33 \text{ bo'lad}i.$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Molekulyar, ionli, radikal va zanjirli reaksiyalar haqida tushunchalar. Murakkab reaksiyalarda tezlikni cheklovchi bosqich. Kimyoviy reaksiyaning tezligi tushunchasini ta'riflash. Ayni temperaturada kimyoviy reaksiya tezligining kinetik tenglamasi. Reaksiya tezligining birligi. Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar. Geiterogen sistemalarda kimyoviy reaksiya tezligi tushunchasi.

2. Massalar ta'siri qonuni - kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni. Reaksiya tezligini reagentlar konsentratsiyasiga bog'liqligi. Kimyoviy reaksiya tezlik konstantasining fizik ma'nosi. Reaksiyalarning molekulyarligi va tartibi haqida tushuncha.

3. Kimyoviy reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligi. Vant-Goff tenglamasi. Temperatura koeffitsiyentining fizik ma'nosi. Aktiv molekullar to'g'risida tushuncha. Aktivlanish energiyasi va uning fizik ma'nosi. Arrenius tenglamasi.

4. Gomogen va geterogen kataliz. Kataliz turlari va ularning mexanizmi. Katalizatorning aktivlanish energiyasiga va reaksiyaning tezlik konstantasiga ta'siri.

5. Kinetik faktorlarning hozirgi zamon kimyoviy texnologiyasida roli.

6. Qaytar va qaytmas reaksiyalar haqida tushuncha. Haqiqiy va yuzaki kimyoviy muvozanat. Kimyoviy muvozanat konstantasi va uning fizik ma'nosi. Qaytar jarayon uchun massalar ta'siri qonuni. Reaksiyalarda qatnashayotgan moddalarning muvozanat holatidagi konsentratsiyasi.

7. Kimyoviy muvozanatning siljishiga ta'sir etuvchi faktorlar: reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi, bosimi (gaz moddalar uchun), sistemaning temperaturasi o'zgariganida muvozanatning siljishi sabablari. Le - Shatele - Braun prinsipi.

8. Muvozanat konstantasini izobar - izotermik potensial bilan bog'liqligi.

### Savol va topshiriqlar

1. Reaksiyaning tezlik doimiyligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladimi?

2. Vaqt mobaynida gomogen sistemada ro'y berayotgan kimyoviy reaksiyaning tezligi ortadimi, kamayadimi yoki o'zgarmaydimi? Javobingizni izohlang.

3. Reaksiya tartibi bilan uning molekulyarligi qiymat jihatidan bir-biriga to'g'ri kelishi mumkinmi? Ular kasrli sonlarni qabul qilishi yoki nolga teng bo'lishi mumkinmi?

4.  $A \rightarrow B$  reaksiyaning tartibi nolga teng. Dastlabki modda va reaksiya mahsulotining konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan qanday o'zgaradi? Bu reaksiyaning tezligi to'g'risida nima desa bo'ladi?

5. Sistemaning hajmi 3 marta oshsa,  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?

6. To'g'ri va teskari reaksiya tezlik doimiyliklarining qiymatlari tengni yoki farq qiladimi? Javobingizni izohlang.

7. Agar to'g'ri reaksiya endotermik, teskari reaksiya esa ekzotermik bo'lsa ulardan qaysi birida aktivlanish energiyasi yuqori bo'ladi?

8. Nima uchun temperatura oshirilganida endotermik reaksiyaning tezligi ekzotermik reaksiyanikiga nisbatan keskinroq ortadi?

9. Kimyoviy reaksiyaning temperatura koeffitsienti aktivlanish energiyasiga bog'liq bo'ladimi? Javobingizni izohlang.

10. Aktivlanish energiyasi yuqori qiymatga ega bo'lgan reaksiyalar qanday sharoitda sodir bo'lishi mumkin?

11. Agar to'g'ri va teskari reaksiyalardan to'g'ri reaksiya ekzotermik bo'lsa, qaysi birining tezlik doimiyligi kattaroq bo'ladi? Aktivlanish energiyasichi?

12. Geterogen sistemadagi kimyoviy reaksiyalarning tezligiga aralashtirish qanday ta'sir qiladi?

13. Nima uchun qattiq fazadagi moddalarning konsentratsiyasi kimyoviy reaksiyaning tezligi ifodasiga kirmaydi?

14. Nima uchun temperatura ko'tarilganida reaksiya tezligi keskin oshib ketadi? Bunday hodisa zarrachalarning o'zaro to'qnashuv soni oshishi tufayli sodir bo'ladi deb tushuntirish mumkinmi? Javobingizni izohlang.

15. Temperatura 20°C ga oshganda reaksiya tezligi 9 marta ortdi. Temperatura 40°C ga kamayganida reaksiya tezligi necha marta kamayadi?

16. Harorat 280 K dan 300 K gacha oshirilganda, reaksiya tezligi 10 marta oshgan bo'lsa, reaksiyaning faollanish energiyasini hisoblang.

17. Agar reaksiyaning faollanish energiyasini 4 kJ/molga kamaytirilsa, 298 K haroratda reaksiya tezligi necha marta ortadi?

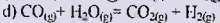
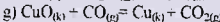
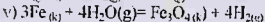
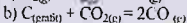
18. Aktivlanish energiyasi 8 kJ/mol ga kamaytirilsa 298K da o'tayotgan reaksiyaning tezligi necha marta kamayadi?

19.  $O_{2(g)} + NO_{(g)} \leftrightarrow O_{2(g)} + NO_{2(g)}$  reaksiyaning faollanish energiyasi 10 kJ/mol. Haroratni 27°C dan 37°C gacha oshirilsa, reaksiya tezligi necha marta ortadi?

20. Ikki bosqichli reaksiya  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$  uchun jarayonning ikki bosqichi endotermik, bosqichlarning tezlik doimiyliklarining nisbatlari esa quyidagicha:  $k_1 < k_2 < k_3$ . Ushbu doimiyliklarga tegishli aktivlanish energiyalarining nisbatlari qanday? Jamlangan jarayon entalpiyasining ishorasi qanday?

21. Nima uchun katalizator reaksiyaning issiqlik effektiga ta'sir qilmaydi?

22. Quyidagi reaksiyalar tezligi ifodasini yozing:



23. Quyidagi reaksiyaning tezlik konstantasi  $8,9 \times 10^2$  ga teng. Agar azot (III) oksidning konsentratsiyasi 0,3 mol/l bo'lsa, kislorodning konsentratsiyasi qancha bo'lganda reaksiyaning tezligi  $1,2 \times 10^{-3}$  mol/l·s bo'ladi?  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} = 2NO_{2(g)}$

24. Reaksiyaning tezlik konstantasi 508°C da 0,16 ga teng.



$H_2$  va  $J_2$  ning boshlang'ich konsentratsiyalari mos ravishda 0,08 mol/l va 0,04 mol/l bo'lsa, yodning konsentratsiyasi 20% ga kamaygandagi reaksiyaning tezligini hisoblang.

25. Kimyoviy muvozanat doimiyligining qiymati qanday faktorlarga bog'liq bo'ladi?

26. Nima uchun temperatura ortganida muvozanat endotermik reaksiya tomoniga siljiydi?

27. Nima uchun muvozanat konstantasining ifodasiga qattiq holatda bo'lgan moddalarning konsentratsiyasi kiritilmaydi?

28. Nima uchun muvozanat konstantasining qiymati boshlang'ich moddalarning reaksiya mahsulotiga aylanish darajasini belgilanishini tushuntiring.

29. Nima uchun katalizator reaksiyaning issiqlik effekti ta'sir ko'rsatmaydi va kimyoviy muvozanatni siljitmaydi?

30. Ba'zi bir reaksiyalarda temperatura ortishi bilan muvozanat doimiyligining qiymati ortadi. Bunday reaksiyalar uchun  $\Delta H^{\circ}_{298}$  ning ishorasi qanday?

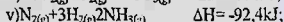
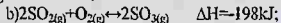
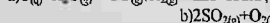
31. Ba'zi o'z-o'zidan boruvchi reaksiyalarning  $\Delta S^{\circ} < 0$ . Bunday reaksiyalarning muvozanat doimiyligi temperatura ortishi bilan qanday o'zgaradi?

32. Agar ba'zi bir reaksiyalar uchun  $\Delta G > 0$  bo'lsa, muvozanat konstantasini qiymati ( $K_{n_{1,1} \text{ o}_{2,2}}$ ) birdan kattami yoki kichikmi?

33. Nima uchun temperatura o'zgarmagan holda boshlang'ich moddalarning konsentratsiyasi ortadigan bo'lsa, muvozanat oxirgi mahsulot hosil bo'ladigan tomonga siljiydi? Nima uchun bunday holda muvozanat doimiyligining qiymati doimiy holda saqlanadi?

34. Muvozanat siljiganida hamma qo'shilgan dastlabki moddalar mahsulotga o'tgan deb hisoblash mumkinmi? Javobni izohlang.

35. Qanday faktorlar ta'sirida quyidagi muvozanatlarni o'ng tomonga siljitish mumkin:

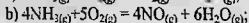
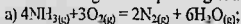


36. Agar muvozanat konstantasining qiymati birga teng bo'lsa, mazkur jarayon uchun  $\Delta G^{\circ}$  nimaga teng bo'ladi?

37. Reaksiya  $\Delta H$  va  $\Delta S$  larning qanday ishoralari muvozanat doimiyligini ortishiga olib keladi?

38. 273K da reaksiyaning muvozanat konstantasi  $2 \cdot 10^{-3}$  ga, 573 K esa  $5 \cdot 10^{-8}$  ga teng. Reaksiya  $\Delta H$  ning ishorasi qanday?

39. Jadvallarda termodinamik kattaliklar asosida quyidagi keltirilgan ikkita reaksiyadan qaysi birini ehtimollik kattaroq ekanligini aniqlang:



40.  $C_{(g)} + CO_{2(g)} \leftrightarrow 2CO_{(g)}$  reaksiyada  $CO_2$  ning muvozanat parsial bosimi 20,26 kPa ga, gaz aralashmaning umumiy bosimi esa 101,325 kPa ga teng. Muvozanat doimiyligini aniqlang.

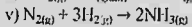
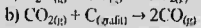
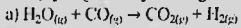
41.  $A + B \leftrightarrow AB$  reaksiya uchun Gibbs energiyasining 298K dagi standart o'zgarishi - 8 kJ/mol ga teng. Moddalarning dastlabki konsentratsiyasi  $[A]_0 = [B]_0 = 1 \text{ mol/l}$ . A, B va AB moddalarning muvozanat konsentratsiyasini aniqlang.

42.  $2NO_{2(g)} \leftrightarrow N_2O_{4(g)}$  reaksiyaning muvozanat konstantasi qanday temperaturada birga teng bo'ladi?  $\Delta H^{\circ}$  va  $\Delta S^{\circ}$  larga temperatura o'zgarishining ta'sirini hisobga olinmasin. Aniqlangan temperaturadan pastroq temperaturada muvozanat qaysi tomonga siljigan bo'ladi?

43.  $2NO_{2(g)} \leftrightarrow N_2O_{4(g)}$  reaksiyaning muvozanat doimiyligi berilgan temperaturada 0,3 ga teng.  $NO_2$  ning dastlabki konsentratsiyasi 9,3 g/l ga teng deb, sistema komponentlarining muvozanat konsentratsiyasini aniqlang.

44.  $A + B \leftrightarrow AB$  reaksiyaning 298 K haroratdagi standart Gibbs energiyasining o'zgarishi - 8 kJ/mol ga teng. Reaksiyaning muvozanat konstantasini hamda A, B, AB moddalarning muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.

45. Quyidagi reaksiyalarning 298 K dagi muvozanat konstantalarini hisoblang.



46.  $4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{Cl}_{2(g)}$  reaksiyaning muvozanat konstantasi 1 ga teng bo'ladigan haroratni aniqlang.

#### IV BOB. ATOM TUZULISHI VA D.I. MENDELEYEVNING ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

Fanga uzoq vaqt "atomlar bo'linmasdir" degan fikr hukm surgan. Atomlar mayda qismlarga bo'linmaydi deb hisoblangan. Ayni element boshqa elementlarga aylanmaydi deb qaralgan.

Lekin XIX asr boshlarida ingliz fizigi Dj. Tomson atomning eng kichik bo'lagi elektronni topdi. Elektron atomning eng kichik zarrachasi bo'lib u manfiy zaryadga ega. Uning massasi  $9,1095 \cdot 10^{-28}$  g ga teng. Uning massasi vodorod atomining massasidan 1843 marta kichik. Elektronning zaryadi -1.

Elektronlar manfiy zaryadlangan atomlar esa elektroneytral. Demak, atomlarda musbat zaryadlangan zarrachalar ham bor. Atomlar yana ham kichik zarrachalardan iborat ekanligi radioaktivlik hodisasi ochilgandan so'ng aniqlandi. Radioaktivlik hodisasi 1896 y. Fransuz olimi Anri Bekkerel tomonidan ochildi. U uran va uning birikmalarini ko'zga ko'rinmas nurlar tarqatishini aniqladi.

Hozirgi paytda uch xil radioaktiv nurlar borligi aniqlangan. Bular  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -nurlardir. Bu nurlar magnit maydoni ta'sirida 3 qismga ajraladi.

$\alpha$  - nurlar magnit maydonida manfiy plastinkaga qarab og'adi, demak ular musbat zaryadlangan. Har qaysi  $\alpha$  - zarracha geliy atomlaridan 2 ta elektron yo'qolishidan hosil bo'lishi aniqlangan. Shuning uchun ularning zaryadi +2 atom massa geliyning atom massasiga tengdir.

$\alpha$  - zarrachalar havodagi elektronlarni biriktirib geliy atomlariga aylanadi.

$\beta$  - nurlar elektronlar oqimidan iboratdir. Ular magnit maydonida musbat qutbga qarab og'adi va ularning harakat tezligi 200000 km/sk ni tashkil etadi.

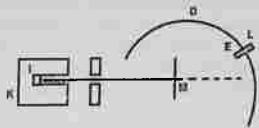
$\gamma$  - nurlar qisqa elektromagnit to'lqinlaridan iborat. Ular zaryadga ega emas. Radioaktiv bo'linish o'z-o'zidan katta miqdorda energiya chiqishi bilan boradi.

**Atomning yadroviy tuzilishi.** Birinchi atom tuzilishi to'g'risidagi nazariya 1903 y. ingliz olimi Tomson tomonidan yaratildi. Bu nazariya ion-elektron yoki statik nazariya deyiladi.

Tomson nazariyasiga ko'ra atom musbat zaryadlangan doira bo'lib, bu zaryadning ichida doimo elektronlar tebranib turadi. Ana shu atomning musbat zaryadlangan qismi atomning butun qismini egallab turadi.

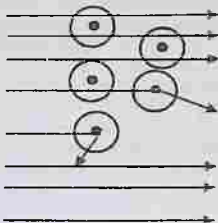
Lekin 1911 yilda ingliz fizigi Ernest Rezerford dinamik yoki atom tuzilishini yadroviy nazariyasini yaratdi.

Agar nur manba'si (K) dan tirqish (L) orqali  $\alpha$ -zarrachalar yuborilsa, ular to'g'riga o'tib, E ekranda chaqnashini yuzga keltiradi. Rezerford yupqa metall plastinkadan (M)  $\alpha$ -zarrachalarni o'tishini o'rgandi, bunda  $\alpha$ -zarrachalarni bir qismini o'z-o'zidan ma'lum burchakka og'ishini topdi (1-rasm). Bu hodisa  $\alpha$ -zarrachalarni tarqalishi hodisasi sifatida dunyoga mashhur. Bunday jarayonni Tomson nazariyasi yordamida tushuntirib bo'lmaydi. Chunki o'rtada musbat zaryadni to'planishigina plastinkaga tushayotgan musbat zarrachalarning yo'nalishini o'zgartirishga qodir. Shu tufayli Tomson nazariyasidan voz kechishga to'g'ri keldi.



1-rasm.  $\alpha$ -zarrachalarning yuqqa metal pardadan o'tishi.

Agar qalinligi yuz ming atomlar tutgan juda yuqqa metall pardadan  $\alpha$ -zarrachalar o'tkazilsa, nur manbasidan chiqqan  $\alpha$ -zarrachalar asosan yuqqa pardadan o'tib ketadi. Bu rux sulfid bilan qoplangan ekranda chaqnash ro'y berganligi uchun tirgishda ko'rinadi. Lekin kamdan-kam  $\alpha$ -zarrachalar o'z yo'nalishini o'zgartirishi aniqlandi. Ana shu tajribalarga ko'ra Rezerford atomning markazida yadro turadi, shu sababli  $\alpha$ -zarrachalarning og'ishi sodir bo'ladi degan xulosaga keldi (2-rasm).



2-rasm.  $\alpha$ -zarrachalarning metalldan o'tishida og'ishi.

E.Rezerford  $\alpha$ -zarrachalarning og'ishini tushuntirish uchun atonining planetar modelini yaratdi.

Bu nazariyaga ko'ra atom juda kichik o'lchamga ega bo'lgan yadroga ega. Yadroda atonining butun massasi toplangan. Yadro atrofida manfiy zaryadlangan elektronlar aylanadi. Markazdan qochma kuchlar elektronlarning yadroga tortilishiga qarshilik ko'rsatadi.

Atonining o'lchami  $10^{-11}$  m, yadroning o'lchami bo'lsa  $10^{-16}$  m atrofida. Ko'rinib turibdiki, yadro atomga nisbatan 100000 marta kichik. Shuning uchun ham  $\alpha$ -zarrachalar yuqqa metall plastinkadagi yadrolar orasidagi masofadan o'tib ketadi va u o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi. Agar  $\alpha$ -zarrachalar yadrolarning yaqinidan o'tsa ular og'adi.  $\alpha$ -zarrachalar yadrolar mavjudligini isbot etibgina qolmay, balki ularning zaryadini ham aniqlashga imkon beradi. Elementlarning davriy jadvaldagi tartib nomeri yadrodagi protonlar sonini hamda yadro atrofida aylanuvchi elektronlar sonini ko'rsatadi.

1913 yilda ingliz olimi Mozli rentgen nurlarining spektrini tekshirib, element tartib nomeri bilan rentgen nurlarini to'liq uzunliklari orasida quyidagi bog'lanish borligini aniqladi:

$$\sqrt{\nu} = A(z - b)$$

Bu yerda  $z$  elementning tartib nomeri;  $A$ ,  $b$  o'zgarmas sonlar;  $\nu$ - rentgen nurining to'liq chastotasi, un o'liga  $\nu = 1/\lambda$  nurning to'liq uzunligi ham olinadi.

Mozli formulasi asosida rentgen nurining to'liq uzunligini o'lchab elementning tartib nomerini topish mumkin. Mozli qonuni D.I.Mendeleyev elementlarni davriy jadvalga to'g'ri joylashtirganini ko'rsatadi. Rentgen nurlari spektrini o'rganish asosida  $Z=72$  Re elementi ochildgan. Mozli qonuniga ko'ra elementning tartib nomeri bu oddiy nomerlash emas balki atomning musbat zaryadini qiymatini ko'rsatar ekan, atomning asosiy xossalari uning yadro zaryadiga bog'liqdir.

Masalan,  ${}_{11}\text{Na}^{23}$  natriy atomida elektronlar 11 va protonlar 11. Protonlar va neytronlar bir zarracha nuklonlarning ikki holatini ko'rsatadi.

Protonning massasi 1,0073 u.b. ga teng bo'lib, uning zaryadi +1 ga teng. Neytronning massasi 1,0087 u.b. ga teng, uning zaryadi nolga teng.

Neytron ochildgandan so'ng 1932 y. D.I.Ivanenko va Geyzenberg yadro tuzilishini proton-neutron nazariyasini yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra yadroda protonlar va neytronlar turadi:

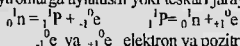
$$N = A - Z$$

N- atomdagi neytronlar soni. A-elementning atom massasi. Z-elementning tartib nomeri.

Be atomining  $\alpha$  zarrachalar bilan ta'sirini o'rganib 1932 -yilda ingliz fizigi Dj. Chedvik zaryadsiz zarrachalarni aniqladi va ularga neytron nomini berdi ( ${}_{0}^1n$ ).

Yadrodagi protonlar va neytronlarni ushlab turuvchi kuchlar yadro kuchlari deyiladi. Ular juda qisqa masofada ta'sir etadi ( $10^{-16}$  m).

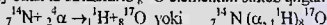
Yadroda protonlar neytronlarga aylanishi yoki teskari jarayon sodir bo'lishi mumkin.



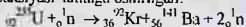
**Yadro reaksiyalari.** Atom yadrolarida bo'ladigan o'zgarishlar va yadrolarda ketadigan reaksiyalarni yadro kimyosi o'rganadi. Yadro reaksiyalarida atomning yadrosida protonlar va neytronlarning qayta taqsimlanishi natijasida yangi kimyoviy elementlar hosil bo'ladi.

Hozirgi paytda yadro reaksiyalari yordamida davriy jadvaldagi deyarli har qanday elementning radioaktiv izotoplarini olish mumkin. Atomning yadrosiga neytronlar, protonlar, deutronlar,  $\alpha$ - zarrachalar yoki boshqa element yadrolarini ta'sir etish natijasida yadro reaksiyalari amalga oshiriladi. Yadro reaksiyalari amalga oshishi uchun ta'sir etuvchi zarrachalar juda katta energiya va tezlikka ega bo'lishi kerak. Atomning yadrosi biror bir zarrachani biriktirganda va yangi yadro hosil bo'lganda uning yashash davri  $10^{-7}$  sek. atrofida bo'ladi. Bu yangi yadro o'z navbatida atrofga elementar zarrachalar tarqatib, yangi va yengilroq yadroga aylanishi yoki biror kimyoviy elementni hosil qilishi mumkin.

Yadro reaksiyalari birinchi marta 1919 yilda E.Rezerford tomonidan amalga oshirilgan. U  ${}_{7}^{14}\text{N}$  elementini geliy bilan ta'sirlashtirib  ${}_{8}^{17}\text{O}$  elementini sintez qilgan edi:



Og'ir metallarning atomlarini juda katta energiyali tez harakat qiluvchi zarrachalar oqimi bilan bombardimon qilish orqali qator yangi elementlar kashf etilgan. Agar uran tezlashtirilgan neytronlar bilan bombardimon qilinsa 93- element neptuniy hosil bo'ladi. Bu yerda ketme-ket bir necha yadro reaksiyasi sodir bo'ladi. 1939-yilda issiq neytronlar ta'sirida uran yadrosining bo'linish reaksiyasi amalga oshirilgan:

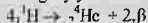


Og'ir yadrolarni o'z-o'zidan ikkiga bo'linishi (ba'zan uch yoki to'rtga) ikki xil yangi yadrolar paydo bo'lishiga olib keladi. Yadrolarning bo'linishi nihoyatda katta energiya chiqishi bilan amalga oshadi. Yuqoridagi reaksiyada 200 MeV energiya ajraladi. Bu energiya qiymati

$19.2 \cdot 10^9$  kJ/mol ga teng yoki bu energiya qiymati 2 million kg yuqori sifatli tosh ko'mir yonganida chiqadigan energiyaga teng.

Yadro reaksiyalarida bir sarflangan neytrondan yadro reaksiyasida ikki yoki uchta yangi neytronlar hosil bo'lib, ular o'z navbatida zanjir reaksiyasini yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi. Bunda juda kuchli portlash sodir bo'lib atom bombasining ta'siri ana shu holatga asoslangan. Uran va plutoniyning boshqariladigan yadro reaksiyalarini amalga oshirish asosida yadro reaktortari ishlaydi.

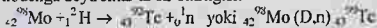
Yangi energiya manbalarini izlash bo'yicha boshqariladigan termoyadro reaksiyalari ham juda katta amaliy ahamiyatga ega. Termoyadro reaksiyalari juda yuqori haroratlarda  $10^8$  K da boradi. Bu reaksiyada vodorod yadrosidan gelyu yadrosining sintezi kuzatilib:



Termoyadro reaksiyalarida ham juda katta energiya ajralib chiqadi, uni qiymati 1 g vodorodga nisbatan 6,87 MeV yoki 644 million kJ/mol qiymatga ega.

Bu qiymat yuqori sifatli tosh ko'mir yonganda chiqadigan energiyadan 15 million marta ko'pdir.

Yadro reaksiyalari asosida olingan birinchi kimyoviy element texnisiy hisoblanadi. Uni olish uchun molibdeni deutronlar ta'sir ettirilgan:



Keyinchalik 35- element astat, 61- element prometi, 87- element fransiy ham olingan.

Transuran elementlari olish uchun yadro reaksiyalarida neytronlar,  $\alpha$ -zarrachalar, deutronlar yuqori energiyali holatda ko'p zaryadli ionlar bilan ta'sirlashtiriladi. Yadro reaktortlarida neytronlarni ta'sir ettirish orqali barcha transuran elementlarining izotoplarini olish mumkin. Ana shu usullarda 100- element fermiygacha bo'lgan transuran elementlar izotoplari olingan. Kelajakda yangi elementlar sintezi barqaror og'ir elementlar izotoplarini olish yo'nalishida amalga oshirilsa kerak.

**Atomlar spektri.** Atomning yadroviy tuzilishi modda tuzilishini bilishida muhim qadam hisoblanadi. Rezerford nazariyasi ikki qanuna-qarshilikka ega:

-bu nazariya atomning barqarorligini tushuntura olmadi. Musbat zaryadlangan yadro atrofida aylannayotgan elektron elektromagnit to'lqinlari tarqata borib o'z energiyasini yo'qota borishi buning natijasida elektron borgan sari yadroga yaqinlasha boradi. U bannma energiyani yo'qotgandan so'ng yadroga qulashi kerak. Ammo atomlar cheksiz uzoq vaqt barqaror va buzilmasdan tura oladi.

-atomning Rezerford bo'yicha tuzilishi atom spektrlari to'g'risida noto'g'ri xulosalar chiqarishga olib keladi. Yadro atrofida aylannayotgan elektron yadroga yaqinlashib o'zining harkat tezligini doim o'zgartirib borishi kerak. Elektron tarqatayotgan nurning to'lqin chastotasi uning aylanish chastotasiga bog'liq va uzluksiz o'zgarib borishi kerak. Demak, atomlar tomonidan tarqatilyotgan nur uzluksiz spektrga ega bo'ladi.

Shunday qilib, Rezerford nazariyasi atomlarning barqarorligi va atomlar spektrini uzluqli tabiatini tushuntirib bera olmadi.

Malumki qattiq modda yoki suyuqlik tomonidan tarqatilgan nur uzluksiz tabiatga ega. Cho'g'lantirilgan gazlar va buq'larning spektri aniq to'lqin uzunligiga ega bo'ladi, bular qora chiziq bilan bir-biridan ajralgan bo'ladi. Masalan, kaliyning atom spektrida uchta chiziq bor (2 qizil va 1 binafsha). Bunday spektrlar chizikli spektrlar deyiladi va ular har bir element uchun xarakterli bo'ladi.

**Nurning kvant nazariyasi.** Nemis fizigi Maks Plank 1920 yilda qizdirilgan qattiq moddalaning nur chiqarish xossasini, moddalar tomonidan nur chiqarilishi va yutilishi uziq-uziq, ya'ni diskret holda sodir bo'ladi deb baholadi.

Bunday holda nur energiyasi (E) nur chastotasi ( $\nu$ ) bilan quyidagicha bog'langan:

$$E = h \cdot \gamma$$

Bu formula Plank formulasi deyiladi.  $h$ -proporsionallik koeffitsienti yoki Plank doimiyi uning qiymati  $6,626 \cdot 10^{-34}$  J·sek.

1905 yilda Albert Eynshteyn fotoelektrik effektini o'rganish jarayonida elektromagnit to'liqlari (nuri) kvantlar holida, nurlanish bu fotonlar holatida tarqatishini aniqladi. Bundan yorug'lik to'liqlari zarrachalar oqimi ekan degan xulosaga keldi. Fotonlarning energiyasi Plank formulasi orqali aniqlanadi. Nuning kvant nazariyasidan fotonlar bo'linmaydi degan xulosa chiqadi. Ular fotografik qog'ozda iz qoldiradi va zarra xossasini namoyon etadi. Foton korpuskulyar va to'liq xossasiga ega bo'lib bu holat yorug'lik nurining interferensiyalanishi va diffraksiyalanishida o'z aksini topadi. Demak, fotonga ham korpuskulyar ham to'liq xossasi tegishlidir.

Elektron qavatlarining Bor nazariyasi bo'yicha tuzilishi. Daniyalik fizik Nils Bor o'z nazariyasida atomning yadro modelidan, nurlanishning kvant nazariyasi va nurlanishning uzluksizlik tabiatini hisobga olgan holda quyidagi xulosani chiqardi. Atomdagi elektronlarning energiyasi uzluksiz o'zgarishi mumkin emas, ularning energiyasi uzlukli o'zgaradi.

Shuning uchun atomda har qanday energetik holatlarda elektronlar bo'lmasdan, faqat "ruxsat etilgan" energetik holatlarda bo'ladi. Atomdagi elektronlarning energetik holatlari kvantlangan. Bir "ruxsat etilgan" orbitaldan ikkinchisiga sakrash bilan o'tiladi.

Bor nazariyasi quyidagi postulatlardan iborat:

1. Elektronlar yadro atrofida har qanday orbitalar bilan emas, ma'lum aylanma orbitalar bilan aylanadi. Bu orbitalar "ruxsat etilgan" orbitalar deyiladi.

2. "Ruxsat etilgan" orbitalar bo'yicha harakatlanishda elektronlar nur tarqatmaydi.

3. Elektronlar bir "ruxsat etilgan" orbitaldan ikkinchisiga o'tishida nur tarqatadi.

Bu elektromagnit kvanti energiyasi atomning oxirgi holatdan boshlang'ich holatga o'tgandagi energiyalari farqidan topiladi.

$$h \cdot \gamma = E_2 - E_1$$

$E_2$  va  $E_1$  atomdagi turli energetik holatlardagi energiyalar farqi.

Bor nazariyasini ko'p yutuqlari bilan bir qatorda o'ziga xos kamchiliklari ham bor edi. Masalan bir "ruxsat etilgan" orbitaldan ikkinchisiga o'tishda qayerda bo'ladi. Shuningdek, Bor nazariyasi hatto yodod spektrini ravshanlik sababini ham tushuntirib bera olmadi.

**Kvant mexanikasining nazariy asoslari.** 1924-yilda fransuz fizigi De-Broyl korpuskulyar to'liq dualizmi nafaqat fotonlar uchun, balki elektron uchun ham o'rinli degan fikrni ilgari surdi. Ma'lum massa va tezlikka ega elektron uchun u quyidagi formulani taklif etdi.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

$m$ —elektronning massasi va  $v$ -harakat tezligi.

Mikrojismlarning ikki yoqlama xossalari 1927- y.da Verner Geyzenberg tomonidan ta'riflangan noaniqlik prinsipi tushuntiradi.

Mikrojismlarning tezligi (yoki impulsi  $p=m \cdot v$ ) va fazoviy holatini (koordinatlarini) bir paytni o'zida aniqlash mumkin emas.

Bu noaniqlik prinsipi quyidagicha formulaga ega:

$$\Delta q \Delta v \geq h/m$$

Holat noaniqligi ( $\Delta q$ ) va tezlik noaniqligi ko'paytmasi  $h/m$  dan kichik bo'lishi mumkin emas. Noaniqlik prinsipi mikrojismlar uchun butunlay boshqacha qonunlar qo'llanishini ko'rsatadi.

**Shredinger tenglamasi.** 1926 yilda E.Shredinger kvant mexanikasida katta ahamiyatga ega bo'lgan tenglamani yaratdi. Tenglama to'liq funksiyasi bilan elektronning fazoviy koordinatalari, potensial energiyasi va umumiy energiya orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi.

E.Shredinger tenglamasi quyidagicha:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{h^2 m}{8\pi^2} (E - U) \psi = 0$$

Bu yerda  $\nabla^2 \psi = \partial^2 \psi / \partial x^2 + \partial^2 \psi / \partial y^2 + \partial^2 \psi / \partial z^2$  to'liq funksiyasini x, y, z koordinatalari bo'yicha ikkinchi tartibli hosilasi; m - elektronning massasi; E - umumiy energiya zahirasi; h - Plank doimiysi.

**Kvant sonlar.** Atom orbitalarni to'la tasniflash uchun kvant sonlar to'plami qabul qilingan. Kvant sonlarga: n - bosh kvant son; l - orbital kvant son;  $m_l$  - magnit kvant son; s - spin kvant son kiradi.

1. Bosh kvant son (n) harfi bilan belgilanadi. Elektronning umumiy energiya zahirasini va energetik pog'onaning nomeriga teng bo'ladi. Odatda bosh kvant son butun sonlar to'plamidan iborat. Haqiqatda bosh kvant son 1 dan 7 gacha bo'lgan sonlar to'plamini qabul qiladi. Bosh kvant son qiymati ortgan sari elektronning umumiy energiya zahirasi va elektron bulutning o'lchami ortib boradi (1-jadval).

2. Orbital kvant son l harfi bilan belgilanadi. Orbital kvant sonining qiymati 0 dan boshlanib bosh kvant sonidan bir qiymat kam qabul qiladi:

$$l = n - 1$$

$$n = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6$$

$$l = 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5$$

$$s \quad p \quad d \quad f \quad g \quad h$$

Orbital kvant soni elektron bulut shaklini va elektronning energiya zahirasini ifodalaydi. n = 1 va l = 0 yozuv elektron bulut shakli shar holatda ekanligini va elektron pog'onalar soni birga, tengligini ko'rsatadi.

3. Magnit kvant soni m harfi bilan belgilanadi. Elektron bulutlarni fazodagi vaziyatini ko'rsatadi. Magnit kvant soni qiymati orbital kvant soniga bog'liq bo'lib  $m_l = 2l + 1$ ; u -1 dan +1 gacha bo'lgan butun sonlar qiymatini qabul qiladi.

1-jadval

Orbital va magnit kvant son orasidagi bog'liqlik

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

Magnit kvant soni qiymati 0 ni qabul qilgan holda butun sonlar to'plamidan iborat. Uni qiymati  $\pm l$  qiymatlar to'plamidan iborat bo'ladi.

4. Spin kvant soni s harfi bilan belgilanadi (spin-urchug'). Elektronning o'z o'qi atrofida aylanish yo'nalishini tasniflaydi. Uning qabul qiladigan qiymatlari ikkita +1/2 va -1/2.

**1-masala.** Quyidagi ma'lumotlarga asoslanib noma'lum elementni tartib raqamini aniqlang: xromning rentgen nurlar ( $K_{\alpha}$ ) bilan nurlanishda to'liq uzunligi  $\lambda = 2,33 \cdot 10^{-10}$  m. element uchun ( $K_{\alpha}$ ) esa bu qiymat  $2,80 \cdot 10^{-10}$  m ga teng.

**Yechish.** Mozi qonuniga asosan:  $v = K(Z - a)^2$  dan foydalanamiz. Bunda  $v$  - rentgen nurlanish tebranishlar chastotasi,  $Z$  - element tartib raqami,  $K$  va  $a$  - doimiy sonlar. To'liqin uzunligi va tebranishlar chastotasi quyidagi nisbatda bog'liq:  $\lambda = c/v$ ;  $v = c/\lambda$ ;  $c/\lambda = K(Z - a)^2$ ;  $Z_{Cr} = 24$ ;

$$\frac{3,00 \cdot 10^8}{2,33 \cdot 10^{-10}} = K(24 - 1)^2; \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,33 \cdot 10^{-10} \cdot 23^2} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,23 \cdot 10^{-7}} \approx 2,44 \cdot 10^{15}$$

Topilgan  $K$  doimiylik qiymatidan foydalanib elementning tartib raqamini aniqlaymiz:

$$\frac{3,00 \cdot 10^8}{2,33 \cdot 10^{-10}} = 2,44 \cdot 10^{15} (Z - 1)^2; (Z - 1)^2 = 440; (Z - 1) \approx 21; Z = 22.$$

Demak noma'lum element tartib raqami 22 ga teng bu titan.

Ionlanish energiyasi – bir mol atomdan cheksiz uzoq masofaga elektronni ajratib olish uchun bajariladigan ish. Cheksiz uzoq masofa deyilganda atomga  $a$  isbatan santimetrlarning ulushlari o'lchamidagi masofa tushuniladi. Masalan:  $Na + E_1 = Na' + e$ , bu yerda  $E_1$  – ionlanish energiyasi.

Ionlanish energiyasini aniqlashni usullaridan biri bu elektron bilan "urish" metodidir. U atomlarni gazda potentsiallar farqi ta'sirida energiya olgan elektronlar bilan nurlantirishga asoslangan.

**2-masala.** Natriyning ionlanish potentsiali  $I = 5,14$  eV. Natriyning ionlanish energiyasini aniqlang (kJ/mol).

**Yechish.** Agar  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$  kJ/mol bo'lsa natriyning ionlanish energiyasini hisoblaymiz:  $I = 5,14 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 495$  kJ/mol.

**3-masala.** Bromning ionlanish energiyasi  $I = 1140,8$  kJ/mol. Bromning elektronga moyilligi  $E = 3,54$  eV/atom. Bromning nisbiy elektromanfiyligini aniqlang.

**Yechish.** Elektromanfiylikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$EM = (I + E)$ . Bromning elektronga moyilligini aniqlaymiz:

$E = 3,54 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 341,4$  kJ/mol. Brom elektromanfiyligini hisoblaymiz:  $EM = 1140,8 + 341,4 = 1482,2$  kJ/mol. Elektromanfiylik birligi sifatida litiumning elektromanfiylik qiymati qabul qilingan (536,0 kJ/mol). Demak brom uchun nisbiy elektromanfiylik qiymati  $1482/536,0 = 2,8$  ga teng.

**4-masala.** Radiyning yemirilish konstantasi  $\lambda = 4,27 \cdot 10^{-4}$  (yiliga). Radiyning yarim yemirilish davri va o'rtacha saqlanish davrini aniqlang.

**Yechish:**

$$\text{yarim yemirilish davri: } T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{4,27 \cdot 10^{-4}} = 1620 \text{ yil,}$$

$$\text{o'rtacha saqlanish davri: } T' = T_{1/2} \cdot 1,44 = 1620 \cdot 1,44 = 2330 \text{ yil.}$$

$$J: T_{1/2} = 1620 \text{ yil, } T' = 2330 \text{ yil.}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Atom tuzulishi haqidagi tushunchaning rivojlanish tarixi. Atom tuzulishi haqidagi Rezerford nazariyasi. Vodorod atomining spektri N.Bor postulatlari. N.Bor nazariyasining kamchiliklari.

2. Kvant mexanikasi haqida tushuncha. Mikrozarrachaning korpuskulyar-to'liqin tabiati. De-Broyl tenglamasi. Geyzenberning noaniqlik prinsipi. To'liqin funksiyasi haqida tushuncha. Shredinger tenglamasi. Elektromning yadro tomoniga kuchli o'tadigan, kuchsiz o'tadigan va qaynosimmetrik turlariga bo'linishi. Bir elektronli yaqinlashish haqida tushuncha. Kvant sonlari va ularning fizik ma'nosi. Atom orbitallarining shakllari. Ko'p elektronli atomlar nazariyasi. Pauli prinsipi. Xund va Klechkovskiy qoidalari va ularni atom orbitallarining elektronlar bilan to'lib borishida qo'llanishi.

3. Atom tuzilishi nuqtaiy nazardan D.I.Mendeleyevning davriy qonuni va elementlarning davriy sistemasi. Davriy qonunning rivojlanishi. Mozli qonuni.

4. Atomlar xossalari davriy o'zgarishidagi qonuniyatlari (atom va ionlarning orbital va effektiv radiuslari, ionlanish potentsiallari, elektronga moyilligi, elektromanfiyligi, oksidlanish darajasi va hokazo). Kaynosimmetrik elementlarning o'ziga xos xususiyatlari. Elementlarning davriy va davriy bo'lmagan ravishda o'zgaruvchi xossalari, klassik, ichki va ikkilamchi davriylik. Elementlarning guruhlarida va guruhchalarda joylanishi. S-, p-, d-, f-elementlarning valent elektronlari. Guruhchalardagi elementlarning to'la va to'lamas elementlar analogi.

5. Elementlarning yer qobig'ida, kosmosda tarqalishi va davriy qonun.

6. Atom yadrolarining ichki tuzilishi haqida tushuncha. Yadrolarning barqarorligi va atom yadrosidagi proton hamda neytronlar "sehrli" sonlari to'g'risida gipoteza.

### Savol va topshiriqlar

1. Atom spektrlarining hosil bo'lishini va chiziqli strukturasi Bor nazariyasi qanday tushuntiradi?

2. Elektromagnit nurlanishning to'liq uzunligi, chastotasi va to'liq soni qanday birliklarda ifodalanadi?

3. To'liq uzunligi 1 nm ga teng bo'lgan nurlanishning energiyasi hisoblanin.

4. De-Broyning mikrozarrachalarning to'liq xossalari haqidagi gipotezasi qanday analiy tajribada isbotlanadi?

5. Kvant mexanikasining asosiy tenglamasi deb qaysi tenglamaga aytiladi va uni yechish natijasida keltirib chiqariladigan to'liq funksiyasi nimani ifodalaydi?

6. Shredinger tenglamasining matematik analiz qilinishi natijasida qanday qiymatlarning diskretligi tushunildi? Qiymatlarning diskretligi qanday kvant sonlari bilan ifodalanadi?

7. Ayni energetik pog'ona uchun pog'onachalar soni nimaga teng?

8. Qaysi element  $n=3$ ,  $l=1$  tavsifli 4 ta elektronga ega? Ularning magnit kvant sonlarining qiymati nechega teng? Ularga tegishli spin kvant sonlarining qiymatlari bir xilmi?

9. Berilgan elementlarning atomida 5 ta elektron qavatlar va 7 ta tashqi elektronlar bor. Ular qanday kvant sonlari bilan tavsiflanadi? Ular uchun  $(n+1)$  yig'indisi nechega teng?

10. Qanday atom orbitallari tugunli yuzaga ega emas? p- va d-orbitallarida shunday tugunli yuzalardan nechtdan bor?

11. Elektronning yadro yaqiniga singib ketish effekti to'sish koeffitsientining qiymatiga va yadroning effektiv zaryadiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

12. Quyidagi elektron konfiguratsiyalardan bo'la olmaydiganlarini ko'rsating va bo'la olmaslik sabablarini tushuntiring:  $1p^9, 2s^2, 3f^{12}, 4g^{18}, 3d^6, 4d^{10}, 3p^7, 3s^3$ .

13. Erkin yoki bog'langan atonning xossalari ionlanish energiyasini, elektronga moyilligini, elektromanfiyligini tavsiflaydini?

14. Nima uchun kaynosimmetrik elementlar, xususan kichik radiusli va kata ionlanish potentsiallari qiymatiga ega bo'ladi?

15. Bitta guruhning asosiy va qo'shimcha guruhchalarida elementlarning xossalari qanday o'zgaradi? Qanday oksidlanish darajasida ular o'zaro yaqin xossalami ko'rsatadi?

16. Nima uchun xrom va selen guruhchalari elementlari bir guruhda lekin har xil guruhchalarda joylashgan? Qanday xossalar asosida elementlar bir guruhchani tashkil qiladi? Qanday elementlar to'la elektron analoglar bo'la oladi?

17. Pb(II), Bi(III), Fe(II), Ni(II) ionlarining elektron konfiguratsiyasini yozing. Ushbu kationlar hosil bo'lganida p- va d- elementlar bir xil elektronlarni yo'qotadimi?

18. Nima uchun asosiy guruhchalardagi elementlarning birikmalarida yuqori oksidlanish darajasi qiymati guruhchada tepadan pastga o'tilganida beqaror bo'ladi?

19. Qaysi oksid:  $TiO_2$  yoki  $Mn_2O_7$ ,  $CrO_3$  yoki  $WO_3$  - kuchliroq oksidlovchi? Nima uchun?

20. Elementlar xossalari ichki davriyligini sabablari nimadan iborat va u qanday hodisalarda nomoyon bo'ladi?

21. Ikkiavlentli davriylikning mazmuni nimadan iborat ekanligini tushuntiring.

22. 2, 4 va 6 davr elementlarining qanday xossalari bir-biriga yaqinroq? Misollar bilan tushuntiring.

23. 5g-pog'onacha qaysi davrdan boshlab to'la boshlaydi? Bu pog'onachada eng ko'pi bilan nechta elektron bo'lishi mumkin?

24. 112, 114 va 118-chi elementlarning elektron konfiguratsiyasini yozing; ular o'zlarining xossalari jihatidan qaysi ma'lum elementlarga yaqin bo'ladi?

## V BOB. KIMYOVIY BOG'LANISH

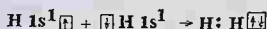
Kimyoviy bog'lanishning uchta asosiy turi ma'lum: kovalent, ion va metall bog'lanish.

**Lyuis strukturasi va oktetlar qoidasi.** Molekulaning struktura formulasi Lyuis (amerikalik ximik G. N. Lyuis nomiga atab qo'yilgan) bo'yicha ifodalashda elektronlar nuqta orqali yoziladi. Bu holatda element belgisi o'zida shu element yadrosi va elektronning ichki qobig'ini aks ettirsa, belgi atrofidagi nuqtalar esa shu element valent elektronlarini ifodalaydi. O'zining ko'p yillik ilmiy faoliyatidan so'ng Lyuis kimyoviy bog'lanish tabiatining oktetlar qoidasini yaratdi. Unga ko'ra: atomlar o'zaro bog' hosil qilish vaqtida, ular tashqi qobig'idagi elektronlar sonini 8 taga etkazish maqsadida, o'zlaridan elektron ajratib chiqaradi, qabul qiladi yoki taqsimlaydilar.

**Kovalent bog'lanish.** O'zaro ta'sir etuvchi atomlar elektron bulutlarining umumlashuvi hisobiga vujudga keladigan bog'lanish kovalent bog'lanish deyiladi. Kovalent bog'lanishni tushuntiradigan ikkita usuli bor. Ularga: valent bog'lanish usuli (VBU), molekulyar orbitallar usuli (MOU) kiradi.

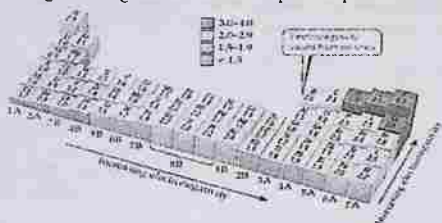
Bu bog'lanish VBUda quyidagicha tushuntiriladi:

1) kimyoviy birikma ikkita atomdagi qaruna-qarshi spinli elektronlarning o'zaro juftlashuvi hisobiga vujudga keladi



2) kimyoviy birikmada elektron bulutlar bir-birini qanchalik ko'p qoplasa, bog' shunchalik mustahkam bo'ladi.

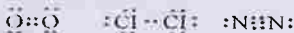
Kovalent bog'lanishning ikki xil turi ma'lum: qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish.

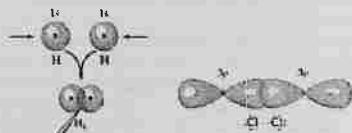


3-rasm. Elementlarning elektromanfiylik qiymatlari

	$F_2$	HF	LiF
Elektromanfiylik farqi	4,0-4,0=0	4,0-2,1=1,9	4,0-1,0=3,0
Bog'lanish tabiati	Qutbsiz kovalent	Qutbli kovalent	Ion bog'lanish

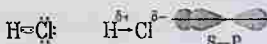
**Qutbsiz kovalent bog'lanish** bir xil atomlar orasida vujudga keladi.  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  va hokazolar kabi birikmalarda qutbsiz kovalent bog'lanish bo'ladi. Bunday holatda bog'lanuvchi atomlarning elektromanfiyligi bir xildir:





Bunda umumlashgan elektron jufti hech qaysi atom tomon siljimagan bo'ladi, chunki har ikkala atomning o'ziga elektronni tortish qobiliyati, ya'ni elektromanfiyligi bir xil.

**Qutbli kovalent bog'lanish.** Qutbli kovalent bog'lanishda elektron jufti (elektron buluti) elektromanfiyligi kattaroq element atom tomon siljigan bo'ladi. Bog'lovchi elektron juftining siljishi polarizatsiya (qutblanish) deyiladi. HCl molekulasida bir tarafdagi qutblanish bo'lgani uchun xlor yadrosi yaqinidagi elektron bulut zichligi katta. Molekuladagi musbat (+) va manfiy (-) elektrik markazlari bitta nuqtaga tushmaydi. Ular bir-biridan qandaydir ma'lum masofaga siljigan bo'ladi. Molekula kichik elektrik dipolga aylanadi. Natijada molekulaning bir qismi (+) musbat, ikkinchi qismi (-) manfiy zaryadlangan bo'lib qoladi. Molekulaning ionlik darajasi 18% ga teng. Demak, bu molekulada 82% bog'lanish kovalent tabiatlidir.



Molekuladagi bunday bog'lanishlar polyar yoki geteropolyar bog'lanishlar deyiladi.

H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, HCl, NH<sub>3</sub>, HF va boshqalarda qutbli kovalent bog'lanish kuzatiladi. Suv molekulasida elektron juftlar kislorod atomiga, vodorod florid molekulasida flor atomiga yaqinroq joylashgan. Ular nosimmetrik molekulalardir.

Molekulaning qutbliligi dipolning elektr momenti (e·l) yoki dipol momenti bilan o'lchanadi:  $\mu = q \cdot l$ ; q - atomlardagi effektiv zaryad (kulonlarda o'lchanadi); l - qutblararo masofa (m).

Dipol momenti debaylarda (D) o'lchanadi (golland fizigi Debay sharafiga).  $1D = 10^{-18}$  elektrostatik zaryad birligiga yoki  $1D = 3,33 \cdot 10^{-30}$  kulon metrga teng. SI birligida dipol moment kulon·metr (Kl·m) ifodaladi.

Molekula tarkibidagi bog'larning dipol momenti vektor yo'nalishiga qarab molekulada qutblilik o'zgarishi mumkin. Ikki ta turli atomlardan tuzilgan molekulalar turlicha nisbiy elektomanfiylikka ega bo'lsa ular qutbli molekula hosil qiladi. Masalan, HCl, HBr, HI molekulalarining dipol momenti 1,04; 0,79 va 0,87 D tashkil etib, atomlarning elektromanfiyliklari zaiflanishi bilan kamayadi.

BeCl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, BeH<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub> kabi molekulalar simmetrik tuzilishga ega, shuning uchun ularning dipol momenti nolga teng. Bu molekulalarda bog'larning vektorlari yig'indisi ham nolga teng. NH<sub>3</sub> ( $\mu = 1,46$  D), H<sub>2</sub>O ( $\mu = 1,85$  D), brombenzol ( $\mu = 1,64$  D), atsetonitril ( $\mu = 3,90$  D) qutbli molekulalardir.



4-rasm. CO<sub>2</sub> qutbsiz molekula

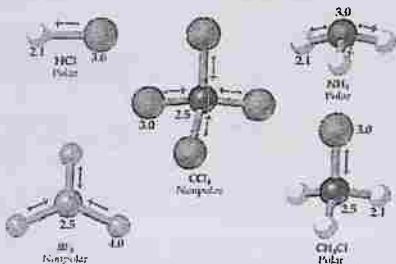


5-rasm. Suv qutbli molekula

$\text{CO}_2$  va  $\text{SO}_2$  molekularida E-O bog'i qutbli, manfiy qutb kislorodga yaqin joylashgan. Lekin  $\text{CO}_2$  ning qutbsiz bo'lishi uning molekulasini chiziqli tabiatidan kelib chiqadi. Chiziqli molekulada vektorlar yig'indisi nolga teng bo'lib qoladi.  $\text{SO}_2$  - molekulasini burchakli tuzilishga ega bo'lgani uchun vektorlar yig'indisi nolga teng bo'lmaydi. ( $\mu = 1,63 \text{ D}$ )



$\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$  molekulari qutbsiz bo'lgan holda  $\text{CHCl}_3$  ( $\mu=1,15 \text{ D}$ ),  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ( $\mu=1,58 \text{ D}$ ) va  $\text{CH}_3\text{Cl}$  ( $\mu=1,97 \text{ D}$ ) molekulari qutbli tabiatga egadir.

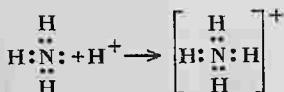


6-rasm. Qutbli va qutbsiz molekular

L.Poling hisoblariga ko'ra elektromanfiyliklar farqidan atomning ionlilik darajasini aniqlash mumkin.

Dipol momentini tajribalar asosida o'lchash mumkin. Buning uchun ayni moddaning dielektrik doimiyligi tajribalarda o'lchanadi. Masalan, suvning dielektrik doimiyligi 81 ga teng.

**Donor akseptor bog'lanish.** Ko'pchilik holatlarda kovalent bog'lanishlar juftlashmagan elektronlarning juftlashishlari tufayli sodir bo'ladi. Masalan, ammoniy ioning hosil bo'lishi qaralsa:



Bu yerda azot atomi bog' hosil qilishda beshta elektroni bilan, uchta vodorod atomi bo'lsa bittadan elektroni bilan bog' hosil qilishda ishtirok etgan. 8 ta elektron dan 6 tasi 3 ta kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Lekin ikkita elektron faqat azotga tegishli va bo'linmagan elektronlar juftini hosil qiladi. Bu elektronlar jufti bo'sh orbitali bor bo'lgan boshqa atom bilan kovalent bog'lanish hosil qiladi. Bo'sh 1s orbital vodorod ionida bor:  $\text{H}^+$

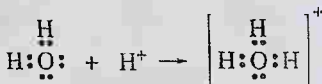
Shuning uchun ham ammoniakning vodorod ionini bilan ta'sirlashuvi natijasida kovalent bog' hosil bo'ladi. Azotning bo'linmagan elektron jufti ikkala atom uchun umumiy bo'lib qoladi va  $\text{NH}_4^+$  ionini hosil bo'ladi.

Bunda kovalent bog'lanish oldin azot (donor)ga tegishli elektronlar hisobiga vodorod atomi (akseptor)dan orbital berilishi hisobiga hosil bo'ladi.

Bir atomning bo'linmagan elektron jufti, ikkinchi atomning esa bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'lgan kovalent bog'ni donor akseptor bog'lanish deyiladi.

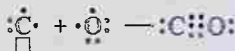
Tajribalar natijasida to'rttala N-H bog'lari ham bir xilligi topilgan. Bundan donor-akseptor bog'lanish tufayli hosil bo'lgan bog'lar juftlashgan elektronlar hisobiga hosil bo'lgan bog'lardan farq qilmaydi degan xulosa kelib chiqadi.

Suv molekulasidagi kislorod ikki juft bo'linmagan elektronlarga ega. Agar suvga  $\text{H}^+$  ionini ta'sir ettirilsa, unda kisloroddagi bo'linmagan elektronlar jufti hisobiga yangi donor akseptor bog' yuzaga keladi:

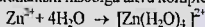


Ana shunday bog'lanish hisobiga gidroksoniy ionini hosil bo'ladi. Gidroksoniy ionidagi musbat zaryad butun ionga tegishli. Protonning o'zi juda kichik o'lchamga ega u erkin holda mavjud emas. U suv molekulasiga birikkanligi tufayli endi barqaror bo'lib qoladi.

Agar CO molekulasini hosil bo'lishida uglerod atomlariga tegishli elektronlar va kislorod atomlarining elektronlari turlicha belgilansa, ularda bog'ning hosil bo'lishi quyidagicha:



Suv molekulasini ham metall ionlari atrofida tortilib koordinatsion bog' hosil qilishi mumkin. Metall ionlarining gidratlanishi hisobiga akva komplekslar hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan kompleks birikmada to'rtta donor-akseptor bog'i yuzaga kelgan. Bunda  $\text{Zn}^{2+}$  ionini elektronlar akseptori, suv molekulasini bo'lsa elektronlar donoridir. Ana shunday donor akseptor bog'lar barcha kompleks kation va anionlarda yuzaga kelib kompleks ionlarni hosil qiladi.

Donor-akseptor bog'lar nitrat kislota va uning tuzlarida, ammoniyli tuzlarda, barcha kompleks birikmalarda uchraydi.

Kovalent bog'lar:

- 1) qo'zg'almagan atomdagi juftlashmagan elektronlar;
- 2) qo'zalgan atomdagi elektronlar juftining yakkalanishi;

3) donor-akseptor usulida hosil bo'lishi mumkin.

**Kovalent bog'ning to'yinganligi.** Ayni atomning kovalent bog'lari soni chegaralangan. U valent orbitalar soni bilan aniqlanadi, bu orbitalar soni kovalent bog' hosil qilishdagi energetik jihatdan qulay holatlar sonidir. Kvant-mexanik hisoblashlar bunday orbitalarga tashqi s-, p- va tashqaridan ikkinchi d- orbitalar kirishini ko'rsatadi.

I davr elementlarining maksimal kovalentligi birga teng. Chunki bu davr elementlarida birgina orbital va unda eng ko'p ikkita elektron bor.

II davr elementlarida maksimal kovalentlik 4 ga boradi. Bu davr elementlarida eng ko'p orbitalar soni 4 taga etadi ( $2s^2p$ ).

III va keyingi davr elementlarida kovalent bog' hosil qilishda s-, p- hamda d- orbitalar ishtirok etadi. d-elementlarning shunday birikmalari borki, bunda kovalent bog' hosil qilishda s, p (4ta) va d (5ta) orbitalar ishtirok etadi va maksimal valentligi 9 ga teng bo'ladi.

Atomning ma'lum bir kovalent bog'lar hosil qilish qobiliyati kovalent bog'ning to'yinganligi deyiladi.

**Kovalent bog'ning yo'nalganligi.** Elektron bulutlarning shakli har xil bo'lgani uchun ularning bir-birini qoplashi ham har xil usullarda bo'ladi. Elektron bulutlarning qoplanishi va simmetriyasiga qarab bog'lar -  $\sigma$  (s-s),  $\pi$  (p-p) va  $\Delta$  (d-d) bog'larga bo'linadi.

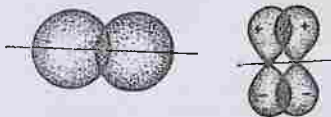
s - s bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar orasida birgina valent chiziq bilan tasvirlanadigan yakka bog'lanish hosil bo'lganda s elektron bulutlarning o'zaro qoplanish fazosi atom markazlarini tutashiruvchi chiziqda yotsa hosil bo'ladi. Masalan,  $H_2$  molekulasida (7-rasm) hosil bo'lishida ikkita s-elektronlarning o'zaro qoplanishi amalga oshadi.

s - orbitalarning elektronlari  $\sigma$  bog'lanishda ishtirok etadi:



p-p bog'lanishda elektron bulutlarning qoplanish fazosi atom markazlarini tutashiruvchi chiziqning ikki tarafida (1- rasm) yotadi.

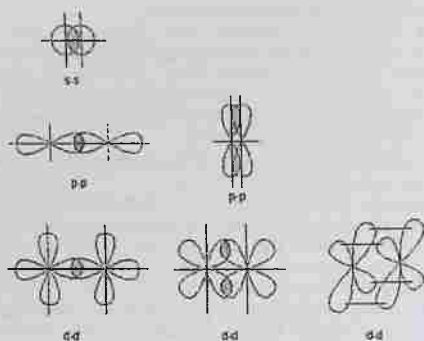
d -d bog'lanishda elektron bulutlarning to'rtta joyda qoplanishidan hosil bo'ladi.



7-rasm. Vodorod molekulasida hosil bo'lishida atomlar elektron bulutlarining qoplanishi va  $\pi$ -bog' hosil bo'lishida elektron bulutlarni qoplanishi.

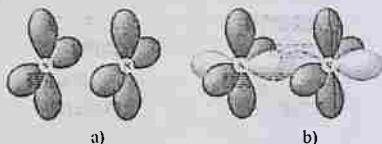
$\sigma$ -bog'lanishda p-elektronlar ham ishtirok etadi. HF molekulasida vodorodning bitta s elektroni va fluorning p-elektroni bitta sigma bog' hosil qiladi.  $F_2$  molekulasida ikkita p-elektron  $\sigma$  bog' hosil qilib ikkita atomni bog'laydi.

d-elektronlar ham  $\sigma$ ,  $\pi$ - va  $\Delta$ -bog'lar hosil qilishda (8-rasm) qatnashadi.



8-rasm.  $\sigma$ -,  $\pi$ - va  $\Delta$ -bog'larning hosil bo'lishida elektron bulutlarning qoplanish sxemasi.

Azot molekulasining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz (9-rasm). Har bir azot atomi uchtadan p-elektronlarga ega. Elektron bulutlar o'zaro perpendikular uch xil yo'nalishda bir-birini qoplagan. Bu bog'lar bir xil emas: bittasi  $\sigma$  (b) ikkitasi esa  $\pi$  (a) bog'. Demak, azot molekulasining hosil bo'lishida uch bog' ishtirok etadi.

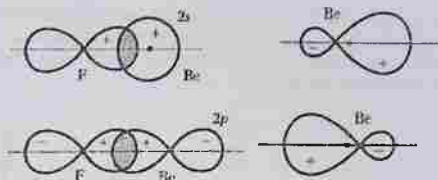


9-rasm. Azot molekulasidagi  $2p$ -elektron bulutlarning qoplanishi.

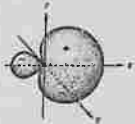
**Gibridlanish nazariyasi.** Atomlar orasidagi bog'lanish odatda har xil energetik holatlarda bo'lgan elektronlar orasida yuzaga keladi. Atom orbitallarning o'rniga hosil bo'lgan gibrid orbitallar molekula hosil qilishda bir-birini yaxshi qoplashi kimyoviy bog'ning mustahkam bo'lishiga va molekulaning energetik barqaror bo'lishiga sabab bo'ladi.

Valent orbitallarning gibridlanish nazariyasi 1934-yilda J.Slater va L. Poling tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariyaga ko'ra kimyoviy bog' aralash yoki gibrid orbitallar hisobiga amalga oshadi. Gibridlanish jarayonida orbitallarning energiyasi va shakli o'zgaradi. Gibrid orbitallarning qoplanishidagi yuzga alohida olingan orbitallardan ko'ra ko'proq bo'ladi. Gibridlanish jarayonida dastlabki atom orbitallarning soni o'zgar olmay qoladi.

**sp-gibridlanish.** Masalan,  $\text{BeF}_2$  molekulasini (10-rasm) olsak. Har bir flor atomi bittadan juftlashmagan elektronlarga ega. Bu elektron kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Berilliy atomi qo'zg'alnagan holatda juftlashmagan elektronlarga ega emas. Berilliy atomi qo'zg'alnagan holatga o'tganda  $2s$  holatda bir elektronga va  $2p$  holatda bir elektronga ega bo'lib, bu elektron bulutlarning qo'shilishidan  $sp$  gibridlanish yuzaga keladi. Shunday qilib, berilliy xlorid molekulasini chiziqli tuzilishga ega. Valent bog'lar orasidagi burchak  $180^\circ$ . Shu tariqa yuzaga kelgan bog'lanish  $sp$ -gibridlanish (10- va 11-rasmlar) deyiladi.



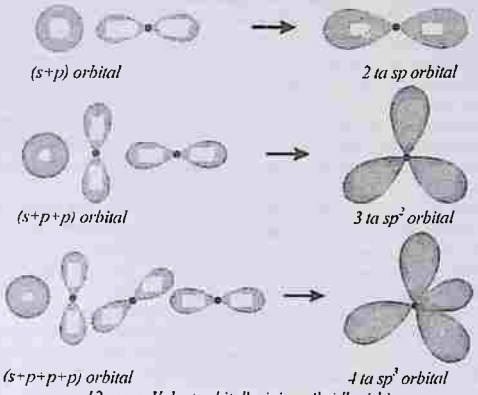
10-rasm.  $BeF_2$  molekulasini hosil bo'lishida 2s- va 2p-orbitallarining qoplashi.



11-rasm.  $sp$ -gibrid orbitallarining alohida hosil bo'lish sxemasi

**$sp^2$  gibridlanish.** Bor florid molekulasida esa 1s va 2p orbitaldan uchta yangi  $sp^2$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Bu yerda bog'lar orasida hosil bo'ladigan burchak  $120^\circ$  bo'ladi. Agar gibridlanish bitta s va ikkita p orbitalar ishtirokida hosil bo'lsa, bunday gibridlanish  $sp^2$  gibridlanish (12-rasm) deyiladi.  $BCl_3$ ,  $SO_3$ ,  $CH_2=CH_2$  molekularida  $sp^2$  gibridlanish mavjud.

**$sp^3$ -gibridlanish.** Metan va uglerod (IV) xlorid molekularida esa bog'lanish hosil qilishda markaziy atom uglerod bo'lib, u qo'zg'algan holatda bir s va uchta p elektronga ega. Shuning uchun ham metanda markaziy atom  $sp^3$  (12-rasm) gibridlangan. Molekula tetraedrik tuzilishga ega, valent burchaklar bo'lsa  $109^\circ28'$  ni tashkil etadi.



12-rasm. Valent orbitallarining gibridlanishi.

Markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar juftining molekula tuzilishiga ta'siri. Metan, suv va ammiyak molekulari (13-rasm) valent burchaklar qiymati metanda  $109,5^\circ$ ,

ammiakda  $106,8^\circ$  va suvda  $104,5^\circ$ . Valent bog'lanishlar nazariyasiga ko'ra buning sababi, markaziy atomdagi bo'linmagan elektron juftlarning ta'siridir. Ammiak va suv qatorida markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar jufti bir juftdan to'rt ikki juftgacha ortadi. Ana shu tufayli valent burchaklarda qisqarish kuzatiladi.



13-rasm. Metan, suv va ammiak molekulasidagi kimyoviy bog'larning hosil bo'lishi.

sp<sup>3</sup>-gibridlanish kuzatilgan BeF<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> molekullari chiziqli tuzilishga ega valent burchaklar  $180^\circ$  ga teng. Agar markaziy atom atrofida EA<sub>3</sub> holatda bog'lanish amalga oshsa, markaziy atomning hosil qilgan burchaklari tekis uchburchak bo'lib, burchak  $120^\circ$  ga teng. Bunday molekullar odatda qutbsiz tabiatga ega. Masalan, BF<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub> va boshqalar.

**Kimyoviy bog'ning asosiy tavsiflari.** Kimyoviy bog'ni tavsiflaydigan kattaliklar qatoriga bog'ning uzunligi, bog'lar orasidagi burchak (valent burchaklar), bog'lanish energiyasi va bog'lanish tartibi kiradi.

Bog'ning uzunligi bog'lanishda ishtirok etgan atomlarning yadrolari orasidagi masofadir. Bog'larning uzunligi nanometrdan (nm) yoki Å da o'lchanadi.

Atomlardagi bog'lanishda bir atom turli xil atomlar bilan bog'langan bo'lsa ularning uzunligi ham o'zgaradi. Masalan, C-F, C-Cl, C-Br, C-I bog'larida eng qisqa bog' C-F hisoblanib, uning uzunligi 0,138 nm, eng uzun esa C-I hisoblanib, uning uzunligi 0,214 nm ga teng. Atomlar orasidagi bog'larning soni ortgani sari ularning qisqarishi ko'rinib turibdi. Agar oddiy bog', qo'sh bog' va uch bog' solishtirilsa ularning ichida eng qisqasi uch bog' hisoblanadi (C-C da 0,154 nm dan C≡C da 0,120 nm gacha o'zgaradi). Oddiy va qo'sh bog'larning o'zgarishi C-F, H-H, O=O va N=N qatorida hisobga olinsa, bog'larning uzunligi 0,142; 0,074; 0,0121; 0,110 nm gacha kamayadi.

Bog'larni hosil qilishda har xil atomlar qatnashganda ham ularning orasidagi bog'lar uzunligi har xil ekanligini ko'rish mumkin: C-O, O-H, S=O, N-H, N=O bog'larining uzunligi mos ravishda 0,116; 0,095; 0,143; 0,101; 0,115 nm ni tashkil etadi.

Kimyoviy bog'ni uzish uchun zarur bo'ladigan eng kam energiyaga bog'lanish energiyasi deyiladi.

Bog'lanish energiasi kJ/molda o'lchanadi. Bog'lanish energiyasi qancha katta bo'lsa bog' shuncha mustahkamdir. Agar oddiy, qo'sh bog' va uch bog' solishtirilsa ularning ichida eng bog'lanish energiyasi yuqorisi va mustahkami uch bog' hisoblanadi. Masalan, C-C, C=C, C≡C qatorida 486,2 kJ/mol dan 945,3 kJ/mol gacha o'zgaradi. Agar bog'lanuvchi atomlarning turi o'zgarishi bilan bog'ning barqarorligi ham o'zgaradi. Masalan, C-F va C-Cl bog'larining barqarorligi solishtirilsa ularning ichida eng barqarori C-F bog'idir (486,1 kJ/mol).

**Kimyoviy bog'lanishlar orasidagi burchak valent burchaklar deyiladi.**

Kimyoviy bog'lanishlar yoki valent burchaklar molekullarning fazoviy tuzilishiga bog'liq. Molekulada bog'lanmagan elektronlar juftini bo'lishi valent burchaklarga ta'sir etadi (13-rasm).

Masalan, suv burchakli tuzilishga ega. Valent burchaklar  $104,5^\circ$ . Suv molekulasida ikki juft bo'linmagan elektronlar jufti bor. Ammiakda bo'linmagan elektronlar jufti faqat bir juft.

shuning uchun valent burchaklar  $107,5^\circ$ . Metan molekulasida bo'lsa bo'linmagan elektronlar jufti yo'q shu tufayli valent burchaklar  $109^\circ 28'$ . Markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar juftini ortishi valent burchaklarni kamayishiga olib kelar ekan.

**Molekulyar orbitallar usuli.** Valent bog'lanishlar usuli, elektron orbitalarning gibridlanish usuli bilan uyg'unlashgan holda turli tuman moddalarning tuzilishi, molekuladagi valent bog'larning yo'nalishi, molekulalarning geometriyasini juda ko'p moddalar uchun to'g'ri tushuntiradi. Valent bog'lanishlar usuli quyidagi kanchiliklarga ega:

-ba'zi moddalarda elektron juftlar yordamisiz bog'lanish yuzaga kelib chiqadi. Masalan, XIX asrning oxirida Tomson molekulyar vodorod ionini vodorod ( $H_2^+$ ) molekulasini elektronlar bilan bombardimon qilib oldi. Bunga asosanib 2 yadro bir-biri bilan birgina elektron yordamida bog'lana oladi degan xulosa kelib chiqadi.

-tarkibida toq elektronlar bo'lgan moddalargina magnitga tortiladi. Kislorodni valent bog'lanishlar usuliga asosanib unda toq elektronlar borligini ko'rsata olmaymiz. Lekin kislorod qattiq holda magnitga tortiladi. Buni valent bog'lanishlar usuli tushuntirib bera olmaydi.

-erkin radikalalar tarkibida ham juftlashmagan elektronlar bo'ladi.

-benzolga o'xshash aromatik uglevodorodlarning tuzilishini valent bog'lanishlar tushuntirib bera olmaydi.

Molekula hosil bo'lishida toq elektronlarning rolini ko'rsatadigan nazariya 1932- yilda Xund va Malliken tomonidan yaratilgan bo'lib, bu nazariya molekulyar orbitallar nazariyasi nomini oldi.

Molekulyar orbitalar nazariyasini yaratishda atom orbitalarning tuzilishi haqidagi kvant-mexanik tasavvurlarni molekula tuzilishi uchun qo'llash mumkin deb hisoblandi.

Farqi shundaki, atom bir markazli (bir yadroli) sistema bo'lsa, molekula ko'p markazli sistemadir. Bu nazariyaga ko'ra, har qaysi elektron molekuladagi barcha yadro va ko'p markazli orbitalar ta'sirida bo'lishi e'tiborga olinadi.

Molekulyar orbitalar (MO) usulining bir nechta turlari bor. Atom orbitalarining chiziqli kombinatsiya usuli (AOCHK) eng ko'p qo'llaniladi. Bu usulda elektronning molekulyar to'liq funksiyasi, o'sha molekulani tashkil etgan barcha atomlardagi elektronlarning to'liq funksiyalaridan kelib chiqadigan chiziqli kombinatsiya, ya'ni molekulyar orbitalarni tasvirlovchi funksiyalarni molekulani tashkil etgan atomning funksiyalarini bir-biriga qo'shish va bir-biridan ayirish natijasida topiladi.

Agar biz tarkibida bitta elektron va ikkita yadro bo'lgan molekulani nazarda tutsak, ayni sistemada elektron harakatini ikkita to'liq funksiya bilan izohlash mumkin.

Bog'lovchi simmetrik funksiya:  $\omega_1 = C_1 \varphi_1 + C_2 \varphi_2$

Bo'shashtiruvchi antisimmetrik funksiya:  $\omega_2 = C_1 \varphi_1 - C_2 \varphi_2$

$C_1, C_2$  - koeffitsientlar;  $\varphi_1, \varphi_2$  - ayni elektronning birinchi va ikkinchi yadroga oid to'liq funksiyalari;  $\omega_1$  - simmetrik funksiya (14-rasm a va b);  $\omega_2$  - antisimmetrik funksiya (14-rasm a va b).

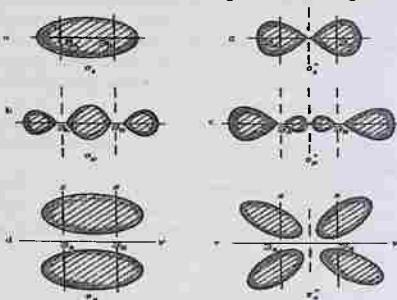


14-rasm. 1s-atom orbitallardan bog'lovchi (chapdagi a va b) va bo'shashtiruvchi (o'ngdagi a va b) orbitallarning hosil bo'lishi.

Agar elektron bog'lanayotgan atomlar yadrolaridan tashqarida joylashgan bo'lsa, elektron bulut yadrolar orasida zichlana olmaydi, binobarin yadrolar bir-biridan uzoqlashadi. Elektronning bunday holatiga bo'shashtiruvchi orbital (15- rasm g, c, e) mos keladi. Bunday molekulyar orbitalda ikkita yadro oralig'ida elektronlarning zichligi juda kichik bo'ladi. Bunday orbital molekulyaning turq'unligini kamaytiradi.

Agar elektronning harakati simmetrik funksiya bilan ifodalansa, elektron buluti yadrolar orasida juda zich holatni egallaydi (15-rasm a, b, d), buning natijasida yadrolar bir-biriga tortiladi va ular o'zaro birikadi. Bu orbital bog'lovchi orbital deb atalib, bir xil zaryudga ega bo'lgan zarrachalar - yadrolarni bir-biridan itarilishini kuchsizlantirib, kimyoviy bog'lanishni kuchaytiradi.

Molekulyaning barqaror yoki barqaror emasligi uning tarkibidagi bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektron orbitallarning nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi. Agar sistemada birgina bo'shashtiruvchi orbital hosil bo'lsa, u bir bog'lovchi orbitalning ta'sirini yo'q qiladi.



15-rasm. Ikki atomli molekulyalarning molekulyar orbitallari: a, b - bog'lovchi  $\sigma$ -molekulyar orbitallar; g, c - bo'shashtiruvchi  $\sigma$ -molekulyar orbitallar; d - bog'lovchi  $\pi$ - va e-bo'shashtiruvchi  $\pi$ -orbitallar.

Molekulyar orbitallar usulida molekula tarkibidagi elektronlarning o'zaro ta'siri e'tiborga olinmaydi. Atomda har qaysi elektron orbital s, p, d, f harflari bilan ifodalangani kabi, molekulyar orbitallar ham  $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\lambda$  va  $\varphi$  harflari bilan belgilanadi. Atom orbitaldagi

elektronning energiyasi bosh va orbital kvant sonlarga bog'liq bo'lib, magnit kvant songa bog'liq emas. Molekulyar orbitaldagi elektronning energiyasi ayni orbitalning yo'nalishiga, ya'ni magnit kvant soniga ham bog'liq, chunki molekulada yadrolarni bir-biriga bog'lab turgan yo'nalish boshqa yo'nalishlardan farq qiladi.

Molekulada elektronning harakat momenti proyeksiyasini atom yadrolarini bo'shashtiruvchi o'qqa nisbatan kattaligini xarakterlash uchun magnit kvant soni  $m$  ga o'xshash molekulyar kvant son  $\lambda$  kiritilgan.  $\lambda = 0$ , bunday holat  $\sigma$  holat deyiladi, bu holatni qabul qiladigan elektronlarning maksimal soni 2 ga teng.

$\lambda = \pm 1$  bo'lsa,  $\pi$  -holat deyiladi. Bu holatda eng ko'pi bilan 4 ta elektron joylanishi mumkin.

Molekulyar orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi ham xuddi atom orbitallardagi kabi Pauli prinsipiga va Xund qoidasiga bo'ysunadi. MO usulida bog'lovchi orbitallardagi elektronlar soni bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar sonidan ko'p bo'lsa, kimyoviy bog' hosil bo'ladi. Kimyoviy bog'lar tartibi (BT) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

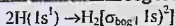
$$BT = \frac{n_{bog'.el.} - n_{bo'sh.el.}}{2}$$

$n_{bog'.el.}$  - bog'lovchi orbitallardagi elektronlar soni;

$n_{bo'sh.el.}$  - bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar soni;

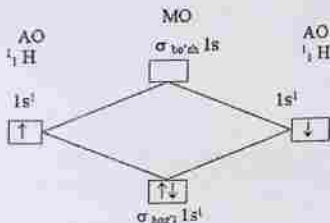
$\lambda = 0$ , bo'lgan holat uchun 1 s -atom orbitallardan elektronlarni bog'lovchi molekulyar orbitallarga o'tishi kimyoviy bog'ni yuzaga keltiradi va jarayonda energiya ajralishi sodir bo'ladi. Agar 1s atom orbitallardan elektron bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallarga o'tganida esa energiya sarflanishi kerak bo'ladi. Shu sababli ham  $\sigma_{bog'}$  1s ga elektron joylanishi kam energiya talab qiladi.

1. Vodorod molekulasining hosil bo'lishini molekulyar orbital usulida quyidagicha tushuntirish mumkin: Ikkita vodorod atomining har biri 1s elektronga ega va bittadan elektron orbital mavjud. Molekulyar orbitallarda ham bitta bo'shashtiruvchi va ikkinchisi bog'lovchi orbitalga ega bo'lib, ikkala elektron ham bog'lovchi orbitalga joylashadi:

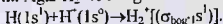


$$BT = \frac{2 - 0}{2} = 1$$

Vodorod molekulasini bog'lanish tartibi 1 ga teng. Vodorod molekulasini hosil bo'lishida 435 kJ/mol issiqlik ajralib chiqadi. Demak, bog'lovchi orbitallarda birgina elektron bo'lsa ham u bog'lanishni yuzaga keltiradi. Shuning uchun ham molekulyar orbital usuli birgina elektron bilan ham bog'lanishlar yuzaga kelishini tushuntira oladi.



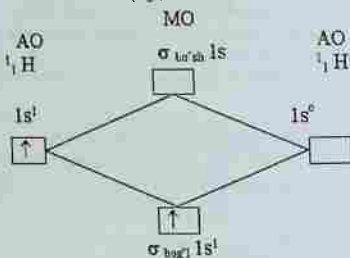
2. Molekulyar vodorod ioni. Agar  $H_2^+$  ioning hosil bo'lishi qaralsa,



Bu holda molekula hosil bo'lishida birgina elektron ishtirok etgan va u ham bog'lovchi orbitalga joylashgan

$$BT = \frac{1 - 0}{2} = 0,5$$

Molekulyar vodorod ioni uchun ( $H_2^+$ ),  $BT = 0,5$



1.  $He_2$  molekulasini hosil bo'lishida har bir geliy molekulasidan ikkitadan elektron ishtirok etib, ulardan ikkitasi bog'lovchi orbitalga va ikkitasi bo'shashtiruvchi orbitalga qo'yiladi.

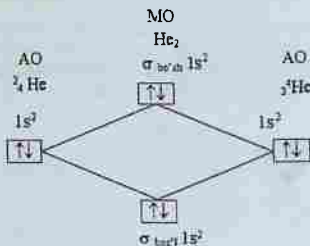


Bu jarayonda ham 259 kJ/mol issiqlik ajralib chiqadi. Bu molekulaning hosil bo'lishida bir bog'lovchi orbital ta'sirini ikkinchi bo'shashtiruvchi orbital yo'qqa chiqazgani uchun,  $He_2$  dagi bog'lanish tartibi:

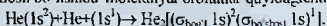
$$BT = \frac{2 - 2}{2} = 0$$

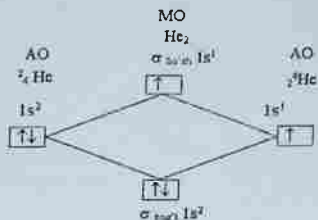
$BT = 2 - 2/2 = 0$ , ya'ni bunday molekula mavjud emas.

Geliy molekulasining molekulyar orbitallarda hosil bo'lishi



3.  $He_2^+$  ioning hosil bo'lishida molekulyar orbitallar quyidagicha yoziladi:

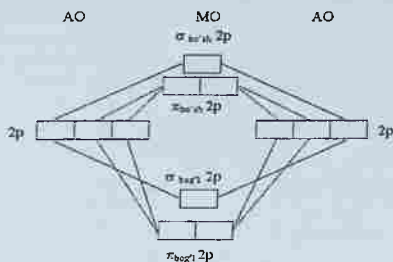




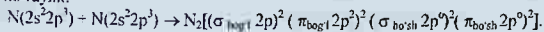
Molekulyar geliy ioni hosil bo'lishida 293 kJ/mol issiqlik ajraladi.

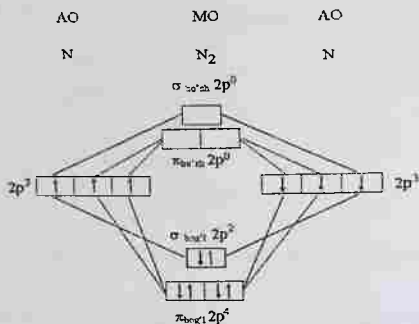
$$BT = \frac{2 - 1}{2} = 0,5$$

$\lambda = \pm 1$  bo'lganda,  $\pi$  holat uchun molekulyar orbitallarning hosil bo'lishida uchta bog'lovchi orbital va uchta bo'shashtiruvchi orbital ishtirok etadi. Ulardagi elektronlarning eng ko'p miqdori 6 tagacha yetadi. Ana shulardan bitta bog'lovchi va bitta bo'shashtiruvchi orbital  $\sigma$  orbital hisoblanadi. Bog'lardan ikkitadan bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitalar  $\pi$  ga tegishli.



Masalan, azot molekulasining molekulyar orbitallar usulida bog'lanish hosil bo'lishini ko'raylik:

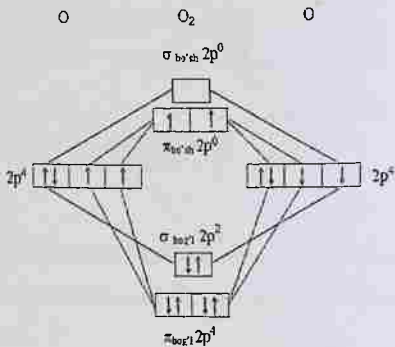
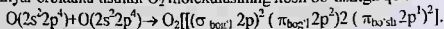




Azot molekulasi uchun bog'lanish tartibi

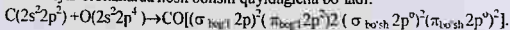
$$BT = \frac{6-0}{2} = 3 \text{ ga teng.}$$

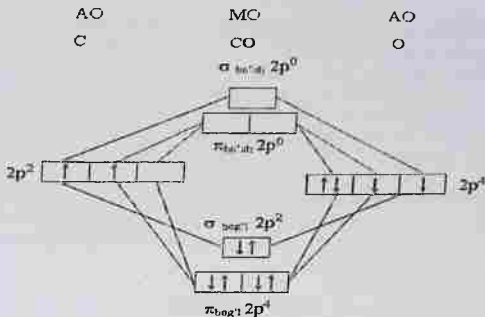
Molekulyar orbitalar usulini O<sub>2</sub> molekulasining hosil bo'lishiga qo'llasak.



Bo'shashtiruvchi ( $\sigma_{2p}$ ) orbitalardagi ikkita toq elektronlar kislorod molekulasining qattiq va suyuq holda magnit xossalarni to'g'ri tushuntiradi

Shunga o'xshash agar ikkita har xil atomdan tashkil topgan CO molekulasini ham molekulyar orbitalarda hosil bolishni quyidagicha bo'ladi:





CO molekulasida ham barcha elektronlar bog'lovchi orbitallarga joylashgani uchun bog'lanish tartibi  $BT = \frac{6-0}{2} = 3$  ga teng. Demak, CO da bog'lanish uch bog' holatida ekanligini ko'rish mumkin.

Demak, molekulyar orbitallar usuli molekullarning tuzilishi va xossalarini to'g'ri tushuntiradi.

**Molekulyar orbitallarning afzalliklari.** Valent bog'lanishlar usulidan molekulyar orbitallar usuli bir qancha afzalliklarga ega:

-bu usul har qanday yadrolar sistemasi va elektronlar barqarorligini tushuntira oladi;

-molekulyar orbitallar usuli molekullarning va kompleks birikmalarning magnit va optik xossalarini to'g'ri tushuntiradi;

**1-masala.** KCl kristal panjarasi doimiysi  $3,16 \cdot 10^{-10}$  m ga teng. Agar  $Cl^-$  ioni radiusi  $1,81 \cdot 10^{-10}$  m ga teng bo'lsa,  $K^+$  ioni effektiv radiusini hisoblang.

**Yechish.**  $r_{K^+} = 3,16 \cdot 10^{-10} - r_{Cl^-} = 3,16 \cdot 10^{-10} - 1,81 \cdot 10^{-10} = 1,349 \cdot 10^{-10}$  m

**2-masala.**  $SO_2$  molekulasida elektr dipol momenti  $5,4 \cdot 10^{-30}$  Kl·m ga teng. S-O dipol uzunligini aniqlang.

**Yechish.** Bog' qutbliligi dipol elektr momenti p bilan xarakterlanadi:  $p = Ql$ , bu yerda

Q - elektron zaryadi ( $1,602 \cdot 10^{-19}$  Kl); l - dipol uzunligi, m.

Bundan:  $l = p/Q = 5,4 \cdot 10^{-30} / 1,602 \cdot 10^{-19} = 3,37 \cdot 10^{-11}$  m.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Kimyoviy bog'lanish nazariyasining rivojlanishi tarixining asosiy bosqichlari. Kimyoviy bog'lanishning asosiy turlari: kovalent, ion va metall bog'lanishlar. Kvant kimyoviy usullar bilan kimyoviy bog'lanishni taqribiy ifodalash; valent bog'lar usuli (VBU) va molekulyar orbitallar usuli (MOU).

2. VBU ning asosiy prinsiplari, kovalent bog'lanish. Kovalent bog'lanishning xossalari: to'yinuvchanlik, yo'naluvchanlik va qutblanuvchanlik. Gibridlanish nazariyasi. Gibridlangan orbitallarning turlari. Gibridlangan holatlarning barqarorligini shartlari.  $\delta$ - va  $\pi$ -bog'lanishlar. Valentlik, elementlarning valentlik nomiyon qilish imkoniyotlari, maksimal valentlik. VBU nuqtai nazaridan molekullarning geometriyasi. Molekullarning geometriyasiga taqsimlanmagan elektron juftlarining borligini va atrofidagi atomlarning elektromanfiyligini ta'siri.

3. Ion bog'lanish. Dipol moment. Kovalent molekullarning qutblanganligi. Bog'laming ionlilik darajasining ionlarning xossalriga bog'liqligi. Ionlarning qutblovhilik va qutblanuvchanlik xossalriga ta'sir etuvchi faktorlar. Ion kristallarining xossalrini (suyuqlanish tempeaturasi, dissotsilanish darajasi, eruvchanligi, ranggi va boshqalar) bog'laming ionlilik darajasiga bog'liqligi.

4. Molekulyar orbitallar usulining asosiy holatlari. Molekulyar orbitallar usulining asosiy holatlari. Molekulyar orbitallar atom orbitallarining chiziqli kombinatsiyalari (MO-AOChK) sifatida. Bog'lovchi, bo'shashtiruvchi va bog'lamovchi molekulyar orbitallar. Bog' tartibi. Molekulani energiyasini elektronlarning bog'lovchi va bo'shashtiruvchi MO lardagi soniga bog'liqligi. Ikki atomli gomo- va geteroyadroli molekullarning energetik diagrammasi.

5. Vodorod va metall bog'lar haqida tushunchalar. Molekullararo ta'sirlashtish va uring xillari.

### Savol va topshiriqlar

1. "Oksidlanish darajasi" va "Valentlik" tushunchalari bir biridan nima bilan farq qiladi? Ularning qiymatlari qanday aniqlanadi?

2. s-, p-, d-, f- elementlarda qaysi elektronlar valent elektronlar hisoblanadi?

3. Atom orbitallarining ma'lum gibridlanish turiga molekullarning qanday geometrik konfiguratsiyasi mos keladi?

4. Nima uchun valentliklari va atomlarning soni jihatidan bir xil molekullar -  $\text{CO}_2$  va  $\text{SO}_2$  yoki  $\text{BCl}_3$  va  $\text{PCl}_3$  - har xil geometrik konfiguratsiyaga ega?

5. Quyidagi orbitallarining gibridlanishi mumkinmi: a) 3p- va 4s-; b) 4s- va 5p-; v) 4s- va 4p-; g) 4s-, 4p- va 5d-; d) 3d-, 4s- va 4p-? AO ning gibridlangan holatining barqarorligi bir guruchcha elementlarida atom nomeri oshgan sari qanday o'zgaradi?

6.  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$  molekullaridan qaysi birlari dipol momentiga ega? Javobingizni izohlang.

7. Bog'ning qutblanganligi molekulaning albatta dipol momentiga ega ekanligidan darak beradimi? Misollar keltiring.

8. Nima uchun  $\text{NH}_3$  molekulasi  $\text{NF}_3$  ga nisbatan kattaroq dipol momentiga ega?

9. Uglerod, azot va borning maksimal valentligi nechaga teng bo'lishi mumkin?

10. Ion bog'lanishning to'yinuvchanlikka va yo'naluvchanlikka ega emasligining asosida qanday sabab etadi?

11. Nima uchun yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan elementlar ion bog'lanishli birikmalar hosil qilmaydi?

12. Agar metall yodidi rangsiz bo'lsa, ayni metall xloridining rangi haqida qanday xulosa chiqarish mumkin? Teskaricha fikr yuritish to'g'ri natija olishga imkoniyat beradimi?

13. Nima uchun kalsiy gidroksidi faqat asos xossasini, rux gidroksidi esa amfoter xossasini namoyon qiladi?

14. Nima uchun sulfat va karbonat kislotalar sulfat kislotaga nisbatan beqarorroq?

15.  $\text{Sr}^{2+}$  va  $\text{Pb}^{2+}$  radiuslari o'zaro bir-biriga yaqin.  $\text{SrF}_2$  yoki  $\text{PbF}_2$  dan qaysi biri yuqori erish temperaturasiga ega bo'ladi? Nima uchun?

16. Nima uchun konsentrlangan sulfat kislota oksidlovchi xossaga ega, suyultirilgani esa vodorod ionlari hisobigagina oksidlaydi?

17. Nima uchun kumush galogenidlarning floridlan yodidga o'tgan sari eruvchanligi kamayadi?

18. Bog'lovchi, bo'shashtiruvchi va bog'lamovchi deb qanday molekulyar orbitallar aytiladi? Har bir xil MO ga ega bo'lgan birikmalar molekullaridan misollar keltiring.

19. Nima uchun  $N_2$  molekulasidan bitta elektronni chiqarib yuborilsa molekulyar ion bog'lanish energiyasi kamayadi.  $O_2$  va  $F_2$  molekularida esa ortadi?

20. MO diagrammalaridan foydalanib,  $NF - NF - NF^+$  qatorida zarrachalarning paramagnit xossalari qanday o'zgarishini ko'rsating. Quyidagi keltirilgan zarrachalardan qaysi biri eng barqaror?

21. Zarrachalardan qaysi birining ionlanish potensialining qiymati kattaroq: a) azot atomi yoki molekulasini; b) kislorod atomi yoki molekulasini; v) flor atomi yoki molekulasini? Nima uchun?

22.  $SF_4$  molekulasini va  $SF_6^{2-}$  ioni hosil bo'lish mexanizmlarini tushuntiring.  $CF_6^{2-}$  ioni bo'lishi mumkinmi?

23. Quyidagi birikmalarda kimyoviy bog' turini ko'rsating:  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ . Elektron bulutlarining qoplanish sxemasini ko'rsating.

24. Qanday kimyoviy bog'ni kovalent bog' deyiladi? Kovalent bog'lanishning yo'nalishi. Valent bog'lanish usulida suv molekulasini tuzilishini qanday tushuntiriladi?

25. Qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish. Quyidagi birikmalardagi kimyoviy bog' turlarini aniqlang:  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $CCl_4$ ,  $SiH_4$ ,  $HF$ .

26. Quyidagi ionlarda kovalent bog'lanishni hosil bo'lish mexanizmi qanday?  $NH_4^+$ ,  $H_3O^+$ ,  $BF_4^-$ . Donor va akseptorni ko'rsating.

27. Qanday kovalent bog'lanishlar  $\delta$ -bog'lanish,  $\pi$ -bog'lanish deyiladi? Azot molekulasini misolida tushuntiring.

28. Tinch va qo'zg'algan holda xlor atomi nechta juftlashmagan elektronlar tutadi? Bu elektroularni kvant yacheykalari bo'yicha juftlashmagan elektronlarga bog'liq bo'lgan xlorning valentligi nechga teng?

29. Oltinugurt atomining elektron grafik formulasi yozing. Oltinugurt atomini tinch va qo'zg'algan holda nechta juftlashmagan elektronlari bo'ladi? Juftlashmagan elektronlari asosida oltinugurtning mumkin bo'lgan valentliklarini ayting.

30. Dipol momenti deb nimga aytiladi? Quyidagi  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HJ$  (molekulalardan) qaysi biri ko'proq dipol momentiga ega? Nima uchun?

31. Vodorod bog'lanishi deb qaysi kimyoviy bog'lanish turiga aytiladi? Bu bog'lanish qanday molekular orasida yuzaga keladi? Nima uchun  $H_2O$  va  $HF$ ,  $H_2S$  va  $HCl$  ga qaraganda yuqori haroratda suyuqlanadi?

32. Ion bog'lanishi deb qanday bog'lanish turiga aytiladi? Uning hosil bo'lish asosi qanaqa? Ion bog'lanishga misollar keltiring va xossalari ko'rsating. Atomlarning ionlarga o'tish reaksiyasini yozing.

33. Molekulararo ta'sirlanishning asosiy turlari. Van-der-waals kuchlarning hosil bo'lish shartlari.

34. Kovalent bog'lanishni donor-akseptor mexanizmi bilan hosil bo'lishi.  $NH_4^+$  va  $BF_4^-$  ionlarining tuzilishini ko'rsating.

35. Bor atomining qaysi elektronlari kovalent bog' hosil qilishda qatnashadilar?  $BH_4^-$  ionini hosil bo'lishda qaysi atom yoki ionning elektron jufti donor vazifasini bajaradi?

36. Nima uchun rux, kadmiy va simoblarning suyuqlanish temperaturasi xrom, molibden va volframlarning suyuqlanish temperaturasidan ancha past?

37. Xona temperaturasida oddiy moddalarning agregat holatlari nima sababdan va qanday tartibda flordan yodga tomon o'zgaradi?

38. Molekulararo va ichki molekulyar qanday bog'lanishga aytiladi? Vodorod bog'ini nima sababdan va qanday qilib moddning suyuqlanish temperaturasi ta'sir qiladi?

39.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  va  $\text{CO}$  molekularining MO diagrammasini chizing, bog' tartibini aniqlang va magnit xossalarni izohlang, ularni bog' tartibi kamayib borishi tartibida joylashtiring.

40.  $\text{H}_2^-$  molekulasini bog'lanish energiyasi  $436\text{kJ/mol}$ ,  $\text{O}_2$  molekulasining bog'lanish energiyasi  $498\text{kJ/mol}$ ga teng. Suv molekulasining hosil bo'lish issiqligi  $-241,8\text{kJ/mol}$ ga teng bo'lsa, H-O bog'ining energiyasini toping.

## VI BOB. ERITMALARNING UMUMIY XOSSALARI

Ikki va undan ortiq komponentlardan va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlaridan tashkil topgan gomogen sistemaga eritma deyiladi. Eritmalar tirik organizmlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Masalan qon, limfa, va so'luk suyuqliklari eritmalardir. Eritmalar kimyoviy birikmalar va oddiy mexanik aralashmalar o'rtasida oraliq holatni egallaydi.

Eritmalar kimyoviy birikmalarga o'xshash bir jinsli ya'ni gomogen bo'ladi. Erish jarayoni kimyoviy reaksiyaga o'xshash issiqlik yutilishi yoki chiqishi bilan ro'y beradi. Eritmalar kimyoviy birikmalardan farq qilib tarkibi o'zgaruvchan bo'lib, ham erituvchi ham erigan modda xossalari namoyon qiladi. Erigan moddani erituvchidan fizikaviy usulda ajratib olish mumkin. Bu xossalari bilan eritma mexanik aralashmaga o'xshaydi.

Eritma tayyorlash jarayonida agregat holati o'zgaraydigan komponent erituvchi hisoblanadi. Eritmalarda bir komponent ikkinchisida molekullar, ionlar, yoki atomlar holatida bir jinsli muhit hosil qilib tarqalgandir. Eritmalar gaz, suyuq va qattiq holatda uchraydi.

**Gazlarning eritmalari.** Erigan modda va erituvchi ham gaz bo'lgan aralashma sifatida havoni olish mumkin. Havo tarkibida hajm jihatidan 78% azot, 20-21% kislorod, qolgan qo'shimchalar uglerod (IV) oksidi, suv bug'i va boshqalar bo'lishi mumkin. Gazlar aralashmasining umumiy bosimi ularning parsial bosimi deyiladi. Umumiy parsial bosim tashkil etuvchilarning parsial bosimlari yig'indisiga teng bo'ladi.

Harorat ko'tarilishi bilan gazlarning eruvchanligi kamayadi, chunki gazlarning erish jarayoni ekzotermik jarayondir. Gazlar eruvchanligining bosimga bog'liqligi **Genri qonuni** bilan ifodalanadi:

O'zgarmas haroratda gazlarning eruvchanligi uning bosimiga to'g'ri proporsional.

$$C = k \cdot P$$

C - gazning eruvchanligi; k - Genri doimiysi; P - gazning bosimi.

**Genri-Dalton qonuni.** Agar biror suyuqlikda gazlarning aralashmasi erisa, har bir alohida gazning eruvchanligi shu gazning parsial bosiniga to'g'ri proporsional.

Genri qonuni uncha yuqori bo'lmagan bosimda va konsentratsiyada o'rinni bo'lib erituvchi va erigan moddaning orasida o'zaro ta'sir ro'y bermaydi deb hisoblanadi.

Elektrolit eritmalarida gazlarning eruvchanligini kamayishi gidratatsiyaga bog'liqdir. Gidratatsiya tufayli suv molekullari ionlar atrofida bog'lanib qoladi va shu tufayli gazlarning eruvchanligi kamayadi.

**Eritmalar konsentratsiyasi.** Eritmaning yoki erituvchining hajm yoki massa birligida erigan modda miqdoriga konsentratsiya deb ataladi.

Eritmada erigan modda miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritma konsentrlangan, oz bo'lsa, suyultirilgan eritma hisoblanadi. Konsentratsiyani ifodalashning bir necha usullari mavjud.

1. Erigan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbati erigan moddaning massa ulushini ko'rsatadi.

$$W = \frac{m_1}{m_2}; \quad C = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100.$$

W - erigan moddaning massa ulushi; C, % erigan moddaning % lardagi massa ulushi;

$m_1$  - erigan modda massasi, g;  $m_2$  - eritmaning massasi, g;

$m_0$  - erituvchining massasi, g.

2. Bir litr eritmada erigan modda miqdoriga molyar konsentratsiya deyiladi.

$$C_m = \frac{n}{V}; \quad C_n = \frac{m}{M \cdot V}.$$

$C_m$  - molyar konsentratsiya;  $m$  - erigan modda massasi, g;  $M$  - erigan modda molyar massasi, g/mol;  $n$  - erigan modda miqdori, mol.

0,5 M NaOH - bu ifoda molyar konsentratsiyasi 0,5 mol/l bo'lgan natriy gidroksid eritmasi ekanligini bildiradi.

3. Bir kilogramm erituvchida erigan modda miqdoriga molyal konsentratsiyani ifodalaydi:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot g}.$$

$C$  - molyal konsentratsiya, mol/kg;  $m$  - erigan modda massasi, g;  $M$  - erigan modda molyar massasi, g/mol;  $g$  - erituvchi massasi, g.

4. Bir litr eritmada erigan modda ekvivalent miqdoriga normal (ekvivalentning molyar) konsentratsiya deyiladi:

$$C_n = \frac{m}{E \cdot V}.$$

$C_n$  - erigan moddaning normal konsentratsiyasi yoki ekvivalentning molyar konsentratsiyasi;  $E$  - erigan moddaning ekvivalent massasi, g/mol.

0,5 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - bu ibora bir litrda 0,5 ekvivalent miqdor (24,5g) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bo'lgan eritmani ifodalaydi.

5. Ergan moddaning molyar ulushi deb, erigan modda miqdoring eritmada barcha moddalar miqdorlari yig'indisiga nisbatiga aytiladi. Molyar ulush quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{n}{n + n_o}; \quad N_o = \frac{n_o}{n + n_o}.$$

$N$  - erigan modda molyar ulushi;  $N_o$  - erituvchining molyar ulushi;

$n$  - erigan modda miqdori, mol;  $n_o$  - erituvchi miqdori, mol.

6. Bir millilitr eritmada erigan modda milligrammlar soniga titr deyiladi:

$$T = \frac{C_m \cdot M}{1000}; \quad T = \frac{C_n \cdot M}{1000}.$$

Agar eritmaning zichligi, massa ulushi ma'lum bo'lsa, uning konsentratsiyalarini quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin.

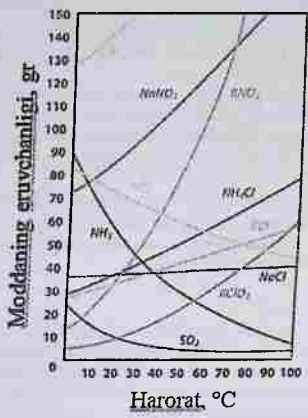
$$C_m = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M}; \quad C_n = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; \quad C = \frac{W\% \cdot 1000}{M \cdot (100 - W\%)}$$

**Eruvchanlik.** Erish mexanizmi. Ayni haroratda ma'lum erituvchida erishi mumkin bo'lgan modda miqdori eruvchanlik deyiladi. Biror bir erituvchida moddaning erishi o'z-o'zicha borib, bunda  $\Delta G < 0$ , shuning uchun jarayon o'z-o'zicha boradi.

20°C da 100 g erituvchida 10 g ortiq modda erisa bu modda yaxshi eriydigan hisoblanadi. Xuddi shu sharoitda 0,01 - 1,0 g atrofida erisa qiyin eriydigan deyish mumkin.

Agar shu sharoitda 0,01 g dan kam erisa analiy jihatdan erimaydigan hisoblanadi. Umuman erimaydigan modda bo'lmaydi.

Ko'p qatliq moddalarning eruvchanligi harorat ortishi (17-rasm) bilan ortadi.

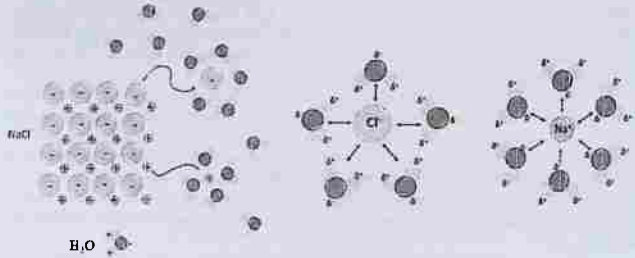


17-rasm. Eruvchanlik egri chiziqlari.

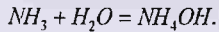
Shuning uchun haroratning pasayishi eruvchanlikni kamayishiga va harorat kamaygan sari kristallanishga olib keladi. Glauber tuzining eruvchanligi harorat ortishi bilan avval ortib,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'lishi hisobiga keyin bo'lsa kamayadi.

Erish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Ergan modda molekulari bilan erituvchi molekularining o'zaro ta'sirini solvatlanish deyiladi. Bu ta'sirlanish mahsulotlari esa solvatlar deyiladi. Agar erituvchi suv bo'lsa, bu jarayon gidratlanish, mahsulot esa gidratlar deyiladi.

Erituvchi va erigan modda tabiatiga bog'liq holda solvatlarning hosil bo'lishi turlicha bo'lishi mumkin. Masalan: eriydigan modda ion tuzilishli ( $\text{NaCl}$ ). erituvchi esa qutbli tuzilishli ( $\text{H}_2\text{O}$ ) bo'lsa, erish jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Erituvchi molekulari bilan ionlar o'rtasida donor-akseptor ta'sirlashuv bo'lishi mumkin. Masalan:



Sirtning suvda erishida esa dipol-dipol ta'sirlashuv kuzatiladi.

Qattiq moddaning erish jarayonini ikkita jarayonlarning yig'indisi deb qarash kerak. Birinchisi qattiq moddaning molekullarga yoki ionlarga parchalanishidir. Bu jarayon endotermik bo'lib, issiqlik yutilishi bilan boradi.

Ikkinchisi - molekula yoki ionlarning suv bilan ta'sirlashib gidratlar hosil qilishidir. Bu jarayon ekzotermik bo'lib issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi. Qaysi jarayonning ulushi kattaligiga qarab, qattiq modda eriganda issiqlik yutilishi yoki chiqishi mumkin. Ba'zi qattiq moddalar (KOH, NaOH) eriganda issiqlik chiqadi. Ba'zilari ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) eriganda esa issiqlik yutiladi.

Gidratlar beqaror moddalar bo'lib, oson parchalanadi. Eritmalar bug'latilganda, ular parchalanib, erigan modda ajralib chiqadi. Ba'zan gidratlar birmuncha barqaror bo'lib, suv qattiq modda tarkibiga kiradi. Bunday moddalarni kristallogidratlar deb, kristallogidrat tarkibidagi suvni esa kristallizatsiya suvi deb ataladi.

Masalan:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - mis kuporosi;

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  - kristall soda

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - taxir tuz

Moddalarning u yoki bu erituvchida erish xossasiga eruvchanlik deyiladi. Eruvchanlik avvalambor erituvchi va eriydigan moddalar tabiatiga bog'liq. Masalan, natriy xlorid suvda yaxshi eriydi, lekin benzolda erimaydi. Yog' esa suvda erimaydi, lekin benzolda yaxshi eriydi. Eruvchanlik baroratga va bosimga bog'liq.

Agar modda shu eritmada ortiqcha erimasa, bunday eritma to'yingan eritma deyiladi. Agar modda eritmada yana erisa, bu eritma to'yinmagan eritma deyiladi. To'yingan eritmada cho'kma bilan eritma o'rtasida muvozanat qaror topadi. To'yingan eritmani cho'kmasidan ajralib olib, ozgina bug'latib yoki biroz sovutib o'ta to'yingan eritma olish mumkin. O'ta to'yingan eritmada erigan modda miqdori to'yingan eritmadagidan ko'proq bo'ladi. O'ta to'yingan eritma beqaror bo'lib, chayqatilgandayoq ortiqcha erigan modda darrov cho'kma tushadi.

Eruvchanlik 100 g erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan moddaning grammilar soni bilan o'lchanadi.

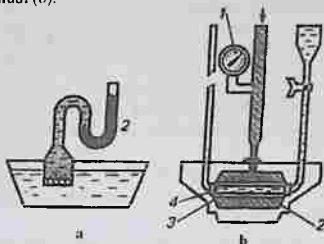
**Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari. Ideal eritmalar.** Ideal eritmalar deb, komponentlari qo'shilganda bir xil va turli molekullar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari teng bo'lgan eritmalariga aytiladi. Ideal eritmalar hosil bo'lishida issiqlik ajralib chiqishi yoki yutilishi, shuningdek hajm o'zgarishi kuzatilmaydi. Agar eritma A va B komponentlardan tashkil topgan bo'lsa, A-A, B-B va A-B molekullar orasidagi o'zaro ta'sir teng kuchlidir. Ideal eritmalarning xossalari alohida komponentlar xossalaridan farq qilmaydi. Bu eritmalar Vant-Goff va Raul qonulariga bo'ysunadi.

**Osmos va osmotik bosim.** Turli konsentratsiyali ikki eritmani o'zaro aralastirilsa, diffuziya jarayoni oqibatida ma'lum vaqtdan so'ng ularning konsentratsiyasi tenglashadi. Agar turli konsentratsiyali ikki eritma o'rtasiga yarim o'tkazgich parda qo'yilsa, diffuziya asosan bir yo'nalishda ro'y beradi. Yarim o'tkazgich parda tirqishlari niloyatda kichik bo'lib undan faqat erituvchi molekullariga o'ta oladi, erigan modda molekullari esa o'tmaydi. Erituvchi molekullari asosan konsentratsiyasi kam eritmada konsentratsiyasi ko'p eritmaga o'tadi. Natijada konsentratsiyasi yuqori eritmaning sathi balandlashib, konsentratsiyasi oz eritmaning sathi pasayadi.

Erituvchi molekullarining yarim o'tkazgich parda orqali bir tommonlama diffuziyasiga osmos deyiladi.

Osmos hodisasini to'xtatish uchun yuqori konsentratsiyali eritmaga berilishi zarur bo'lgan bosim osmotik bosim deyiladi.

18-rasmda osmosni to'g'ridan to'g'ri o'lchash uchun mo'ljallangan uskuna berilgan (a). Monometr osmotik bosim o'zgarishini ko'rsatadi. Berkeli va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni o'lchaydigan qurilma esa osmotik bosim o'zgarishini monometr ko'rsatkichida aks ettiradi (b).



18-rasni. Osmotik bosimni o'lchashga imkon beruvchi uskuna.  
a- osmotik bosimni to'g'ridan to'g'ri o'lchashga mo'ljallangan osmometr: 1-sopol idish va 2-monometr.

b-Berkeli va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni o'lchaydigan qurilma: 1-monometr; 2-eritma solinadigan idish; 3-yarim o'tkazgich parda; 4-erituvchi saqlanadigan silindr.

**Vant-Goff qonuni.** Osmos hodisasini o'rganib, Vant-Goff quyidagi qonuni kashf etdi: Eritan modda gaz holatida bo'lib, eritma hajmiga teng hajmini egallaganda hosil qiladigan bosimi shu eritmaning osmotik bosimiga teng bo'ladi:

$$P = C_m \cdot R \cdot T.$$

$P$  - osmotik bosim, kPa;  $C_m$  - molyar konsentratsiya, mol/l;

$R$  - gaz doimiyi 8,31;  $T$  - mutloq harorat, K.

Osmotik bosim erigan modda molyar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Noelektrolit moddalarda bunday bog'lanish  $1 \cdot 10^{-2}$  mol/l konsentratsiyagacha kuzatiladi. Noma'lum modda eritmasining osmotik bosimini o'lchab, uning molyar massasini aniqlash mumkin:

$$C_m = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}, \quad \text{bo'lgani uchun,} \quad P = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot V}; \quad M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}.$$

$n$  - erigan moddaning mollar soni;  $m$  - erigan moddaning massasi;  $R$  - universal gaz doimiyi;  $V$  - eritmaning litr soni;  $P$  - eritmaning osmotik bosimi, kPa;  $T$  - eritmaning harorati, K.

Osmos hodisasi o'simlik va tirik organizmlar hayotida muhim rol o'ynaydi. Osmotik bosimlari teng bo'lgan eritmalarni izotonik eritmalar deb, osmotik bosimi yuqori eritmalarni gipertonik, past bo'lgan eritmalarni esa gipotonik eritma deb ataladi. Dengiz suvi osmotik bosimi  $2.83 \cdot 10^6$  Pa ga teng. Hayvonlar hujayralaridagi osmotik bosim 300 kPa ni tashkil etadi. Hujayralarga oziq moddalarning kirib borishi, shuningdek chiqib ketishi osmos hodisasiga asoslangan.

**Raul qonunlari.** Agar suvda uchuvchan bo'lmagan, qattiq moddalarni eritilsa, (glyukoza, saxaroz, mochevina) eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi toza erituvchining

ustidagi to'yingan bug' bosimidan har doim kichik bo'ladi. 1887 yilda fransuz olimi Raul quyidagi qonunlarni kashf etdi.

**I-qonun:** Suyultirilgan eritmalarda eritma ustidagi erituvchi to'yingan bug' bosimining nisbiy pasayishi erigan modda molyar ulushiga teng.

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N; \quad \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + n_0}; \quad N = \frac{n}{n + n_0}.$$

$$P_0 > P \quad \Delta P = P_0 - P$$

$P_0$  - toza erituvchining to'yingan bug' bosimi;  $P$  - eritmadagi erituvchining to'yingan bug' bosimi;  $N$  - erigan moddaning molyar ulushi;  $n_0$  va  $n$  - erituvchi va erigan moddaning mollar soni.

Ma'lumki eritmaning muzlash harorati toza erituvchinkidan yuqori bo'ladi.

**II-qonun:** Eritma muzlash haroratining pasayishi erigan modda molyar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

$$\Delta t_{muz} = k \cdot C; \quad \Delta t_{muz} = t_{muz}^0 - t_{muz}$$

$t_{muz}^0$  - toza erituvchining muzlash harorati;

$t_{muz}$  - eritmaning muzlash harorati;

$\Delta t_{muz}$  - muzlash haroratining pasayishi;

$C$  - molyal konsentratsiya, mol/kg;  $k$  - krioskopik doimiylik, grad.kg/mol

Krioskopik doimiylikning fizik ma'nosi shundaki, u konsentratsiyasi 1 mol/kg bo'lgan nolektrolit modda eritmasining muzlash haroratini toza erituvchiga nisbatan necha gradusga pasayishini ko'rsatadi.

Har qanday suyuqlik uning to'yingan bug' bosimi tashqi atmosfera bosimga teng bo'lganida qaynaydi.

Eritma qaynash haroratining ortishi erigan modda molyal konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir.

$$\Delta t_{qay} = E \cdot C; \quad \Delta t_{qay} = t_{qay} - t_{qay}^0$$

$t_{qay}^0$  - eritmaning qaynash harorati

$t_{qay}$  - toza erituvchining qaynash harorati

$\Delta t_{qay}$  - qaynash haroratining ortishi;

$E$  - ebulioskopik doimiylik, grad.kg/mol.

Ebbulioskopik doimiylik 1 kg erituvchida 1 mol nolektrolit modda eriganda eritmaning qaynash harorati toza erituvchinkidan necha gradusga farq qilishini ko'rsatadi.

Krioskopik va ebbulioskopik doimiyliklar faqat erituvchi tabiatiga bog'liq kattaliklardir. Suv uchun  $K = 1,86$ ;  $E = 0,52$ . Benzol uchun  $K = 5,12$ ;  $E = 2,57$ .

Eritma muzlash haroratining pasayishini yoki qaynash haroratining ortishini o'lchab, noma'lum erigan moddaning molekular massasini aniqlash mumkin.

$$\Delta t_{muz} = k \cdot C; \text{ bu erda } C = \frac{m}{M \cdot g}; \quad \Delta t_{muz} = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{M \cdot g}, \quad M = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{\Delta t \cdot g};$$

$$M = \frac{E \cdot m \cdot 1000}{\Delta t_{qay} \cdot g}.$$

$C$  - erigan moddaning molyal konsentratsiyasi;  $m$  - erigan modda massasi;  $g$  -

erituvchining massasi;  $M$  - erigan moddaning molyar massasi.

Eritmaning zarrachalar soniga bog'liq xossalari ya'ni osmotik bosini, muzlash va qaynash haroratlarining va to'yingan bug' bosimining o'zgarishi ularning kolligativ xossalari deyiladi.

**1-masala.** 250 g suvda 54 g glyukoza tutgan eritma qanday haroratda qaynaydi?

**Yechish.** 1000 g suvda glyukoza tutgan eritmaning massasi 216 g bo'ladi. Glyukozaning molekulyar massasi 180 g/mol. Eritmaning mol miqdori  $C_m = 216/180 = 1,20$  mol. Formuladan  $\Delta t_{\text{qayn}} = K C_m$  topamiz.  $\Delta t_{\text{qayn}} = 1,86 \cdot 1,20 = 2,23$  K. Bundan, eritma  $-2,23$  °C muzlaydi.

**2-masala.** 100 g dietil efirda 8 g noma'lum modda tutgan eritma  $36,86^\circ\text{C}$  haroratda qaynaydi? Toza efir esa  $35,60$  °C da qaynaydi. Eritan moddaning molekulyar massasini toping.

**Yechish.**  $\Delta t_{\text{qayn}} = 36,86 - 35,60 = 1,26$  °C.  $\Delta t_{\text{qayn}} = E m$

$1,26 = 2,02 m$ ;  $m = 1,26/2,02 = 0,624$  mol 1000 g efirda. Masala shartiga ko'ra, 1000 g erituvchida 80 g erigan modda bo'ladi.

$M = 80/0,624 = 128,2$  g/mol.

**3-masala.** Temir (II) sulfatning 12 % li eritmasidan 100 ml berilgan. Agar eritma zichligi 1,12 g/ml bo'lsa, eritmada necha gramm temir (II) sulfat borligini hisoblang.

**Yechish.** Hisoblash bosqichlar bo'yicha yoki bir yo'la bajarilishi mumkin.

I usul.

$m_{\text{eritma}} = 1,12 \text{ g/ml} \cdot 100 \text{ ml} = 112 \text{ g}$

$m_{\text{(FeSO}_4)} = 112 \text{ g} \cdot 0,12 = 13,44 \text{ g}$

II usul.

$m_{\text{(FeSO}_4)} = 1,12 \text{ g/ml} \cdot 100 \text{ ml} \cdot 0,12 = 13,44 \text{ g}$

**4-masala.** 0,552 g kamforaning 17 g efirdagi eritmasi toza efirga nisbatan  $0,461^\circ\text{C}$  ga yuqori haroratda qaynaydi. Efirning ebullioskopik konstantasi  $2,16^\circ\text{C}$ . Kamforaning molekulyar massasini aniqlang.

**Yechish.** Kamforaning molekulyar massasini eritma qaynash harorati ko'tarilishi formulasidan foydalanib topamiz:

$$M = \frac{E \cdot 1000 \cdot a}{\Delta t_{\text{qayn}} \cdot b}; \quad M = \frac{2,16 \cdot 1000 \cdot 0,552}{0,461 \cdot 17} = 155,14$$

Demak kamforaning molekulyar massasi 155,14 ga teng.

**5-masala.**  $25$  °C da 720 g suvda 45 g glyukoza ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) tutgan eritmaning to'yingan bug' bosimini toping. Suvning  $25^\circ\text{C}$  to'yingan bug' bosimi  $3153,4$  Pa ga teng.

**Yechish.** Eritan moddaning mol ulushini topsak:

$$n_{\text{M,H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{720 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 40 \text{ mol}$$

$$n_{\text{M,C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{M_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = \frac{45 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}$$

$$N_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{n_{\text{M,C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{n_{\text{M,H}_2\text{O}} + n_{\text{M,C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}} = \frac{0,25}{0,25 + 40} = 0,0062$$

Eritmaning suv ustidagi to'yingan bug' bosimini topsak:

$$(1-N) = 3153,4 (1 - 0,0062) = 3133,8 \text{ Pa}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

I. Eritmalar haqida tushuncha. Erish - bu fizik-kimyoviy jarayon. D.I.Mendeleevning erish jarayoni to'g'risida kimyoviy nazariyasining asosiy dalillari. Eritmalarning hosil bo'lish energetikasi. Eritma hosil bo'lish jarayonining entalpiyasi, entropiyasi, Gibbsning erkin

energiyasi. Erish jarayonining o'z-o'zicha sodir bo'lishi. Dispers sistemalar. Chin eritmalar. Kolloid eritmalar. Emulsiya va suspenziyalar.

2. Eritgan moddani konsentratsiyasini ifodalash usullari (massa ulushi, molyarlik, molyallik, normallik, molyar ulushi, litr).

3. Qattiq moddalarning eruvchanligi. Eruvchanlikka ta'sir etuvchi faktorlar. To'yingan, to'yingan va o'ta to'yingan eritmalar. Eruvchanlik koeffitsienti. Suyuqliklarni suyuqliklarda erishi. Moddani ikkita o'zaro aralashmaydigan suyuqliklar orasida taqsimlanish koeffitsienti. Gazlarning suyuqliklarda erishi. Genri, Dalton qonunlari.

4. Suvning holat diagrammasi. Suyultirilgan eritmaning kolligativ xossalari: erituvchini to'yingan bug' bosimini eritmada pasayishi, qaynash temperaturasining ortishi. Raul qonunlari. Krioskopik va ebullioskopik konstantalarning fizik ma'nosi. Osmos xodisasi. Osmotik bosim. Vant-Goff qonuni.

5. Moddalarning eritmada mol massalarini aniqlash usullari.

### Savol va topshiriqlar

1. Erish jarayonida qanday fizikaviy va kimyoviy hodisalar kuzatiladi?

2. Eritmaning hajmini erigan modda va erituvchi hajmlarining yig'indisiga teng deb hisoblash mumkinmi? Javobingizni izohlang, misollar keltiring.

3. Nima uchun issiqlik effektining ishorasiga qaramay qattiq moddani suvda erishi o'zidan-o'zi ketuvchi jarayon bo'ladi?

4. Umuman olganda eriyotgan moddani agregat holati erish jarayonidagi issiqlik effektiga ta'sir ko'rsatadimi? Javobingizni izohlang.

5. Suvsiz mis sulfatning erishi issiqlik chiqarilishi bilan, mis kuporosining erishi esa issiqlik yutilishi bilan borishini qanday tushuntirish mumkin?

6. Berilgan suvsiz tuzning  $80^{\circ}\text{C}$  da suvda eruvchanligi  $25\text{ g}$  ga,  $10^{\circ}\text{C}$  dagisi esa  $10\text{ g}$  ga teng.  $80^{\circ}\text{C}$  da to'yingan  $100\text{ g}$  eritma  $10^{\circ}\text{C}$  gacha sovitilganida qancha tuz cho'kmaga tushadi?

7.  $90^{\circ}\text{C}$  da to'yingan eritmani  $10^{\circ}\text{C}$  gacha sovitib qayta kristallash yo'li bilan  $20\text{ g}$   $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ni olish uchun qancha suv va oksalat kislotasi  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ni sarflash kerak? Suvsiz kislotaning  $90$  va  $10^{\circ}\text{C}$  larda suvda eruvchanligi tegishli ravishda  $120$  va  $5,3\text{ g}$  ga teng.

8.  $5\%$  li mis sulfat eritmasini tayyorlash uchun nechta gramm mis kuporosini  $270\text{ g}$  suvda eritish kerak?

9.  $600\text{ g}$  eritmaga  $200\text{ g}$  suv qo'shilganda eritmada erigan modda konsentratsiyasi  $2\%$  ga kamaygan. Dastlabki eritmada erigan moddani massa ulushini aniqlang.

10. Tarkibida  $48\text{ g}$  glukoza bo'lgan eritmaga  $100\text{ g}$  suv qo'shilganda, eritmada glukoza ning massa ulushi  $4\%$  ga kamaygan. Dastlabki eritmada glukoza ning massa ulushini hisoblang.

11. Tarkibida  $0,6\text{ mol}$  xlorid kislotasi bo'lgan eritmaga  $100\text{ ml}$  suv qo'shilganda uning molyar konsentratsiyasi  $0,2\text{ mol/l}$  ga kamaygan. Dastlabki eritmada xlorid kislotasi molyar konsentratsiyasini aniqlang.

12.  $0,5\text{ M}$  glyukoza  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  eritmasining  $25^{\circ}\text{C}$  dagi osmotik bosimini hisoblang.

13.  $350\text{ g}$  suvda  $16\text{ g}$  saxaroza  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  erigan. Shu eritmaning  $293\text{ K}$  dagi osmotik bosimini hisoblang. Eritma zichligi birga teng deb olinsin.

14. Biroq bir eritmaning  $25^{\circ}\text{C}$  dagi osmotik bosimi  $1,24\text{ MPa}$  bo'lsa, shu eritmaning  $0^{\circ}\text{C}$  dagi osmotik bosimini hisoblang.

15.  $100\text{ ml}$  ida  $2,3\text{ g}$  erigan modda bo'lgan eritmaning  $298\text{ K}$  dagi osmotik bosimi  $618,5\text{ kPa}$ . Moddani molekular massasini hisoblang.

16. 100 g suvda 9 g glyukoza  $C_6H_{12}O_6$  eritilsa, suvning qaynash harorati necha gradusga ortadi?
17. Saxarozaning  $C_{12}H_{22}O_{11}$  suvdagi eritmasining qaynash harorati  $101,4^{\circ}C$ . Eritmaning molyal, foiz konsentratsiyasini va muzlash haroratini aniqlang.
14.  $10^{\circ}C$  da 10% karbamid  $CO(NH_2)_2$  eritmasi ustidagi to'yingan bug' bosimini hisoblang.
15. 100 g suvda 9 g glyukoza  $C_6H_{12}O_6$  eritilsa, suvning qaynash harorati necha gradusga ortadi?
16.  $27^{\circ}C$  va 100 ml eritmada 5 g gemogloblin erigan eritmaning osmotik bosimi 1,82 kPa ga teng. Gemogloblinning molekulyar massasini hisoblang.
17. Toza erituvchining qaynash haroratini  $0,05^{\circ}C$  ga oshirish uchun 260 g suvda necha g glyukozani eritish kerak?
18. Efirming qaynash harorati  $34,6^{\circ}C$ , ebulioskopik doimiyligi 2,16 ga teng. Agar benzoil kislotasining 5% li eritmasi  $35,52^{\circ}C$  da qaynasa, uning molekulyar massasini hisoblang.
19. Glitserinning suvli eritmasi –  $2,79^{\circ}C$  muzlaydi. Eritma bug'ining  $20^{\circ}C$  dagi bosimini va har 100 mol suvga to'g'ri keladigan glitserinning mollar sonini hisoblang. Suv bug'ining  $20^{\circ}C$  dagi bosimi 2,34 kPa ga teng.
20. 10,7 g  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  suvda eritilganida 2,62 kJ issiqlik yutiladi. Kristallogidratning erish issiqligini aniqlang.
21. Nima uchun temperatura ortishi bilan gazlarning suvda eruvchanligi kamayadi?
22. Nima uchun erituvchining eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi toza erituvchikidan kam bo'ladi?
23. Qanday hollarda ikkita eritmada iborat sistemada osmos hodisasi ro'y beradi?
24. Qanday eritmaları izotonik, gipertonik va gipotonik deb ataladi?
25. Noelektrolitlarning qanday eritmalarida bir xil temperaturada osmotik bosim teng qiymatlarga ega bo'ladi?
26. 40 l eritmada 0,72 g noelektrolit eritilgan. Bu eritma 0,1 M li karbamid  $CO(NH_2)_2$  eritmasiga izotonikdir. Noelektrolitning molekulyar massasini aniqlang.
27.  $0^{\circ}C$  da osmotik bosimi 4,54 kPa ga teng bo'lgan noelektrolit eritmasining molyar konsentratsiyasi qanday?
28. Nima uchun sovituvebi aralashmalar qor (muz) va tuzdan tayyorlanadi, muzlagan yo'llarga esa tuz sepiladi?
29. Nima uchun bir xil massa ulushiga ega bo'lgan metil va etil spirtlari suvli eritmalarining qaynash temperaturalari o'zaro farq qiladi?
30. Noelektrolitning  $373,52K$  da qaynaydigan suvli eritmasining molyal konsentratsiyasi nechaga teng bo'ladi?

## VII BOB. ELEKTROLITLAR ERITMALARINING XOSSALARI

Vant-Goff va Raul qonunlari faqat noelektroliit moddalarning eritmalarigagina qo'llaniladi. Agar eritmada elektrolit modda bo'lsa, elektrolitning dissotsilanishi natijasida zarrachalarning soni ortadi. Shu sababli elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi shunday konsentratsiyali noelektrolit modda eritmasinikidan yuqori bo'ladi. Yuqoridagi formulalarni elektrolitlar eritmasiga qo'llash uchun Vant-Goff izotonik koeffitsient ( $i$ ) tushunchasini kiritdi:

$$P = i \cdot C_m \cdot R \cdot T; \quad \Delta t_{muz} = i \cdot k \cdot C_m; \quad \Delta t = i \cdot E \cdot C_m$$

Izotonik koeffitsient elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi teng konsentratsiyali noelektrolit moddanikidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi:

$$i = \frac{\Delta P_{(aj)}}{\Delta P_{nuz}} = \frac{\Delta t_{muz (aj)}}{\Delta t_{muz nuz}} = \frac{\Delta t_{qay (aj)}}{\Delta t_{qay nuz}}; \quad i = 1 + \alpha(m-1).$$

$\alpha$  - dissotsilanish darajasi;  $m$  - har bir molekulanadan ionlarning hosil bo'lish soni.

**Dissotsilanish darajasi.** Ionlarga ajralgan molekular sonining umumiy molekular soniga nisbati dissotsilanish darajasi deyiladi.

$$\alpha = \frac{n}{N};$$

$\alpha$  - dissotsilanish darajasi;  $n$  - ionlarga ajralgan molekular soni;  $N$  - umumiy molekular soni.

Kuchli elektrolitlar eritmasida molekular ionlarga to'la dissotsialangan. Ularda  $\alpha$  ning qiymati 30 % dan yuqori bo'ladi. Kuchli elektrolitlarga:

- kuchli kislotalar HCl, HBr, HI, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>, HMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, HClO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> lar kiradi;

- kuchli asoslarga I va II guruh metallarining asoslari olinishi mumkin (Be(OH)<sub>2</sub> va Mg(OH)<sub>2</sub> dan tashqari);

- barcha suvda eruvchan tuzlar ham kuchli elektrolitlarga kiradi.

Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsialanish darajasi 3% dan kam qiymatga ega bo'ladi.

Kuchsiz elektrolitlarga:

- barcha organik kislotalar (R-COOH) va asoslar (R-NH<sub>2</sub>; R<sub>2</sub>NH; R<sub>3</sub>N);

-kuchsiz asoslar (d- elementlar gidoksidlari va NH<sub>4</sub>OH.

-ba'zi anorganik kislotalarni: HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, HClO, HCN, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> olish mumkin.

Ba'zi organik va anorganik kislotalar esa o'rtacha kuchli elektrolitlar qatoriga kiritiladi: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, HCOOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Dissotsialanish jarayoni eritma konsentratsiyasiga, elektrolit tabiatiga va haroratga bog'liq. Harorat ortishi dissotsialanish darajasini qiymati yuqori bo'lishiga olib keladi. Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsialanish darajasi konsentratsiya kamaysa ortadi

Dissotsialanish konstantasi o'zgarmas haroratda ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasining muvozanatdagi ayni elektrolit konsentratsiyasiga nisbatidir.

$K$  elektrolit tabiati va haroratga bog'liq.  $K$  qiymati qancha kichik bo'lsa elektrolit **kuchsiz** hisoblanadi. Ba'zi kuchsiz elektrolitlarning dissotsialanish konstantasi qiymati jadvalda keltirilgan.

Dissotsialanish darajasi bilan dissotsialanish konstantasi orasida quyidagi bog'lanish bor.

$$\text{Agar } [H^+] = \alpha \cdot C; \quad [NO_2^-] = \alpha \cdot C; \quad [HNO_2] = (1 - \alpha) \cdot C,$$

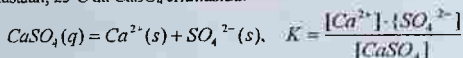
$$K = \frac{C \cdot \alpha \cdot C \cdot \alpha}{(1 - \alpha) \cdot C} = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}; \quad K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}.$$

Bu tenglama Ostvaldning suyultirish qonunini ifodalovchi tenglama deyiladi.  $\alpha$  qanchalik katta bo'lsa  $K$  ning qiymati ham shuncha yuqori bo'ladi. Juda kuchsiz elektrolitlar uchun  $1 - \alpha = 1$  bo'lsa,  $K = \alpha^2 \cdot C$  qiymatga teng bo'ladi.

$$\alpha = \sqrt{K / C}.$$

Agar konsentratsiya 100 marta kamaysa, dissotsialanish darajasi 10 marta ortadi.

**Eruvchanlik ko'paytmasi.** Qiyin eriydigan moddalarning ( $CaSO_4$ ,  $AgCl$ ,  $BaSO_4$  va boshqalar) to'yingan eritmasida cho'kma bilan erigan modda ionlari o'rtasida muvozanat qaror topadi. Masalan,  $25^\circ C$  da  $CaSO_4$  eritmasida:



Kasrning maxrajidagi  $K [CaSO_4] = K^1$  o'zgarmas qiymat bo'lib uni eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deyiladi.

Ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to'yingan eritmasida ionlarkonsentratsiyalari ko'paytmasi o'zgarmas son bo'lib shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi.

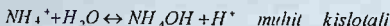
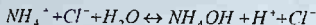
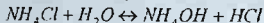
EK - haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

$$EK = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 2,25 \cdot 10^{-4}.$$

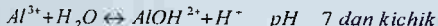
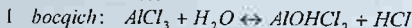
**Tuzlarning gidrolizi.** Tuz ionlarining suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolit hosil qilish jarayoni tuzlar gidrolizi deyiladi. Barcha tuzlarni ularni hosil qilgan asos va kislotaning kuchiga qarab to'rtga bo'lish mumkin.

1. **Kuchli asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar** gidrolizga uchramaydi, ya'ni ularning ionlari suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolitlar hosil qilmaydi.

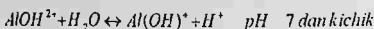
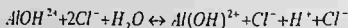
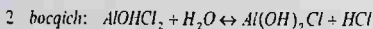
2. **Kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar** kation bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti kislotali bo'ladi. Agar kuchsiz asos bir kislotali bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchsiz asos va kuchli kislotali hosil bo'ladi:



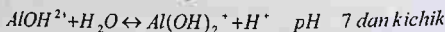
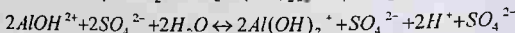
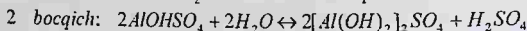
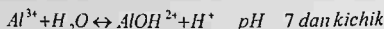
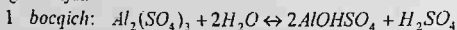
Agar kuchsiz asos ko'p kislotali bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda asosli tuz va kuchli kislotali hosil bo'ladi.



Gidroliz reaksiyasi qaytar bo'lib, qisman sodir bo'ladi. Gidrolizning 2- va 3-bosqichlari eritmani suyultirganda, hamda qizdirganda sodir bo'lishi mumkin.

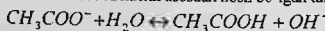


$Al_2(SO_4)_3$  ko'p kislotali asosdan hosil bo'lgan tuz bo'lgani uchun ham bosqichli gidrolizga uchraydi:



Eritmada vodorod ionlari konsentratsiyasining ortishi gidrolizning 2- va 3-bosqichlarining borishiga to'sqinlik qiladi.

kuchsiz kislotaga va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz:



$$K = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-] \cdot [H_2O]}; K_g = K \cdot [H_2O] = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

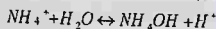
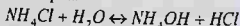
Shu tenglamani surat va maxrajini  $[H^+]$  ga ko'paytirsak:

$$K_g = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]} = \frac{[OH^-] \cdot [H^+]}{K_{ks}}, \quad \frac{1}{K_{ks}} = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}$$

$[OH^-][H^+] = K_w$  qiymat suvning ion kopaytmasi ekanligi hisobga olinsa:

$$K_g = \frac{K_w}{K_{ks}}$$

Agar kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizlanish tenglamasi qarab chiqilsa:

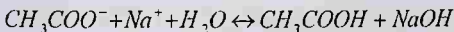
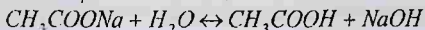


$$K_g = \frac{[NH_4OH] \cdot [H^+]}{[NH_4^+]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1-\beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{(1-\beta)}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1-\beta}$$

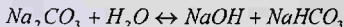
$$\beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C}; \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{asos} \cdot C}}$$

Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan iborat bo'lgan tuzlar uchun gidroliz darajasi tuzning konsentratsiyasiga teskari bog'langan. Eritma qancha suyultirilgan bo'lsa gidroliz shuncha tez boradi.

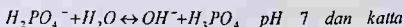
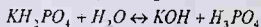
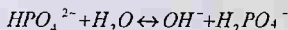
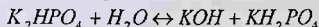
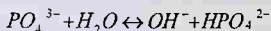
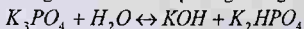
3. Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar anion bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti ishqoriy bo'ladi. Agar kuchsiz kislota bir asosli bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchli asos va kuchsiz kislota hosil bo'ladi:



Agar kuchsiz kislota ko'p asosli bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda kuchli asos va nordon tuz hosil bo'ladi:



Uch asosli kislotalarning tuzlari uchta bosqichda gidrolizga uchraydi:



Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzning gidrolizlanish konstantasi, suvning ion ko'paytmasini kuchsiz kislota dissotsiya konstantasiga nisbatiga teng. Gidroliz konstantasi tuzning tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'lib, tuzning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi:



$$K_g = \frac{[NH_4OH] \cdot [H^+]}{[NH_4^+]}$$

Bu tenglamani ham surat va maxraji [OH] ga ko'paytirilsa, unda:

$$K_g = \frac{[NH_4OH] \cdot [H^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4^+] \cdot [OH^-]} = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{K_{asot}}; \quad K_{asot} = \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}$$

$$K_g = \frac{K_w}{K_{asot}}$$

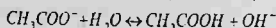
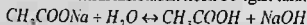
Tuzning gidroliz konstantasi asos yoki kislotaning dissotsialanish konstantasi qancha kichik bo'lsa shuncha yuqori bo'ladi.

Gidrolizlangan tuz molekulari sonining (n) unuman erigan tuz molekulari soniga (N) nisbati gidroliz darajasi ( $\beta$ ) deyiladi.

$$\beta = \frac{n}{N} \quad \text{yoki} \quad \beta = \frac{n}{N} \cdot 100$$

Gidroliz darajasi tuzning tabiatiga, konsentratsiyasiga va eritmaning haroratiga bog'liq bo'ladi.

Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizini ko'raylik:



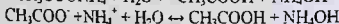
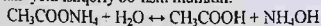
$$K_g = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1-\beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{1-\beta}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1-\beta}$$

Agar gidrolizlanish darajasi juda kichik bo'lsa,  $1 - \beta = 1$  bo'ladi va formula soddalashadi:

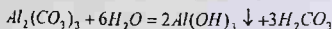
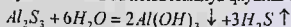
$$K_g = \beta^2 \cdot C; \quad \beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C} \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{krs} \cdot C}}$$

Demak, gidroliz darajasi kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning konsentratsiyasi qancha kichik bo'lsa gidroliz darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

4. **Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar** ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi. Eritma muhiti neytral yoki kislotaga va asosning nisbiy kuchiga qarab kuchsiz kislotali yoki ishqoriy bo'lishi mumkin:

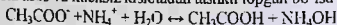


Bunday tuzlar eritmalarida muhit deyarli neytral bo'ladi. Ko'pchilik gidrolizlanish reaksiyalari qaytardir. Agar gidroliz natijasida cho'kma yoki gaz modda hosil bo'lsa, bunday gidroliz to'la gidroliz deyiladi. Chunki bu holda reaksiya qaytmis bo'lib oxirigacha boradi:



Shuning uchun ham  $\text{Al}_2\text{S}_3$  va  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  larning eritmaları mavjud emas, ularni faqat quruq holda olish mumkin.

Agar tuz kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan tashkil topgan bo'lsa gidroliz konstantasi:



$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{NH}_4^+]}$$

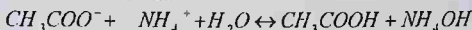
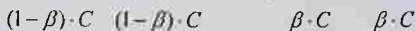
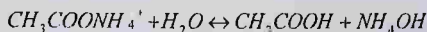
Agar bu tenglama  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  ga ko'paytirilsa:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{K_{krs} \cdot K_{asos}}; \quad K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

$$K_g = \frac{K_w}{K_{krs} \cdot K_{asos}}$$

Bu tenglamaga ko'ra kislotaga va asosning dissotsiatsiya konstantasi qancha kichik bo'lsa uning gidrolizlanish konstantasi shuncha yuqori bo'ladi.

Agar ammoniy asetatning ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) gidrolizlanishi hisobga olinsa, bu modda ham anion va ham kation bo'yicha gidrolizga uchraydi:



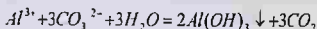
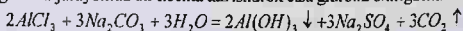
$$K_g = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1-\beta) \cdot C \cdot (1-\beta) \cdot C} = \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2}; \quad K_r = \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2};$$

$$\frac{\beta^2}{(1-\beta)^2} = K_g; \quad \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2} = \frac{K_w}{K_{k_{NH_4}} \cdot K_{a_{CH_3COOH}}}; \quad \frac{\beta}{1-\beta} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{k_{NH_4}} \cdot K_{a_{CH_3COOH}}}}$$

Demak, kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzning gidroliz darajasi eritma konsentratsiyasiga bog'liq emas.

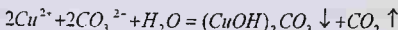
**Birgalikdagi gidroliz.** Kuchli asos hamda kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz va kuchsiz asos hamda kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar eritmalarini aralashtirganimizda ular bir-birining gidrolizlanishini kuchaytiradi. Chunki bunda hosil bo'layotgan  $H^+$  va  $OH^-$  o'zaro birikib suv hosil bo'ladi va nuvozanat o'ngga siljiydi. Bunday gidrolizni birgalikdagi gidroliz deyiladi.

Agar gidroliz jarayonida bir nechta tuz ishtirok etsa gidroliz oxirigacha boradi:



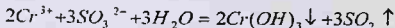
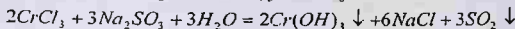
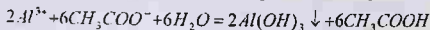
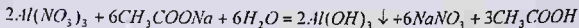
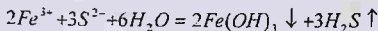
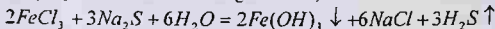
Bu jarayonda  $AlCl_3$  o'rniga  $Al_2(SO_4)_3$ ;  $CrCl_3$ ;  $Fe(NO_3)_3$ ;  $BiCl_3$ ;  $Fe_2(SO_4)_3$  larni olish mumkin.  $Na_2CO_3$  o'rniga  $K_2CO_3$ ,  $Li_2CO_3$  o'xshash karbonatlarni olsa bo'ladi.

Agar gidroliz jarayoni  $CuSO_4$  ishtirokida olib borilsa:



Bu gidroliz jarayonida  $CuSO_4$  o'rniga  $MgSO_4$ ,  $BeSO_4$  olish mumkin.

Gidroliz jarayonida karbonatlar o'rniga sulfidlar, asetatlar ham olsa bo'ladi:



**I-masala.**  $0^\circ C$  da  $ZnSO_4$  ning 0,1 n eritmasidagi osmotik bosim  $1,59 \cdot 10^5$  Pa. Bu eritmaning izotonik koeffitsiyentini hisoblang.

**Yechish.** Elektrolitlar eritmaları uchun izotonik koeffitsiyent 1 dan katta, elektrolitnaslar uchun esa bu qiymat 1 dan kichikdir:

$$P_{osm} = i \frac{nRT}{V}$$

Bu yerda  $P_{osm}$  - eritmaning osmotik bosimi,  $i$  - eritmaning izotonik koeffitsiyenti,  $n$  - erigan modda miqdori,  $R$  - universal doimiylik,  $T$  - eritma harorati.

Formulaдан foydalanib eritmaning izotonik koeffitsiyentini topamiz:  $i = \frac{P_{osm}V}{nRT} =$

$$\frac{1,59 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{0,05 \cdot 8,3144 \cdot 273} = 1,4$$

**2-masala.** Kalsiy nitrat 0,2n eritmasining izotonik koeffitsiyenti 2,48 ga teng. Bu elektrolitning dissotsilanish darajasini aniqlang.

**Yechish.** Dissotsilanish darajasi quyidagicha topiladi:  $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$

bu yerda  $n$  – modda molekulasining dissotsilanishida hosil bo'ladigan ionlar soni.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  dissotsilanganda 3 ta ion hosil bo'ladi. Uning dissotsilanish darajasi:

$$\alpha = \frac{2,48-1}{3-1} = \frac{1,48}{2} = 0,74 \text{ (yoki 74\%)}$$

**3-masala.** Agar litiy xloridning 0,1 n eritmasi 0,19 M shakar  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  eritmasi bilan 0°C da izotonik bo'lsa, LiCl ning dissotsilanish darajasini aniqlang.

**Yechish.** 1 mol shakar 342,3 g. 0,19 M shakar eritmasining osmotik bosimi:  $P_{osm} =$

$$\frac{mRT}{M_s V} = \frac{342,3 \cdot 0,19 \cdot 8,3144 \cdot 273}{342,2 \cdot 10^{-3}} = 4,31 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$$

$M(\text{LiCl}) = 42,39 \text{ g/mol}$  bo'lsa, osmotik bosin bo'yicha LiCl ning izotonik koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$i = \frac{P_{osm}V}{nRT} = \frac{4,31 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} \cdot 42,39}{4,239 \cdot 8,3144 \cdot 273} = 1,9$$

0,1 n LiCl eritmasidagi dissotsilanish darajasini aniqlaymiz:  $\alpha = \frac{i-1}{n-1} = \frac{1,9-1}{2-1} = \frac{0,9}{1} = 0,9$  (yoki 90%)

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Elektrolitlar eritmalarining xossalari Vant-Goff va Raul qonunlaridan chetlanishi. Izotonik koeffitsient, uning fizik ma'nosi. Kuchsiz, o'rtacha kuchli va kuchli elektrolitlar. Elektrolitlar kuchining miqdoriy ifodasi. Dissotsilanish darajasini aniqlashda ishlatiladigan usullar. Ostvaldning suyultirish qonuni. Izotonik koeffitsientni elektrolitning dissotsilanish darajasi bilan bog'liqligi.

2. Elektrolitlar eritmalarida dissotsilanish muvozanatining siljishi. Eruvchanlik ko'paytmasi qoidasi. Suvning elektrolitik dissotsilanishi. Suvning ion ko'paytmasi. pH va pOH eritmalar muhitini tavsiflovchi kattaliklar.

3. Kislota va asos haqidagi Brensted-Lourilaming protolitik va Lyuisning elektron nazariyalari.

4. Tuzlarning gidrolizi. Kation va anion bo'yicha gidroliz mexanizmlari. Tuzlar gidrolizining miqdoriy tavsifi. Tuzlarning gidroliz konstantasiga va gidroliz darajasiga ta'sir etuvchi faktorlar. Tuzlarning eritmalaridagi vodovod va gidroksid ionlarining konsentratsiyasini hisoblash uchun formulalar.

5. Buferek xossasi. Buferek eritmalar. Indikatorlar.

6. Kuchli elektrolitlar haqidagi hozirgi zamon nazariyasi. Aktivlik va aktivlik koeffitsienti. Eritmaning ion kuchi. Ionlarning aktivlik koeffitsientlarini hisoblash va ularni kuchli elektrolitlar eritmasining miqdoriy tavsifida qo'llash.

### Savol va topshiriqlar

1. Izotonik koeffitsient nima? Uning fizik ma'nosi nimadan iborat va tajriba yo'li bilan qanday aniqlanadi?
2. Ayni moddaning konsentratsiyalari o'zaro teng bo'lgan suvli va spirtli eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi bir xil bo'ladimi?
3. Nima uchun va qanday qilib kuchsiz elektrolit eritmasiga bir xil ionlarning qo'shilishi yoki eritmaning suyultirilishi kuchsiz elektrolitning dissotsilanish darajasiga ta'sir ko'rsatadi?
4. Binar elektrolit eritmasi  $-0,31^{\circ}\text{C}$  da muzlashi hamda uning  $\alpha=66,5\%$  bo'lganini hisobga olib uning molyal konsentratsiyasini aniqlang
5. Molyal konsentratsiyalari teng bo'lgan metil spirti va natriy xloridi eritmaları bir xil temperaturada bir xil osmotik bosimga ega bo'ladimi? Javobingizni izohlang.
6. Suvning ion kupaytmasi temperaturaga bog'liq bo'ladimi? Javobingizni izohlang.
7. Vedород ko'rsatgichi: a) 0 va 14 larga teng; 6) 14 dan yuqori; v) manfiy kattalikka teng bo'la oladimi? Javoblarni izohlang, misollar keltiring.
8. 0,1 M nitrit kislota va tarkibida 0,1 mol/l dan  $\text{HNO}_2$  va  $\text{NaNO}_2$  bor bo'lgan eritmalar pH ni aniqlang. Kislotalni dissotsilanish konstantasi  $4,6 \cdot 10^{-4}$  ga teng. Nima uchun ushbu eritmalarning pH qiymati har xil ekanligini tushuntiring.
9. Qanday sharoitda cho'kma hosil bo'ladi, eriydi va eritma bilan muvozanatda bo'ladi?
10.  $\text{EK}(\text{SrSO}_4)=2,1 \cdot 10^{-7}$ . 1 g stronsiy sulfati 1 l suv bilan yuvildi. Bundan keyin qancha modda qattiq holda qoldi?
11.  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_3$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbCO}_3$  dar cho'kmaga tushishiga eritmani pH ta'sir qiladimi? Javobni ishotlang.
12. Protolitik nazariyaga asoslanib, kuchli kislotaldan hosil bo'lgan asos kuchsiz bo'lishini va aksincha kuchsiz kislotaldan hosil bo'lgan asos esa kuchli bo'lishini, misollar yordamida ko'rsating.
13. Nima sababdan tuzlar gidrolizga uchraydi? Gidrolizlanish darajasi kation va anionlarning qutblovchilik xususiyatlari bilan qanday bog'langan?
14. Qanday hollar da gidroliz qaytmas bo'ladi?
15. Tuzlar eritmasi muhitining neytralligi haruna vaqt ham gidroliz sodir bo'lmayotganligini ko'rsatadimi? Javobingizni izohlang.
16. O'rta tuzga nisbatan gidro- yoki gidroksotuzining gidrolizi tezroq ketishi mumkinmi? Javobingizni dalillar asosida izohlang va misollar keltiring.
17. Eritmalar qizdirilganida, suyultirilganida yoki ularga  $\text{H}^+$  yoki  $\text{OH}^-$  ionlari kiritilganida, u yerdagi tuzlarning gidroliz darajasini o'zgarish sababini tushuntiring.
18. Nima uchun  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ning suvli eritmasi kuchsiz kislotali,  $\text{NaHPO}_4$  - kuchsiz ishqoriy,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  - kuchli ishqoriy muhitlarga ega bo'lishini dalillar bilan tushuntiring.
19. Eritmaning ion kuchi va ionlarning aktivligi o'zaro qanday bog'langan? Misollar yordamida tushuntiring.
20. Eritmaning noidealligi ortishi bilan ionning aktivlik koeffitsienti qanday o'zgaradi: hordan kichiklashadi, kattalashadi yoki birga teng bo'lgan holda saqlanadi?
21. Buf'er eritmaning pH i qanday kattalik bilan belgilanadi?
22. 17 g efrida 0,552 g kamfora erigan eritmaning qaynash harorati toza efirmikiga qaraganda  $0,468^{\circ}\text{C}$  ga ortiq. Kamfورانing molekular massasini aniqlang. Eritmaning ebullioskopik doimiyligi 2,16 ga teng.
23. Atsetonning qaynash harorati  $56,1^{\circ}\text{C}$  ga, ebullioskopik doimiyligi esa 1,73 ga teng. 8% li g'itserinning atsetondagi eritmasini qaynash haroratini hisoblang.

24.  $KJO_3$  eritmasining 500 ml da 5,35 g tuz bo'lgan eritmasi  $17,5^\circ C$  da 221 kPa ga teng osmotik bosimni ko'rsatadi. Tuzning eritnadagi dissotsialanish darajasini va izotonik koeffitsientini hisoblang.

25. Gipoxlorit kislota  $HClO$  ning 0,2 n eritmasidagi dissotsialanish darajasini hisoblang. ( $K(HClO) = 5,0 \times 10^{-6}$ ).

26. Chumoli kislota  $HCOOH$  ning 0,2 n eritmasidagi dissotsialanish darajasi 0,03 ga teng. Dissotsialanish doimiyligini hisoblang.

27.  $H_2CO_3$  karbonat kislota ning 0,1 n eritmasida birinchi bosqich bo'yicha dissotsialanish darajasi  $2,11 \times 10^{-3}$  ga teng.  $K_1$  ni hisoblang.

## VIII BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

Cho'lma tushishi bilan boradigan reaksiyalarda, kation va anion birlashib suvda erimaydigan moddani hosil qilgan bo'lsa, neytrallanish reaksiyalarida, protonning bir reagentdan ikkinchisiga ko'chishi kuzatiladi. Keling endi elektronning bir reagentdan ikkinchisiga o'tishi bilan boradigan reaksiyalarni ko'rib chiqsak. Bu turdagi reaksiyalar oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari (yoki oks/qayt) deb ataladi.

Bizga tanish bo'lgan oddiy turdagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga misol – metallarning korroziyasidir (19-rasm). Ba'zi sabablarga ko'ra, korroziya faqat metall sirtida ro'y beradigan hodisa hisoblanib, ba'zida biz misli tom va haykallarning sirtini yashil bilan qoplanishiga guvoh bo'lishimiz mumkin. Yana boshqa hollarda, hodisaning yanada chuqurroq ketishi va metallning strukturaviy birlik yo'qolishiga guvoh bo'lamiz, masalan temining zanglashi. Korroziya – metall va tabiiy muhitdagi biron bir modda o'rtasidagi reaksiya natijasida, metallning shu metall birikmasiga aylanish jarayonidir. Qachonki, metall korroziyaga uchraganida, har bir metall atomi o'z elektronini yo'qotadi, natijada anion bilan bog'lana oladigan kation hosil qiladi va ionlar o'zaro ion moddalarni tashkil qiladi. Ozodlik haykalidagi yashil qattam  $Cu^{2+}$  ning karbonatlari va gidroksidlariga dalolat qilsa, temining zanglashi  $Fe^{3+}$  ning gidroksidlaridir va kumushli buyumlarga dog' tushishi  $Ag^+$  ning sulfidlari bilan bog'liqdir.



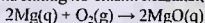
19-rasm. Ba'zi korroziya mahsulotlari. (a) misning oksidlanishi natijasida yashil qobiq paydo bo'lishi. (b) temir korroziyasi sababli zangning hosil bo'lishi. (c) kumush korroziyasi sababli qora dog'larning paydo bo'lishi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga yana misol qilib, murakkab moddalarning oddiy elementlardan hosil bo'lishi, barcha yonish bilan ketadigan reaksiyalar, batareyalardagi elektr toki ishlab chiqarish jarayoni kabi reaksiyalarni ham keltirish mumkin. Bu mavzuda biz oksidlanish jarayonining muhim qismlarini va unga doir bo'lgan asosiy terminologiyalar bilan tanishib chiqamiz.

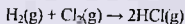
**Reagentlar tarkibidagi elektronlarning harakatlanishidagi muhim hodisalar.** Oksidlanish-qaytarilish jarayonidagi muhim hodisa – elektronning bir reagentdan ikkinchi reagentga o'tishidir. Elektron ko'chishi – elektronga moyilligi kam bo'lgan reagent (yoki atom) dan, elektronga moyilligi ko'proq bo'lgan reagent (yoki atom) ga o'tishi bilan sodir bo'ladi.

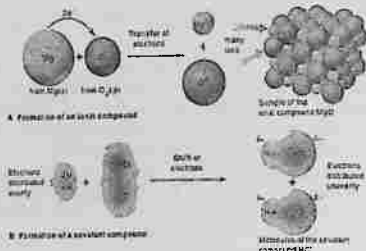
Bu jarayon ham kovalent, ham ion bog'lanishli birikmalarning hosil bo'lishida sodir bo'ladi.

- Ion birikmalar: elektronning ko'chishi. Masalan,  $MgO$  ning hosil bo'lishi.



- Kovalent birikmalar: elektronning siljishi. Oddiy elementlardan kovalent bog'lanishli birikmalar hosil bo'lganda, atom yoki molekula tarkibidagi elektronlar batamom bir elementdan, ikkinchisiga o'tmaydi balki, qisman siljiydi. Masalan  $HCl$  ning hosil bo'lishini ko'rib chiqaylik (20-rasm).





20-rasm. Elementlardan (A) ion va (B) kovalent bog'lanishli birikmalar hosil bo'lishida oks/qay. jarayoni

Ba'zi Oks/qay. terminlari.

Oksidlanish – elektron yo'qotish jarayoni.

Qaytarilish – elektron qabul qilish jarayoni.

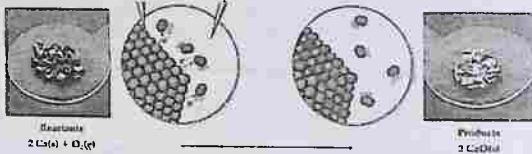
Oksidlanish (Mg ni elektron berishi):  $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$

Qaytarilish ( $O_2$  ni elektron birlashtirishi):  $1/2O_2 + 2e^{-} \rightarrow O^{2-}$

Atom, ion yoki molekula yanada musbat zaryadlanganda (o'z elektronini yo'qotg. .da), biz uni oksidlandi deyimiz. Moddadan elektron yo'qotilishi jarayoni oksidlanish deb yuritiladi. Va aynan oksidlanish terminining ishlatilishi, shu tipdagi dastlabki reaksiyalar kislorod ishtirokida borganligi bilan tavsiflanadi. Havoda ko'pgina metallar to'g'ridan-to'g'ri kislorod bilan ta'sirlashadi va tegishli metall oksidlarini hosil qiladi. Bu jarayonda metall o'z tarkibidagi elektronini kislorod atomiga ko'chiradi. Bizga ma'lum bo'lgan zanglash jarayoni ham, temir va kislorod o'zaro suvli muhitda ta'sirlashib zangni hosil qiladi. Bu jarayonda temir oksidlanadi (tarkibidagi elektronini yo'qotadi) va  $Fe^{3+}$  ionini hosil qiladi.

Temir va kislorod orasidagi reaksiya nisbatan juda sekin boradi, biroq boshqa ishqoriy va ishqoriy er metallari hattoki havo kislorodi bilan ham shiddat bilan reaksiyaga kirishadi. 21-rasmdagi tasvirdan ko'rinib turibdiki, yorqin rangli metall oksidlanib  $CaO$  pardasini hosil qilgan.

Bu jarayonda  $Ca$  oksidlanadi va  $Ca^{2+}$  ioniga aylanadi, neytral  $O_2$  molekulasini esa  $O^{2-}$  ioniga o'tadi. Qachonki, atom, ion yoki molekula yanada manfiyroq zaryadga ega bo'lganida (elektron qabul qilganda), biz uni qaytarildi deyimiz. Moddadan elektron qabul qilish jarayoni qaytarilish deb ataladi. Bir reagent o'zidan elektron ajratgan vaqtda, boshqa bir reagent uni qabul qilishi lozim. Oksidlanish reaksiyasi kalsiy metalli tarkibidagi elektronning kislorodga ko'chishi bilan borib,  $CaO$  hosil bo'lmoqda.



21-rasm. Kalsiy metallining kislorod yordamida oksidlanishi.

**Oksidlovchi agent** – oksidlanish jarayonida ishtirok etayotgan birikma (elektron yo'qotilishiga sabab bo'luvchi vosita).

**Qaytaruvchi agent** – qaytarilish jarayonida ishtirok etayotgan birikma (elektron yo'qotilishiga sabab bo'luvchi vosita).

**Oksidlovchi agent** – qaytariladi: elektron qabul qiladi.

**Qaytaruvchi agent** – oksidlanadi: elektron ajratib chiqaradi.

**Elektron zaryadini ko'rsatish uchun oksidlanish darajasi.**

**Oksidlanish darajasi** – atom yoki elementning qancha elektron qabul qilganini yoki ajratib chiqarganini ko'rsatuvchi kattalik (22-rasm).

Ion oksidlanish darajasini ifodalayotganimizda, ishorani doimo sonidan oldin keltiriladi (+2 kabi), biroq ion zaryadini ifodalamoqchi bo'lsak, ishora qiymatdan keyin yoziladi (2+).

		Group number									
		Highest O.N./Laves: O.N.									
		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A			
		+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7			
II	Li	Be	B	C	N	O	F				
III	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl				
IV	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br				
V	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I				
VI	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At				
VII	Fr	Ra	113	114	115	116					

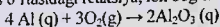
22-rasm. Asosiy guruh elementlarning eng yuqori va eng quyi oksidlanish darajalari.

**Oks/qay. jarayonida elementlar.** Yuqorida oksidlanish-qaytarilish jarayonini tahlil qilayotganimizda keltirib o'tilgan misollarda biz faqatgina elementlar bilan cheklanib qoldik, biroq oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarining turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Ularni klassifikatsiya qilish reagent va mahsulot soni bilan aniqlanadi. Shunga ko'ra ular: birikish, parchalanish va almashinish reaksiyalariga bo'linadi.

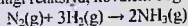
**Birikish Oks/qay. reaksiyalari.** Ikki elementning birikish reaksiyasi:



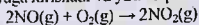
1. Metall va metallmas o'rtasidagi reaksiya, ion bog'lanishli birikma hosil bo'lishi.



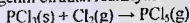
2. Ikki metallmas o'rtasidagi reaksiya, kovalent bog'lanish birikma hosil bo'lishi.



**Element va murakkab modda o'rtasidagi reaksiya.** Ko'pgina binar kovalent birikmalar metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi va yirikroq molekula hosil qiladi.



Metallmas galogenidiga galogenmi birikish reaksiyasini misol qilishimiz mumkin.



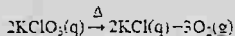
**Parchalanish reaksiyalari**

Murakkab birikma parchalanib bir nechta mahsulotlar hosil qiladi:

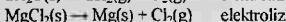
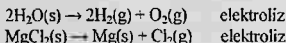


Har qanday parchalanish reaksiyalarda bog' uzilishni boshlashi uchun ma'lum miqdordagi energiya yutirish darkor. Ta'sir etirilayotgan energiya turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin, masalan: termik yoki elektrolitik.

**Termik parchalanish.** Parchalanish uchun lozim bo'lgan energiya issiqlik ko'rinishida yutirilsa, bunday turdagi parchalanishga termik parchalanish deb ataladi.  $\Delta$  ko'rinishidagi belgi yuqori temperatura zarurligini ifodalaydi.



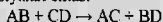
**Elektrolitik parchalanish.** Elektroliz jarayoni, bunda murakkab modda elektr toki yordamida parchalanadi.



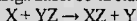
**O'rin olish bilan boradigan oksidlanish- qaytarilish jarayonlari.**

Reaksiya tenglamasining har ikkala tarafidagi molekularlar soni teng, ammo atomlar (yoki ionlar) o'z joylarini o'zgartiradi. Shunga ko'ra ular ilki turga bo'linadi.

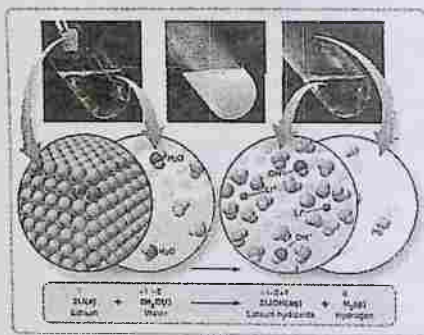
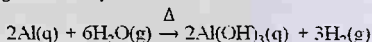
1. Ikki ionlarning joylari o'zgarishi bilan ketadi (metatezis). Lekin bu turdagi reaksiyalar oksidlanish- qaytarilish reaksiyalari emas.



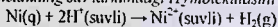
2. Faqat birgina ionning o'irini boshqasi o'lishi bilan ketadigan jarayonlar. Bu turdagi reaksiyalar oksidlanish reaksiyalariga misol bo'la oladi.

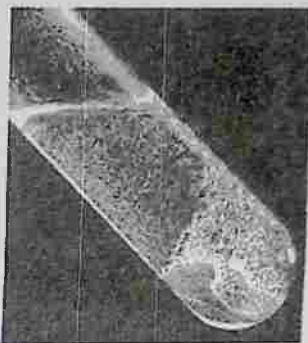


**Metallarning kuchlanish qatori**

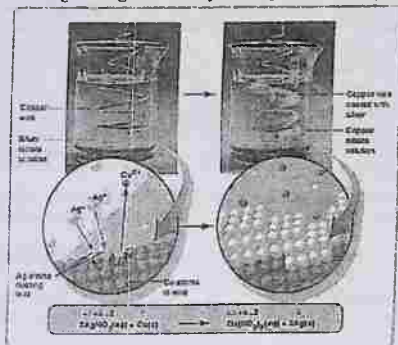


23-rasm. Litiy metallning suv tarkibidagi  $\text{H}_2$  molekulasini siqib chiqarishi





24-rasm. Nikelning kislotaga ta'siri natijasida  $H_2$  molekulasini ajralib chiqishi.

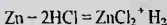


25-rasm. Aktivligi yuqoriroq bo'lgan metalning (Cu), aktivligi kam bo'lgan metallni (Ag) siqib chiqarishi.

Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikkiga bo'lish mumkin. Birinchi xil reaksiyalarda jarayonda ishtirok etayotgan moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmay qoladi. Masalan, neytrallanish reaksiyasi, almashinish, ba'zi parchalanish va birlashish reaksiyalarini olish mumkin:



Ikkinchi xil reaksiyalarda bir yoki bir necha elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:



Yuqoridagi misollarda (neytrallanish, almashinish, parchalanish) elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmagan edi. Ikkinchi xil reaksiyalarda bo'lsa elementlarning oksidlanish darajasi, masalan Zn<sup>0</sup> dan Zn<sup>+2</sup> ga o'zgardi. Cu<sup>0</sup> dan +2 ga, olingugurt bo'lsa +6 dan +4 ga o'zgardi.

**Elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.**

Oksidlanish darajasi atomning molekuladagi shartli zaryadi bo'lib, u molekula hosil qilishda atom nechta elektron bergani yoki olganini ko'rsatadi. Oksidlanish darajasi umumlashgan elektron juftning elektronanfiyligi kattaroq element atomi tonon siljishi tufayli vujudga keladi. Elektron juftni o'z tomoniga siljitgan element atomi manfiy oksidlanish darajasiga, o'zining elektron juftini berayotgan element atomi esa musbat oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Oksidlanish darajasi musbat, manfiy yoki nolga teng bo'lishi mumkin. Bn'zan kasr oksidlanish darajasiga ega bo'lgan elementlar ham uchraydi.

**Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida** - o'ziga elektron biriktirib olgan modda qaytariladi, o'zidan elektron ajratib chiqargani esa oksidlangan deb qaraladi. Oksidlanish darajalarini ko'radigan bo'lsak, neytral modda yoki ion tarkibidagi har bir atom o'zining qat'iy oksidlanish darajasiga ega. Monoatom ionlar uchun esa ularning oksidlanish darajasi - ion zaryadi bilan aniqlanadi. Neytral molekular yoki poliatom ionlarda, atomlarning oksidlanish darajasi ularning gipotetik zaryadi bilan belgilanadi. Oksidlanish darajasini aniqlayotgan vaqtda quyidagi qoidalardan foydalanishimiz davor.

1. Oddiy moddlarning oksidlanish darajalari doimo nolga teng. SHu boisdan. vodorod (H<sub>2</sub>) va fosfor (P<sub>4</sub>) molekularidagi vodorod va fosfor atomlarining oksidlanish darajasi nolga teng deb qaraladi.

2. Har qanday monoatom ion uchun oksidlanish darajasi, ioning zaryadiga teng. Ya'ni, K<sup>+</sup> ionining oksidlanish darajasi +1 ga, S<sup>2-</sup> ionining oksidlanish darajasi esa -2 ga teng deb hisoblanadi.

Ion bog'lanishli birikmalarda ishqoriy metallar (IA) doimo +1 zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi +1 ga, ishqoriy yer metallari (IIA) 2+ zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi +2 ga va shu tarzda III guruh elementlari o'zining birikmalarida 3+ zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi +3 ga teng bo'ladi.

3. Metalmaslar ba'zida musbat oksidlanish darajasiga ega bo'lishiga qaramay, ko'p birikmalarda manfiy oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

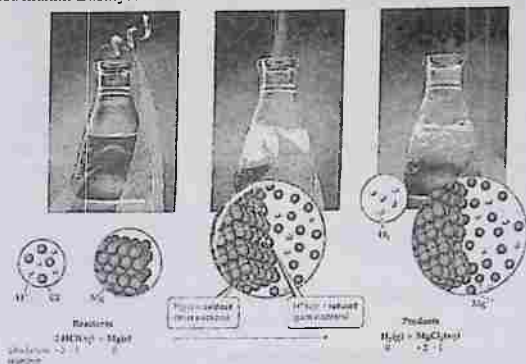
a) Kislrorod odatda ko'pgina ion va molekulyar birikmalarda -2 oksidlanish darajasiga ega. Peroksidlar bundan mustasnodir, O<sub>2</sub><sup>2-</sup> va bunday birikmalarda kislrorod atomining oksidlanish darajasi -1 ga teng bo'ladi.

b) Vodorod atom ko'pgina metallar bilan +1 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar hosil qiladi. Biroq uning metallar bilan hosil qilgan birikmalarida, gidridlarida vodorodning oksidlanish darajasi -1 ga tengdir.

c) Har qanday birikmada fluor atomining oksidlanish darajasi -1 ga teng. Galogenlarning boshqa vakillari ham ko'pgina binar birikmalarda -1 oksidlanish darajasiga ega, ammo ularning oksidlari va fluor bilan hosil qilgan intergalogenidlari musbat oksidlanish darajasiga ega.

4. Neytral moddalarda barcha atomlarning oksidlanish darajalarining yig'indisi nolga teng. Poliatom ionlarda barcha atomlarning oksidlanish darajalarining yig'indisi shu ion

zaryadining qiymatiga teng. Masalan, gidroksioniy ionida ( $N_3^+O$ ) har bir vodorod atomining oksidlanish darajasi +1 ga, kislorodning oksidlanish darajasi esa -2 ga teng bo'ladi. Umumiy atomlar oksidlanish darajalarining yig'indilari esa,  $3 \cdot (-1) + (-2) = +1$ , ionning zaryadi qiymatiga teng. Yuqoridagi qoidalar murakkab moddalar tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajasini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.



26-rasm. Magniy metali va vodorod xlorid kislotasi o'rtasidagi reaksiya. metall osongina kislota ta'sirida oksidlanib, vodorod gazi ( $H_2$ ) va magniy xloridini ( $MgCl_2$ ) hosil qiladi.

Murakkab moddani tashkil etgan atomlarning oksidlanish darajalari yig'indisi nolga teng.

Masalan,  $H_2^+S^{+6}O_4^{2-} = +2 + 6 \cdot 4 \cdot 2 = +8 - 8 = 0$ ;  $H_3PO_4$  da fosforning oksidlanish darajasi +5;  $N^{+1}$ ,  $O^{2-}$ . Vodorod va kislorodning oksidlanish darajalari yig'indisidan oksidlanish darajasi noma'lum element topiladi.  $HMnO_4$ ,  $N+1$ ,  $O-8$ ;  $+1-8 = +7$  manganetsning oksidlanish darajasini ko'rsatadi.

Murakkab ionlarda atomlar oksidlanish darajalarining yig'indisi ion zaryadiga teng.  $NH_4^+$  ( $-3+4=+1$ ),  $MnO_4^-$  ( $+7-8=-1$ ),  $Cr_2O_7^{2-}$  ( $+12-14=-2$ ),  $SO_4^{2-}$  ( $+6-8=-2$ ),  $PO_4^{3-}$  ( $+5-8=-3$ ) va hokazo.

Bir elementni oksidlanish darajasining qiymati bir nechta bo'lishi mumkin.  $H_2S$ ,  $S$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2SO_3$ ,  $H_2SO_4$  dagi oltingugurtning oksidlanish darajasi

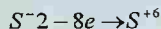
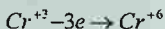
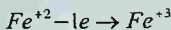
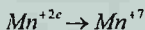
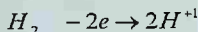
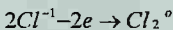
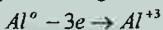
-2, 0, +4, +6, +4 va +6 ga teng. Ularni ichida eng kichik oksidlanish darajasiga ega bo'lgan element birikmasi ( $H_2S$ ) qaytaruvchi va eng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan element birikmasi ( $SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ) oksidlovchi bo'ladi.

$NH_3$ ,  $N_2$ ,  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $HNO_2$  va  $HNO_3$  birikmalardagi azotning oksidlanish darajasi -3, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +3 va +5 ga teng. Bu birikmalardan -3 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikma ( $NH_3$ ) qaytaruvchi va +5 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikma ( $HNO_3$ ,  $N_2O_5$ ) oksidlovchilardir.

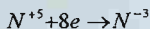
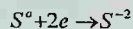
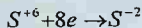
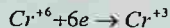
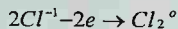
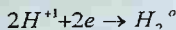
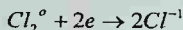
Ba'zi bir birikmalar, masalan,  $Fe_3O_4$  da kislorodning oksidlanish darajasi -2, lekin Fe uchun bunday hisoblash kasr son +8/3 ga teng.

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining nazariyasi.

1. Agar atom-molekula yoki ion o'zidan elektron bersa bunday reaksiyalar oksidlanish reaksiyalari deyilib, shu jarayonda ishtirok etgan zarrachalar qaytaruvchilarga kiradi. Bunday jarayonda ayni elementning oksidlanish darajasi ortadi.



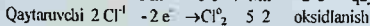
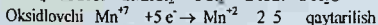
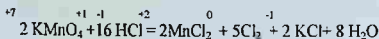
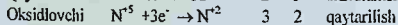
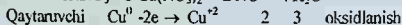
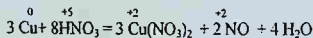
2. Agar atom, molekula, yoki ion o'ziga elektron qabul qilsa bunday jarayon qaytarilish deyiladi. Bunda ayni zarrachaning oksidlanish darajasi kamayadi. SHu atom, molekula yoki ion oksidlovchi deyiladi.



3. Oksidlanish- qaytarilish reaksiyalari bir paytni o'zida sodir bo'linadi.

**Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish.** Bu reaksiyalarni tenglashtirishni ikki xil usuli bor: elektron balans usuli;

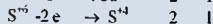
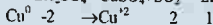
Yarim reaksiyalar usuli. Birinchi usulda tenglashtirish maktab dasturi asosida keng o'rganilgan. Tenglashtirish asosida oksidlovchi va qaytaruvchilarning oksidlanish darajasi o'zgarishi asosida tenglama koeffitsientlarini topish yotadi.



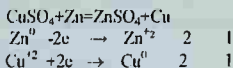
**Oksidlanish-reaksiyalarining turlari.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari 4 ga bo'linadi:

- 1) molekularo;
- 2) ichki molekular;
- 3) disproportsiyalanish reaksiyalari;
- 4) murakkab oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.

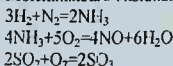
**Molekularo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida** oksidlanish darajasi o'zgaradigan element atomlari turli moddalar molekulari tarkibiga kiradi:



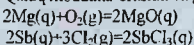
Qaytaruvchi Cu, oksidlovchi S bo'lsa  $H_2SO_4$  tarkibiga kirgan:



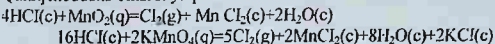
Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari gazlar orasida:



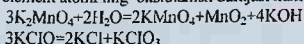
Qattiq moddalar orasida va gazlar orasida:



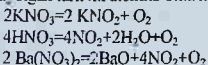
Qattiq moddalar bilan suyuqliklar orasida:



Disproporsiyalanish yoki o'z-o'zidan oksidlanish –qaytarilish reaksiyalarida bitta element atomlarining, o'zi ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi bo'ladi. Molekula tarkibidagi bir xil element atomining oksidlanish darajasi ham ortadi, ham kamayadi:

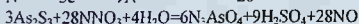
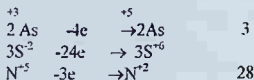
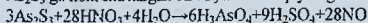


Ichki molekulyar-oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida oksidlanish darajasi o'zgarayotgan turli xil atomlar bitta modda molekulasi tarkibiga kiradi:



**Murakkab oksidlanish-qaytarilish** reaksiyalarida ikkitadan ortiq elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi.

As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> ga konsentrlangan HNO<sub>3</sub> ta'sirida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



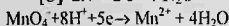
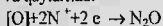
Elektron balans usuli maqtab dasturi bo'yicha to'la o'rganilganligi uchun faqat yarim reaksiyalar usuli (ion-elektron) usulga to'xtalamiz. Bu usul faqat eirtmada sodir bo'ladigan oksidlanish qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish uchun ishlatiladi. Elektron balans usulidan farq qilib oxirgi holda haqiqiy mavjud ionlar qo'llaniladi. Elektron balans usulida esa faraz qilinadigan ionlar ishlatiladi, chunki eirtmada Mn<sup>+7</sup>, Cr<sup>+6</sup>, S<sup>+6</sup>, N<sup>+5</sup>, N<sup>-3</sup>, Cl<sup>-7</sup> va boshqa ionlar muvofiq uchramaydi. Ayni paytda eirtmada haqiqiy bor bo'lgan ionlar Mn<sup>+2</sup>, Cr<sup>+3</sup>, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> va boshqalar hisoblanadi. Yarim reaksiyalar usulida atomlarning oksidlanish darajasini bilish shart emas va reaksiya mahsulotlarini ham reaksiyani tenglashtirish jarayonida oson topish mumkin bo'ladi.

**Yarim reaksiyalar usulida** tenglashtirishda quyidagilarni hisobga olish kerak. Bunda oksidlovchi va qaytaruvchi haunda ularning reaksiya mahsulotlari ion holda yozilib ular asosida yarim reaksiyalar tuziladi. Kuchli elektrolitlar ion holda yozilib, kuchsiz elektrolitlar molekular holda (cho'kma, gaz) yoziladi.

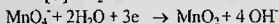
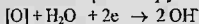
**Yarim reaksiyalar usulida** oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish uchun jadval ma'lumotlari asosida yoki moddalarning oksidlanish-qaytarilish xossalari

bilgan holda oksidlanish yoki qaytarilish mahsulotlari topiladi. Bunda oksidlovchi va qaytaruvchi uchun 4 ta qoidadan foydalaniladi:

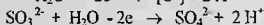
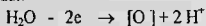
1) Kislotali muhitda oksidlovchi tarkibidagi ortiqcha kislorod vodorod ionini bilan bog'lanib suv molekulasini hosil qiladi va qaytariladi



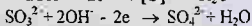
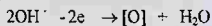
2) Neytral va ishqoriy sharoitda oksidlovchi tarkibidagi ortiqcha kislorod suv molekulasini bilan bog'lanib gidroksid ionini hosil qiladi va qaytariladi:



3) kislotali va neytral sharoitda qaytaruvchi tarkibidagi etishmayotgan kislorodni suvdan olib vodorod ionini hosil qiladi:



4) Kuchli ishqoriy muhitda qaytaruvchi etishmayotgan kislorodni gidroksid ionidan olib oksidlanadi va suv hosil qiladi:



Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari potentsiallari. Reaksiya uchun olingan oksidlovchi va qaytaruvchi orasida reaksiya ketishi yoki ketmasligini bilish uchun ularning normal oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini bilish kerak. Normal elektrod potentsiali qancha kichik bo'lsa, metall shuncha aktiv bo'lib, osonlik bilan oksidlanadi, tuzlaridan qiyinlik bilan qaytariladi. Har bir metall normal elektrod potentsiali o'zining yuqori bo'lgan barcha metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqaradi. Galvanik elementlarda ham oksidlanish-qaytarilish jarayonlari ketganligi sababli ularning elektr yurituvchi kuchini normal elektrod potentsiallarini farqidan topish mumkin

Misol.  $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$      $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$

$E_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = -0.763 \text{ v}$ ;     $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.337 \text{ v}$

Unda shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi uchun:

$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = 0.337 - (-0.763) = 1.1 \text{ v}$

Agar  $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$  reaksiyasi olinsa

$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0.77 \text{ v}$      $E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = +0.15 \text{ v}$

Bu qiymatlarga ko'ra  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^{4+}$  jufti qaytaruvchi,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  jufti esa oksidlovchi bo'la oladi. Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchidan katta shuning uchun bu reaksiya chapdan o'ngga bora oladi.

Agar  $2\text{NaCl} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{FeSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Reaksiyaning ion tenglamasi:

$2\text{Cl}^- + \text{Fe}^{3+} = \text{Cl}_2 + \text{Fe}^{2+}$

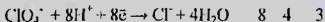
$2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti  $E = +1.36 \text{ v}$ ;  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  jufti uchun  $E = +0.77 \text{ v}$ ;

Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchidan kichik, shuning uchun bu reaksiya to'g'ri yo'nalish bo'yicha bormaydi.  $2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti oksidlovchi,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  jufti esa qaytaruvchi bo'la oladi. Demak, reaksiya bu erda teskari tarafga boradi. Elektronlar elektrod potentsiali kichik metallardan potentsiali katta metallga o'tadi.

**1-masala.** Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugatib, reaksiyalar tenglamalarini tuzing va yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring

a)  $\text{Se} + \text{HClO}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SeO}_4$  reaksiya uchun yarim reaksiyalar usuli:

$\text{Se} + 4\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} \rightarrow \text{SeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$     6    3    4



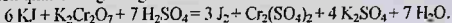
lonli tenglama:  $4\text{Se} + 3\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{SeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 8\text{H}^+$ ;

molekulyar holda:  $4\text{Se} + 3\text{HClO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2\text{SeO}_4 + 3\text{HCl}$ .

**2-masala.** Massasi 16,6 g bo'lgan kaliy yodid namunasini kislotali muhitda oksidlash uchun necha gramm kaliy dixromat talab etiladi?

**Yechish:** Mazkur moddalar ishtirokidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining tenglamasini tuzish uchun hosil bo'ladigan reaksiya mahsulotlarini aniqlab olamiz.

KJ - qaytaruvchi,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  - oksidlovchi, kislotali muhitda KJ oksidlanib  $\text{J}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  qaytarilib,  $\text{Cr}^{3+}$  hosil qiladi. Tenglamaga ko'effitsientlar tanlasak:

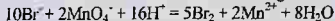


Ta'sirlashgan moddalar molyar massalaridan foydalanib, proporsiya tuzamiz va zarur bo'lgan modda massasini topamiz:

$$M_{\text{KJ}} = 166 \text{ g/mol}; M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 294 \text{ g/mol};$$

$$6 \cdot 166 : 16,6 - 294 \cdot x; x = 4,9 \text{ g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

**3-masala.** Agar  $\varphi_{\text{Br}_2/\text{Br}^-}^0 = 1,06\text{V}$ ,  $\varphi_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = 1,51\text{V}$  bo'lsa, standart sharoitda quyidagi oksidlanish-qaytarilish sistemasi muvozanat konstantasini hisoblang:



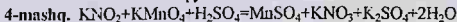
**Yechish.** Oksidlanish qaytarilish reaksiyasi muvozanat konstantasi K bilan oksidlanish - qaytarilish potentsiali quyidagi nisbatda bog'liq:

$$\lg K = \frac{(\varphi_{\text{oksid}} - \varphi_{\text{qaytar}})n}{0,059}$$

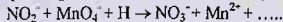
Berilgan reaksiyada oksidlovchi  $\text{MnO}_4^-$ , qaytaruvchi  $\text{Br}^-$  ionlaridir. Oksidlanish-qaytarilish jarayonida 10 elektron qatnashadi. Bunday:

$$\lg K = \frac{(1,51 - 1,06)10}{0,059} = 75,42$$

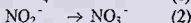
Muvozanat konstantasi K qiymati esa  $K = 2,63 \cdot 10^{75}$ .



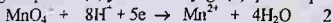
Reaksiya paytida eritmani pushti rangi o'zgarib rangsizlanadi. Yarim reaksiya usulini ishlatish uchun reaksiyada qatnashgan ionlarni alohida ko'chirib yoziladi



Oksidlovchining qaytarilgan va qaytaruvchining oksidlangan mahsulotlarini ko'rsatuvchi yarim reaksiyalar tuziladi:

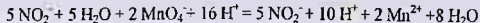


(1) yarim reaksiyaga 1 qoidani (2) yarim reaksiyaga (3) qoidani qo'llaymiz.

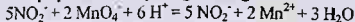


Bu reaksiyadagi strelkalarni tenglik ishorasiga aylantirish uchun o'ng va chap tomondagi zaryadlar sonini tenglashtirish kerak.

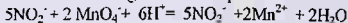
Umumiy reaksiyani tuzish uchun oksidlovchi qabul qilgan va qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar sonidan foydalanib va eng kichik ko'paytuvchiga ko'paytirib hadma had qo'shamiz:

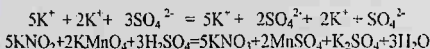


O'xshash ionlarni qisqartirib reaksiyaning ion tenglamasini hosil qilamiz

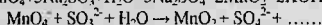
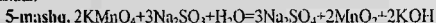


Ion tenglamadan molekular tenglamaga o'tish uchun ion tenglamaning chap va o'ng tomoniga mos keladigan anion va kationlarni qo'shamiz, shundan so'ng ionlarni molekularlarga birlashtirib molekular tenglamani hosil qilamiz.

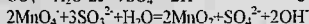
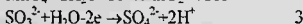




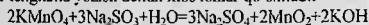
Oxirgi tenglama oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekular tenglamasi hisoblanadi.



Oksidlovchi uchun (2) qoidani va qaytaruvchi uchun (3) qoidani qo'llab yarim reaksiyalarni yozamiz:



To'liq molekular tenglama yozish uchun mos ionlar qo'shiladi:



Vodorod peroksidi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida sharoitga qarab ham oksidlovchi ham qaytaruvchi xossasini namoyon etadi.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarining tavsifi:

a) oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari;

b) tipik oksidlovchilar va tipik qaytaruvchilar, ularning xossalari.

2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzish (elektron balans va yarim reaksiyalar usullari).

3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining miqdoriy tavsifi. Elektrod potentsiallari. Nernst tenglamasi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining muvozanat doimiyliigi bilan Gibbs energiyasining standart qiymatini bog'lovchi tenglama.

### Savol va topshiriqlar

1. Qanday xollarda moddalar faqat oksidlovchi, faqat qaytaruvchi, ham oksidlovchilik ham qaytaruvchilik xossalari ega bo'ladi? Tegishli misollar keltiring.

2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddaning ekvivalenti qanday aniqlanadi?

3. Sulfit kislotaning NaOH, Br<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>S lar bilan reaksiyalarga kirishishi vaqtidagi ekvivalent qiymatlari bir xilmi?

4. Oksidlovchi-qaytaruvchi standart potentsiallar jadvalidan foydalanib, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> → reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlang.

5. Quyidagi sistemalarda: a)  $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$ , b)  $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$ ; v)  $CrO_4^{2-} + 2H_2O + 3e^- = CrO_2^- + 4OH^-$  pH ning kamayishi oksidlovchi- qaytaruvchi potentsiallar qiymatiga qanday ta'sir qiladi?

6. KMnO<sub>4</sub> ning kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda qaytarilish ekvivalenti nechaga teng bo'ladi?

7. ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> va MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> va MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; ClO<sub>2</sub><sup>-</sup> va MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ionlari o'zaro reaksiyaga kirishishi mumkinmi?

8. KMnO<sub>4</sub> kislotali muhitda Cr(III) hosilalarini Cr(VI) gacha oksidlay oladimi?

9. Xrom (VI) birikmalarining oksidlovchilik xossalari qanday muhitda (kislotali yoki ishqoriy) eng kuchli bo'ladi?

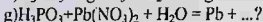
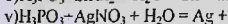
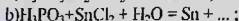
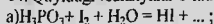
10. Metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatoridagi o'rniga qanday faktorlar ta'sir ko'rsatadi?

11. Cu(II) ning qanday konsentratsiyasida (mol/l) mis elektrodining potentsiali vodorod elektrodining standart potentsialiga teng bo'ladi?

12.  $\text{pH}=10$  bo'lganida vodorod elektrodining potentsiali necha V ga teng?

13. Moddalarning oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentratsiyalari bilan oksidlovchi-qaytaruvchi potentsialning qiymati qanday bog'langan?

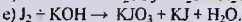
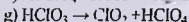
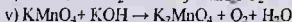
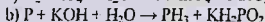
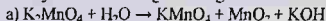
14. Quyidagi reaksiyalar o'zidan-o'zi ketishi mumkinmi:



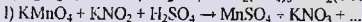
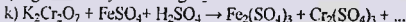
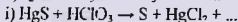
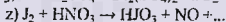
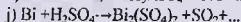
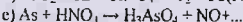
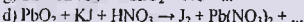
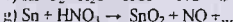
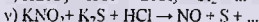
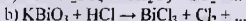
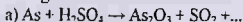
15. Kuchli qaytaruvchilarda suvli eritmalaridan vodorodni, kuchli oksidlovchilarda esa kislorodni siqib chiqarish hususiyati bor. Tegishli reaksiyalar tenglamalaridan misollar keltiring.

16.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$  sistemada  $\text{pH} = 0,3$  va  $\text{pH} = -0,8$  ga teng bo'lganida muvozanat konstantasini hamda muvozanat siljishi yo'nalishini aniqlang.

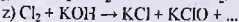
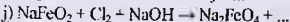
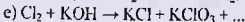
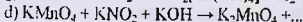
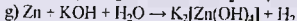
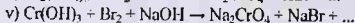
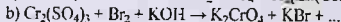
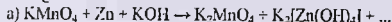
17. Quyidagi dispersiyalanish va molekulaning ichida boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.



18. Quyidagi kislotali sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.



19. Quyidagi ishqoriy sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.



- i)  $N_2H_4 + Zn + KOH \rightarrow NH_3 + K_2[Zn(OH)_4]$   
 l)  $Zn + NaNO_3 + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + NH_3$   
 m)  $KMnO_4 + Na_2S_2O_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + \dots$   
 n)  $KBrO + MnCl_2 + KOH \rightarrow KBr + MnO_2 + \dots$   
 o)  $Zn + KNO_3 + KOH \rightarrow K_2ZnO_2 + KNO_2 + \dots$   
 p)  $ReO_2 + O_2 + NaOH \rightarrow Na_3ReO_5 + \dots$   
 r)  $BiCl_3 + SnCl_2 + NaOH \rightarrow Bi + Na_3[Sn(OH)_4] + \dots$   
 s)  $P + Ba(OH)_2 \rightarrow PH_3 + Ba(H_2PO_2)_2$   
 t)  $As_2O_3 + J_2 + KOH \rightarrow KJ + K_3AsO_4 - H_2O$

20. Quyidagi neytral sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

- a)  $KMnO_4 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + \dots$   
 b)  $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$   
 v)  $AsH_3 + NaClO + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + NaCl$   
 g)  $Na_3AsO_3 + AgNO_3 + H_2O \rightarrow Na_3AsO_4 + HNO_3 + Ag$   
 d)  $SO_2 + TeO_2 + H_2O \rightarrow Te + H_2SO_4$   
 e)  $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$   
 j)  $KMnO_4 - Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + \dots$   
 z)  $K_2Cr_2O_7 + (NH_4)_2S + H_2O \rightarrow S + Cr(OH)_3 + NH_3 + \dots$   
 l)  $H_2S + Br_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + \dots$   
 k)  $Ca + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$   
 l)  $KClO_4 + Ti_2(SO_4)_3 + H_2O \rightarrow KCl + TiOSO_4 + \dots$

21. Quyidagi reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring

- a)  $Ni(OH)_2 + NaClO + H_2O \rightarrow Ni(OH)_3 + NaCl + \dots$   
 b)  $KJ + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow J_2 + NO + \dots$   
 v)  $HBr + KMnO_4 \rightarrow MnBr_3 + Br_2 + \dots$   
 g)  $Mn(NO_3)_2 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow HMnO_4 + Bi(NO_3)_3 + \dots$   
 d)  $FeSO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + \dots$   
 e)  $FeS_2 + HNO_3(kons) \rightarrow H_2SO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + NO_2 + \dots$   
 j)  $Zn + H_3AsO_3 + H_2SO_4 \rightarrow AsH_3 + ZnSO_4 + \dots$   
 z)  $NO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow KNO_3 + MnO_2 + \dots$   
 i)  $Na_2S_2O_3 + J_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + NaJ$   
 k)  $Cu_2S + HNO_3(kons) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + CuSO_4 + NO_2 + \dots$

## IX BOB. METALLARNING UMUMIY TAVSIFLARI ELEKTR ENERGIYANING KIMYOVIY MANBALARI. ELEKTROLIZ. METALLARNING KORROZIYASI BILAN KURASHISH

Metallar uchun umumiy xususiyatlardan biri ularning tashqi elektron pog'onalarida 1-tadan 3-tagacha elektron bo'lishidir. Metallarga barcha s- elementlar kiradi (vodorod va geliydan tashqari). Metallarga barcha d- va f- elementlar ham mansub. IY A guruhidagi barcha p- elementlar ham (bordan tashqari) metallar hisoblanadi. IY A va YA guruhidagi p- elementlar –Ge, Sn, Pb, As, Sb va Bi ham metallar va ularning tashqi valent elektronlari 4 ta yoki 5 tadan ekanligini inobatga olish kerak.

Metallar uchun xos bo'lgan umumiy fizik xossalarga: o'ziga xos yaltiroqlik, elektr tokini o'tkazuvchanlik, sim hosil qilishi, oson parchinlanishi va metallik kristall panjarali tuzilishga ega bo'lishidir.

Metallar uchun eng muhim xossalardan biri metallga xos yaltiroqlik va qattiqlik. Simobdan tashqari barcha metallar qattiq holda uchraydi. Metallar orasida eng qattig'i xrom. Bu metall hatto oynani kesadi. Eng yengil metallar jumlasiga kaliy, rubidiy va sezii kiradi. Bu metallarni yog'ga o'xshatib pichoq bilan kesish mumkin.

Metallarning bog'lanishi ham muhim ko'rsatkichlardan biridir. Bog'lanish deganda og'ir narsalar bilan urilganda shaklini o'zgarishi, yupqa qatlam hosil qilishi va simga aylanishi nazarda tutiladi. Bog'lanish paytida metallning kristall panjarasi biri ikkinchisiga nisbatan suruladi. Metallarning bog'lanishi quyidagi qatorda kamayadi: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe. Metallar ichida oltin juda yupqa zar qog'oz hosil qila oladi. Uni juda ingichka sim qilib cho'zish mumkin.

Metallar yaxshi elektr va issiq o'tkazuvchanlikka ega. Bu xossalari metallarning elektron tuzilishi bilan bog'langan. Elektr va issiq o'tkazuvchanlik sababi metallarning o'ziga xos kristall panjarasi va ularning tarkibidagi erkin elektronlardir. Odatda metallarning elektr o'tkazuvchanligi harorat ortishi bilan kamayadi. Absolut nol haroratda metallarning qarshiligi kamayib, elektr o'tkazuvchanlik juda ortib ketadi.

Metallar zichligi bilan ham farqlanadi. Eng yengil metall litiy hisoblanadi ( $\delta=0.53 \text{ r/cm}^3$ ). Eng og'ir metall osmiy ( $\delta=22.6 \text{ r/cm}^3$ ). Agar metallarning zichligi  $5 \text{ r/cm}^3$  gacha bo'lsa yengil metallar, zichligi  $5 \text{ r/cm}^3$  dan ortiq bo'lgan metallar esa og'ir metallar hisoblanadi.

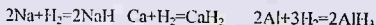
**Metallar asosidagi biogen elementlar.** Birinchi, ikkinchi va uchinchi guruh s- elementlar makroelementlar (natriy, magniy, kaliy, kalsiy) jumlasiga kiradi. Metallardan litiy, stromsiy va alyuminiy fiziologik aktiv metallar jumlasidan hisoblanadi.

d- elementlar orasida hayotiy muhim elementlardan: marganets, temir, rux, mis, kobalt hisoblanadi. Oxirgi paytlarda titan, xrom va vanadiyning fiziologik roli kattaligi aniqlandi. Molibden ko'pgina oksidlanish-qaytarilish fermentlari tarkibiga kirishi topilgan.

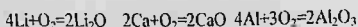
Ba'zi f- elementlarning organizmda juda ham oz ekanligi ma'lum. Lekin ularning biokimyoviy jarayonlardagi turli reaksiyalarni o'zgartirishi shubhasiz.

**Metallarning kimyoviy xossalari.** Metallarning kimyoviy xossalari ularning elektron berishi va metall ionlariga aylanishiga bog'liqdir. Metallar orasida ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Davrda qaytaruvchilik xossasi o'ngdan chapga qarab, guruhda yuqoridan pastga qarab ortadi.

**1. Metallarning metallmaslar bilan birikmalari.** Ular vodorod bilan gidridlar hosil qilib:



Kislorod bilan oksidlar, peroksidlar olinib:



Galogenlar bilan floridlar, xloridlar, bromidlar hosil qilsa, oltingugurt bilan sulfidlar, fosfor bilan fosfidlar, azot bilan nitridlar, uglerod bilan karbidlar, kremniy bilan silitsidlar hosil qiladi.

**2. Metallarning kislorod bilan birikmalari.** Ishqoriy metallar faqat litiy bilan oksid hosil qiladi. Boshqa ishqoriy metallar bilan (natriy) peroksidlar hosil qilsa, kaliy va rubidiy va tseziylar bilan superoksidlar hosil bo'ladi. Qolgan ko'p metallar oksidlar hosil qiladi.

Agar metall o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lsa metallning eng kichik valentligi asosli xossaga, o'rtacha valentligi amfoter xossaga, eng yuqori valentligi esa kislotali xossaga ega bo'ladi.

CrO asosli oksid unga asos  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - amfoter oksid, unga ham asos  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  va ham kislotasi ( $\text{HCrO}_2$  - metaxromit va  $\text{H}_3\text{CrO}_3$  - ortoxromit kislotasi);  $\text{CrO}_3$  - kislotali oksid bo'lib uning kislotalari  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  xromat va  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dixromat kislotadir.

Shunga o'xshash xossalar MnO va  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  bo'lib, bu oksidlar asosli ( $\text{Mn}(\text{OH})_2$  va  $\text{Mn}(\text{OH})_3$ );  $\text{MnO}_2$  amfoter oksid ( $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ;  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ ;  $\text{H}_4\text{MnO}_4$ )  $\text{MnO}_3$  va  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  kislotali oksidlar ( $\text{H}_2\text{MnO}_4$  va  $\text{HMnO}_4$ ).

**3. Metallarning kislotalar bilan ta'siri.** Fe, Al, Zn, Mg kabi aktiv metallar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  suyult., HCl,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  o'xshash kislotalar bilan ta'sir etib shu metallning tuzini hosil qiladi va reaksiyada vodorod ajraladi.

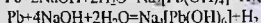
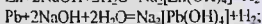
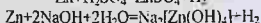
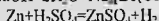
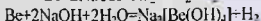
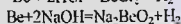
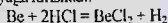
Xuddi shu kislotalar bilan Cu, Ag, Hg, Au, Pt kabi passiv metallar eritmada ta'sir etmaydi. Bunda tuz hosil bo'lmaydi va vodorod ajralmaydi.

Kons. sulfat kislotasi (96%) Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar bilan eritmada ta'sirlashmasdan ularni passivlaydi. Cu, Hg, Ag ga o'xshash metallar kons. kislotasi ta'sirida shu metallning tuzini hosil qilib oltingugurt (IY) oksidini hosil qiladi ( $\text{SO}_2$ ). Zn, Mg, Ca kabi faol metallar kons. sulfat kislotasi ta'sirida shu metallning tuzini va  $\text{SO}_2$  (yoki S va  $\text{H}_2\text{S}$ ) hosil qiladi.

Kons. nitrat kislotasi ham (63%li) Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar bilan ta'sirlashmaydi. Cu, Hg, Ag ga o'xshash passiv metallar bilan ta'sirlashib, shu metallning tuzini va azot (IY) oksidini hosil qiladi ( $\text{NO}_2$ ). Agar shu metallar suyultirilgan nirtat kislotasi bilan ta'sirlashsa (3 - 50%li), bu holda metallning tuzi va azotning (II) oksidi hosil bo'ladi. Zn, Mg, Ca ga o'xshash aktiv metallarning kons. nitrat kislotasi bilan ta'sirida, shu metallarning tuzi va azotning turli oksidlari, hatto azot hosil bo'lishi ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  va  $\text{N}_2$ ) kuzatiladi. Agar shu metallar va Al, Fe suyultirilgan kislotalar bilan ta'sirlashsa, metallarning tuzi bilan birga azot oksidlari va hatto ammoniak tuzlari hosil bo'ladi ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2$  va  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

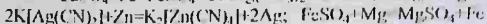
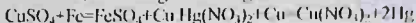
**4. Metallarning suv bilan ta'siri.** Ishqoriy va ishqoriy yer metallari suv bilan shiddatli ta'sir etadi. Bunda metall gidroksidi va vodorod hosil bo'ladi. Fe, Mg, Zn ga o'xshash metallar esa suv bilan yuqori haroratda ta'sir etadi.

**5. Metallarning ishqorlar bilan ta'siri.** Ishqorlar bilan faqat amfoter metallar ta'sir etadi. Bunday metallar qatoriga Be, Zn, Al, Ge, Sn, Pb kabi metallar kiradi. Bu metallar ham kislotalar ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi.



Ge, Sn, Al kabi metallar ham kislotalar va ham ishqorlar bilan ta'sirlashadi.

6. Metallar o'zlaridan aktivligi kam bo'lgan metallarni tuzlaridan saqlab chiqaradi



**Metallarning olinish usullari.** Metallarning olinish usullari to'g'risidagi so'z va fan metallurgiya deyiladi. Metallurgiya qora va rangli metallurgiyaga bo'linadi. Qora metallurgiya asosan temir, cho'yan va po'lat olish bilan shug'ullanadi. Cu, Ag, Au, Cr, Hg, Mn va boshqa metallar olish sohasi rangli metallurgiyaga tegishlidir.

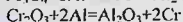
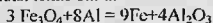
Tabiatda metallar erkin holda ham uchraydi. Odatda bunday metallarning aktivligi kam. Bularga Au va Pt kiradi. Cu, Ag, Hg, Sn va boshqa metallar bo'lsa ham erkin holda va ham birikma holda uchraydi.

Ba'zi metallarning tabiatda faqat birikmalari uchraydi. Bunday birikmalarga oladlar, karbonatlar, sulfidlar va murakkab mineralar kirib, mineralarda bir payti o'zida bir nechta metallar bo'lishi mumkin.

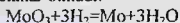
Metallarni olinish usullari uchga bo'linadi: pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiyalar hisoblanadi.

Pirometallurgiya jarayonida oksidlar, sulfidlar, karbonatlar va boshqalardan yuqori haroratda qaytarib metallarni ajratib olish tushuniladi. Qaytaruvchilar sifatida ko'mir, CO, fazl metallar, vodorod, metan va boshqalardan foydalaniladi. ZnS tuzgan ruda kislorodda yozilib, oksidga aylantiriladi, keyin CO yoki ko'mir bilan qaytarilib metallga aylantiriladi. Fe, uning qotishmalari. Cu, Zn, Cd, Sn, Ge, Pb va boshqa metallar pirometallurgiya usullarida olinadi.

Agar metallarni qaytarish jarayonida aluminiy ishlatilsa, aluminatemiya deyiladi. Masalan, shu usul bilan magnetitdan temir olinadi:

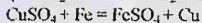
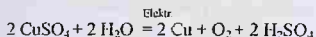


Mn, Cr, Ti, Mo, W larni olishda uglerod ishlatilsa karbidlar hosil bo'lib qolgan uchun ular faqat metallotermik usullarda olinadi. Qaytarishda vodorod ishlatilsa vodorodtermiya deyiladi. Bu usulda Mo, W kabi metallar olinadi.

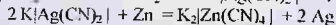
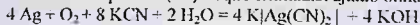


**Gidrometallurgiya** metallarni rudalardan eritmaga o'tkazish orqali ajratib olishdir.

Eritmadan metallar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, mis(II) oksiddan mis olishda, avval mis birikmasi eritmaga o'tkazilib, so'ngra elektroliz usuli bilan ajratib olinishi mumkin. Eritmadan birorta faolroq metall bilan qaytarilsa ham bo'ladi.



Gidrometallurgiya jarayoni Cu, Au, Ag olishda juda qo'l keladi. Masalan, Au yoki kumush olishda ruda tarkibidagi metall avval eritmaga kompleks birikma hosil qilish orqali o'tqazilib, songra birorta arzonroq metalli (Zn) orqali eritmadan ajratib olinadi.

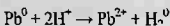


Ag, Au, Cu, Zn, Cd, U, Mo ana shu usullar yordamida olinadi.

**Elektrometallurgiya** usulida metallarni ajratib olishda elektrolizdan foydalaniladi. Bu usul ishqoriy, ishqoriy-yer metallari, aluminiy olishda qo'l keladi. Bunda inert (grafit, ko'mir, iridiy, tantal) kabi erimaydigan elektrodlar va eriydigan (Cu, Ni, Zn) elektrodlar ishlatiladi. Ba'zan elektroliz metallarni tozalash (rafinatsiya) uchun ham kerak bo'ladi.

1-masala. 0,01 M li  $PbCl_2$  eritmasi, standart vodorod elektrod bilan galvanik element sxemasi tuzib jarayonning EYuK sini toping. Qaysi elektrodda oksidlanish, qaysi birida qaytarilish jarayoni boradi.

**Yechish.**



Pb ni 0,01 M li eritmasi uchun elektrod potensial topiladi.

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg C_M$$

$$E = -0,126 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -0,185 V$$

$$E_{YUK} = E_{katod}^0 - E_{anod}^0 = E_{H^+/H_2^0}^0 - E_{Pb^{2+}/Pb^0}^0$$

$$E_{YUK} = 0 - (-0,185) = 0,185 V$$

2-masala.  $Cu^{2+}/Cu^+$  jufti uchun standart elektrod potensialini toping.

**Yechish.**  $\Delta G = -nFE^0 = -2 (96485 \text{ kl}\cdot\text{mol}^{-1})(+0,337) = -65031 \text{ Dj}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$\Delta G = -1(96485 \text{ kl}\cdot\text{mol}^{-1})(+0,521 V) = -50269 \text{ Dj}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$n = -2(-1) = 1 e$$

$$\Delta G = -65031 - (-50269) = -14762 \text{ Dj}\cdot\text{mol}^{-1}$$

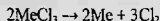
$$E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = -1(96485 \text{ kl}\cdot\text{mol}^{-1}) \cdot E^0 = -14762$$

$$E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = \frac{-14762}{96485} = +0,153 V$$

3-masala. 30 min davomida 6,4 A doimiy tok kuchi bilan III valentli Me tuzi suyuqlanmasi elektroliz qilinganda katodda 1,07 gr Me, anodda 2,668 l gaz ajraldi (geliyga nisbatan zichligi 17,75 ga teng). Elektroliz uchun olingan tuzini tarkibini aniqlang.

**Yechish.**

$$D_{He} = \frac{M_e}{4} = 17,75 \quad M_r = 71 \text{ (bu gaz } Cl_2 \text{ anodda)}$$



$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{96500}, \quad E = \frac{m \cdot 96500}{I \cdot t}$$

$$E = \frac{1,07 \cdot 96500}{0,4 \cdot 1800} = 9$$

Demak, katodda  $9 \cdot III = 27 Al$

Moddalarni mol nisbatini topsak.

$$n_{Al} = \frac{1,07}{27} = 0,04 \text{ mol} \quad 1$$

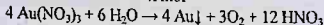
$$n_{Cl} = \frac{2,668}{22,4} = 0,12 \text{ mol} \quad 3$$

Javob, elektroliz uchun olingan tuz bu  $AlCl_3$

4-masala.  $Au(NO_3)_3$  va  $Hg(NO_3)_2$  saqlagan 120 ml eritma orqali, 0,9 A tok kuchi bilan 120 min elektroliz qilinganda katodda umumiy massasi 5,99 gr Me lar aralashmasi ajralgan. Tuzlarning elektroliz tenglamalarini yozing va boshlang'ich aralashmadagi konsentratsiyasini aniqlang. Katodda gaz ajralishi kuzatilmagan elektrolizdan keyin eritmada Me ionlari qolmagan.

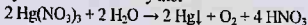
**Yechish.**

$$x \text{ mol} \quad x \text{ mol}$$



4

$$y \text{ mol} \quad y \text{ mol}$$

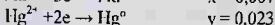
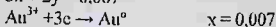


2

2

$$197x + 201y = 5,99$$

$$3x + 2y = 0,067$$

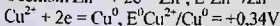
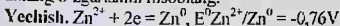


$$n(e) = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{0,9 \cdot (120 \cdot 60)}{96500} = 0,067 \text{ mol}$$

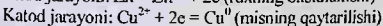
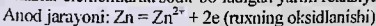
$$\text{Au}(\text{NO}_3)_3 = \frac{0,07}{0,12} = 0,058 \text{ M}$$

$$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \frac{0,23}{0,12} = 0,19 \text{ M}$$

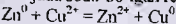
**5-masala.** Mis-rux galvanik elementi uchun EYuK va Gibbsning izobar-izotermik potensialining o'zgarishini hisoblang.



Mazkur elementlarda sodir bo'ladigan yarim reaksiyalar:



Natijada sodir bo'lgan reaksiya tenglamasi:



$$\text{EYuK} = E_1 - E_2$$

$$\text{EYuK} = 0,34 - (-0,76) = 1,1\text{V}$$

Bu sistemada Gibbsning izobar - izotermik potensialining o'zgarishi

$$\Delta G^{\circ} = -ZFE^{\circ}$$

$$\Delta G^{\circ} = -2 \cdot 98485 \text{KJ/mol} \cdot 1,1\text{V} = -21227 \text{KJ/mol} = -21,227\text{J/mol}$$

**Javob:** EYuK = 1,1V;  $\Delta G^{\circ} = -21,227\text{J/mol}$ .

**6-masala.** pH=8 va 4 ga teng bo'lgan eritmadagi vodorod potensialini hisoblang.

**Yechish:** Nernst tenglamasi vodorod elektrod uchun quyidagi ko'rinishga ega:

$$E = E^{\circ} + 0,0592 \lg[\text{H}^+] \quad E^{\circ} = 0$$

$$E = 0,0592 \lg[\text{H}^+] \quad \lg[\text{H}^+] = -\text{pH}$$

$$E_1 = 0,0592 \cdot (-8) = -0,4736\text{V}$$

$$E_2 = 0,0592 \cdot (-4) = -0,2368\text{V}$$

**Javob:** pH=8 ga teng bo'lganda vodorod elektrod potentsiali  $E_1 = -0,4736\text{V}$ ga, pH=4 ga teng bo'lganda vodorod elektrod potentsiali  $E_2 = -0,2368\text{V}$ ga teng.

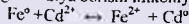
**7-masala.**  $\text{Zn}^{2+}$  ionlari konsentratsiyasi 0,001 mol/l bo'lgan rux tuzi eritmasi tushirilgan Zn ning elektrod potensialini aniqlang.

**Yechish.** Agar  $E^{\circ}$  qiymati  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}$  uchun 0,76 ga teng bo'lsa, potensial qiymati:

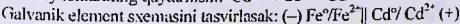
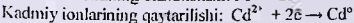
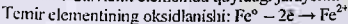
$$E = -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-3} = -0,76 - 0,0295 \cdot 3 = 0,85\text{V}$$

**8-masala.** Galvanik elementda reaksiya borish imkoniyatini aniqlash.

Standart elektrod potentsiallar  $\Delta G^{\circ}_{298}$  qiymatlaridan foydalanib, galvanik elementda quyidagi reaksiya borishi imkoniyatini baholang.



**Yechish.** Galvanik elementda quyidagi jarayonlar boadi:



Standart elektrod potentsiallar  $\Delta G^{\circ}_{298}$  qiymatlaridan foydalanib, galvanik elementda EYuK ni topamiz:

$$E = E^{\circ}_{\text{oks}} - E^{\circ}_{\text{qayt}} = E^{\circ}(\text{Fe}^{\circ}/\text{Fe}^{2+}) - E^{\circ}(\text{Cd}^{\circ}/\text{Cd}^{2+}) = 0,4 - (-0,44) = 0,04\text{V}$$

Gibbs energiyasini o'zgarishi element EYuK qiymati bilan quyidagicha bog'liq:

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -nFE$$

bu yerda  $n$  – reaksiyada ishtirok etgan elektronlar soni;  $F$  – Faradey doimiysi ( $9,65 \cdot 10^4$  Kl/mol);  $E$  – galvanik element EYuK si. Bundan:

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -2 \cdot 96500 \cdot 0,04 = -7720 \text{ J.}$$

Agar  $\Delta G_{298}^{\circ} < 0$  bo'lsa bu reaksiya galvanik elementda kechadi va to'g'ri reaksiya o'z-o'zidan boradi.

**9-masala.** Qo'rg'o'shin (II) nitrat va kumush nitratning 200 ml eritmasi berilgan. Eritmada har qaysi tuzning konsentratsiyasi 0,1 mol/l ga teng. Bu eritmaga massasi 1,12 g bo'lgan temir botirilgan. Temir ta'sirida qancha qo'rg'o'shin va qancha kumush siqib chiqarilganligini aniqlang.

Agar eritma hajmini 0,2 l deb hisoblasak (200/1000) unda tuzlar miqdorlari:  $v_{\text{tuz}} = V_{\text{eritma}} \cdot C_{\text{tuz}} = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02$  mol. Ya'ni har bir tuzdan 0,02 moldan mavjud. Temir miqdori esa  $v = 1,12/56 = 0,02$  g-atom yoki mol. Kumush qo'rg'o'shingan qaraganda kuchsizroq shuning uchun dastlab 0,02 mol kumushni siqib chiqarishda

$2\text{AgNO}_3 + \text{Fe} = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$  reaksiya asosida 0,01 mol temir sarf bo'ladi.

Qolgan 0,01 mol (0,02-0,01) temir esa  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Fe} = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb}$  reaksiyada 0,01 mol qo'rg'o'shinni siqib chiqaradi. Ajralib chiqqan metall massalarini topsak:  $m_{\text{Ag}} = 108 \cdot 0,02 = 2,16$  g va  $m_{\text{Pb}} = 207 \cdot 0,01 = 2,07$  g

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Metallarning umumiy fizikaviy va kimyoviy xossalari. Metallarning kristall tuzilishi. Metallik kimyoviy bog'lanish; oraliq metallar xossalari o'ziga xosligi. Metallarni rudalardan olish usullari (karboterniya, metalloterniya, gidrometallurgiya, elektrometallurgiya). Yuqori darajadagi toza metallarni olinishi.

2. Metallarning qotishmalari (mexanik aralashmalar, qattiq eritmalar, intermetallik kimyoviy birikmalar). Fizik-kimyoviy analizning asosiy tushunchalari. Oddiy binar sistemalarning holat diagrammalari.

3. Elektr energiyaning kimyoviy manbai. Kislotali va ishqoriy akkumulyatorlarda sodir bo'ladigan reaksiyalar

4. Elektroliz. Tuzlarning suyuqlanmalari va suvli eritmalarining elektrolizi. Faradey qonunlari.

5. Metallarning kimyoviy va elektrkimyoviy korroziyasi va unga qarshi kurashish. Katod va anod sifatidagi qoplamalar.

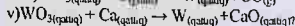
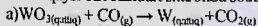
### Savol va topshiriqlar

1. Metallarning fizikaviy xossalari umumiylik qanday sabablar bilan bog'liq?  
2. Nima uchun guruhchalar d-elementlarning ionlanish potentsiallari va metallning oksidlanish darajasi yuqori bo'lgan birikmalarining barqarorligi oshadi?

3. Guruhchalarda d-elementlar radiuslari o'zgarining o'ziga xosligi nimaga bog'liq? d- va f-Kontraksiya (siqilish) deb nimaga aytiladi?

4. Ma'lumki tabiatda metallar asosan xloridlar, karbonatlar, sulfatlar, sulfidlar va oksidlar shaklida uchraydi. Metallarning bunday rudalardan olinishining eng muhim usullarini keltiring.

5. Quyidagi reaksiyalardan qaysi biri standart sharoitda sodir bo'lishi mumkin:



6. Qotishmalardagi o'zaro ta'sirlashuvning kimyoviy tabiati qanday?

7. Magniy va qo'rg'oshinni birgalikda suyuqlantirib qotishmaga aylantirilganda intermetallik birikma hosil bo'ldi; uning tarkibida 81% qo'rg'oshin bor ekan. Birikmaning formulasi aniqlang.

8. Mis va alyuminiyning tarkibida 25% mis bo'lgan aralashmasining eitektikasida 32,5% mis bor ekan. Temperatura pasaytirilganda bunday tarkibli suyuq aralashmasidan qanday metall avval qattiq holda ajralib chiqadi va 200 g qotishmadan shu metallning qanchasini ajratish mumkin?

9. Oltinugurt birikmalarini tutgan suyuq yoqilg'i yonganda qanday korroziya turi sodir bo'ladi?

10. Nima uchun o'zida kislorod eritgan suv korroziyon faollik jihatidan kislorodsiz suvdan havfliroq?

11. Qanday moddalar korroziya ingibitorlari deb ataladi? Misollar keling.

12. Qalay yoki mis bilan tutashib kontaktida bo'lgan temir tezroq korroziyaga uchraydi? Nima sababdan?

13. Kaliy nitratning suvli eritmasini elektroliz qilinganida sodir bo'ladigan jarayonlar sxemasini tuzing:

a) platina elektrodleri bilan; b) mis elektrodleri bilan.

14. Rux va nikel bilan qoplangan temir yuzasidan jarohatlanganida qaysi metall birinchi bo'lib yemiriladi?

15. Tok bo'yicha unun nima?

16. Nima uchun  $\text{pH} > 10$  bo'lgan eritmalarda temir kuchsiz korroziyaga uchraydi?

17. EYUK maksimal bo'lgan galvanik elementga ega bo'lishi uchun uni qaysi yarim elementlar juftidan tuzish kerak; a)  $\text{Mg}^2/\text{Mg}$  va  $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$ ; b)  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  va  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ ; v)  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  va  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$ ?

18. Quyidagi aralashmalarning suvli eritmalari ko'mir elektrodlar ishtirokida elektrolizlanganda katod va anodlarda birinchi bo'lib qanday mahsulotlar ajralib chiqadi: a)  $\text{CuSO}_4$  va  $\text{KCl}$ ; b)  $\text{NiSO}_4$  va  $\text{NaCl}$ ; v)  $\text{SnCl}_2$  va  $\text{KI}$ ?

19. Har qanday metallning ekvivalenti va elektrokimyoviy ekvivalentiga teng massasini ajratib chiqarish uchun elektrolitdan 5 A li tokni qancha vaqt davomida o'tkazish kerak?

20. Quyidagi reaksiya qo'rg'oshin akkumulyatorida katodda qaysi vaqtda, undan tok olayotgan yoki uni zaryadlayotgan vaqtda, sodir bo'ladi:  $\text{PbO}_{2(\text{qatliq})} + 2e + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{PbSO}_{4(\text{qatliq})} + 2\text{H}_2\text{O}$ ?

21. Protektor sifatida tanlangan metallning rolini izohlang.

22. Korroziyadan elektrokimyoviy himoyada ishlatiladigan elektr tokining xizmati nimada?

23.  $\text{Pb}^{2+}$  ning 0,001 M li eritmasiga Pb elektrod tushurilganda uning elektrod potensial qiymatini toping.

24.  $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}$ . Ushbu jarayonning, galvanik sxemasini tuzing.  $25^\circ\text{C}$  da ( $\Delta G^\circ 298$ )  $\text{AgBr}$  ning suvda eruvchanligini, muvozanat konstantasini va EYUK ni toping.

25.  $\text{Zn}|\text{ZnCl}_2||\text{AgCl}|\text{Ag}$   $25^\circ\text{C}$  dagi 0,005 mol/l li,  $\text{ZnCl}_2$  ning eritmadagi o'rtacha aktivlanish koefitsiyenti 0,789 ga teng bo'lsa, galvanik sistemaning EYUK ni hisoblang.

26. Toza suvdagi,  $\text{pH}=3,5$  bo'lgan eritmadagi,  $\text{pH}=10,7$  bo'lgan eritmadagi vodorod potensialini hisoblang.

27. Eritmadagi  $\text{Fe}^{3+}$  metall holidagi temir bilan quyidagi tenglama bo'yicha reaksiyada qatnashadi:

28.  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ . Shunga o'xshash reaksiya  $\text{Fe}^{3+}$  va mis orasida sodir bo'ladimi?

29. Mis elektrodini 0,1; 0,01 va 0,001 M li mis sulfat eritmasiga tushirilganda hosil bo'ladigan elektrod potentsiali qiymatlarini hisoblang ( $E^\circ \text{Cu}/\text{Cu}^{2+} = 0,34 \text{ V}$ ).

30. Marganets sulfat eritmasiga tushirilgan marganets elektrodning potentsiali  $-1,1 \text{ V}$  bo'lsa, eritmada  $\text{Mn}^{2+}$  ionining konsentratsiyasini hisoblang.

31. Nikel elektrodni xrom (III) xlorid eritmasiga tushirilganda nikel eritmaga, xrom elektrodga o'tishi mumkinmi? Yoki teskari vaziyat – nikel (II) eritmasiga xrom elektrod tashurilsa nikel ioni elektrodga ajralishi, xrom eritmaga o'tishi mumkinmi?

## X BOB. GALOGENLAR

Ftor, xlor, brom, yod va astat galogenlarga tegishli. Galogen so'zi "tuz tug'diruvchi" degan ma'noni beradi. Bu elementlar p- elementlarga kirib ular tuz hosil qilishga moyil. Bu elementlar tashqi qavatida yettita elektron ber. Galogenlar  $ns^2np^5$  elektron formulaga ega bo'lib, tashqi qavatdagi yetti elektronning ikkitasi s- va beshtasi p- orbitallarda joylashgan.

Galogenlar tashqi qavatida bittadan elektronlar bo'lib, bir zaryadli anionlar hosil qiladi. Ftordan tashqari barcha galogenlar o'z elektronlarini berib +1 dan +7 gacha oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Ftordan astatga qarab atom radiusi ortadi, ionlanish energiyasi kamayib, metall xossalari kuchayib boradi. Ftor- xossalari yaqqol ifodalangan metallmas, ayni paytda astatda metallik xossalari bor. Ftordan astatgacha oddiy moddalarning agregat holatlari gazdan qattiq holatga o'zgaradi.

Oddiy modda holatida galogenlar ikki atomli molekula hosil qiladi. Molekulada atomlar orasi ftordan yodga o'tgan sari uzoqlashgani uchun molekulaning qutblanuvchanligi ortib boradi.

Vodorod galogenidlar suvda yaxshi eriydi. Ular gaz moddalar bo'lib, suvdagi erimalar kislotalardir. Kislotalarning kuchli galogen elektronegativligi kamayishi bilan ortib boradi.

Galogenlarning kislorodli birikmalari beqaror bolib, ftordan astatga o'tgan sari kislorodli birikmalar barqaroridir.

Ftor (Ftorum). Tabiatda uchrashi. Eng muhim minerallaridan fluorit  $-CaF_2$ , kriolit  $Na_3[AlF_6]$ , florapatit  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ . Ftor tish emali tarkibida va suyaklarda borligi aniqlangan.

**Olinishi.** Birinchi marta 1886- yilda Muasson tomonidan KF ni suvsiz vodorod ftoridida elektroliz qilib ajratishga muvaffaq bo'lgan.

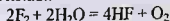
Hozirgi paytda flor olish uchun HF va KF aralashmasi yoki  $KHF_2$  tuzi 70°C da elektroliz qilinadi. Elektrolizyor nikeldan yasalgan va u anod hisoblanadi. Ko'mir bu jarayonda katod sifatida ishlatiladi. Elektrolizda ajraladigan vodorod va flor portlab ketmasligi uchun katod va anod bo'shlig'i diafragma bilan ajratilgan.

Tabiatda fluor birgina izotop holatida  $^{19}F$  holatida uchraydi. Ftorning sun'iy yo'l bilan olingan  $^{17}F$ ,  $^{18}F$ ,  $^{20}F$  izotoplari olingan. Ularning saqlanish muddati juda oz.

**Xossalari.** Ftor o'tkir hidli sariq-yashil tusli gaz modda. Gaz holatdagi fluor suyuq HF da yaxshi eriydi. Suyuq holatdagi fluor suyuq kislorod va ozonda eriydi. Juda past haroratda (-188 °C) fluor kub shaklli kristall panjara hosil qiladi.

Atom saqlash va tashish uchun zanglamaydigan po'lat, mis, aluminiy, nikeldan yasalgan ballonlar ishlatiladi. Agar metall sirtiga ftoridlardan qatlam hosil bo'lsa bu metallar ozgarishga uchramaydi.

**Kimyoviy xossalari.** Ftorning yuqori kimyoviy aktivligi uning molekulasining dissotsilanish energiyasi kichikligi (159 kJ/mol) bilan tushuntiriladi. Ftor suvda eritilsa, erish o'rninga shiddatli ta'sirlashuv yuzaga keladi:

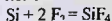


Ftor atmosferasida hatto shisha ham yonadi:  $SiO_2 + 2F_2 = SiF_4 + O_2$

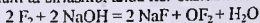
Ftor barcha oddiy moddalar bilan hatto sovuqda ham oson ta'sirlashadi. Fosfor va olingugurt fluor bilan -190 °C da ta'sirlanadi:



Kremniy odatdagi sharoitdayoq fluor bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Ftor ishqorlar bilan ham ta'sirlashib, unda fluor oksidini hosil bo'ladi:



F<sub>2</sub>O- kislordan florid nafas yo'llariga kuchli ta'sir etuvchi gaz modda (suyuql. harorati - 223,8 °C. qayn. harorati -145 °C).

Ftor va kislorod aralashmasiga elektr razryadi ta'sir ettirib kislorod diflorid olingan:

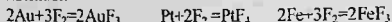


O<sub>2</sub>F<sub>2</sub> – faqat past haroratda barqaror modda. U qizg'ish rangli qattiq modda. -163 °C da qotadi. -57 °C da qaynaydi va bir oz yuqoriroq harorat ta'sirida parchalanib ketadi.

Kislorod va azot fluor bilan to'g'ridan to'g'ri birikmaydi. Ftor vodorod bilan hatto qorong'ida juda past haroratda (-250 °C) ham ta'sirlashadi:

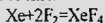


Oltin va platina cho'g' holatga keltirilganda va boshqa metallar odatdagi haroratda fluor bilan reaksiya kirishadi:



Nikel, qo'rg'oshin va mis sirti fluor atmosferasida floridlar qatlami bilan qoplangani uchun metallning ichki qismi fluor ta'siridan saqlanadi.

Fluor ta'sirida hatto inert gazlar ham oksidlanadi:

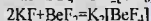
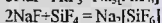
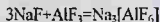


Ksenonning fluorli birikmalari tarkibi turlicha: XeF<sub>2</sub>, XeF<sub>4</sub>, XeF<sub>6</sub>. Ksenon floridlari asosida XeOF<sub>2</sub>, XeOF<sub>4</sub> va XeO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> birikmalari olingan.

<sup>235</sup>UF<sub>6</sub> va <sup>238</sup>UF<sub>6</sub> larni diffuzion usulda ajratishda fluor kerak bo'lgani uchun ham floriga bo'lgan qiziqish juda ortib ketdi. Og'ir metallarning floridlari, masalan, UF<sub>6</sub> 56,7°C da qaynaydi. Shuningdek fluor sovutuvchi agentlar va fluoroplastlar olishda ham katta amaliy ahamiyatga ega.

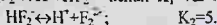
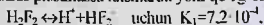
F<sup>-</sup> birikmalari. Fluoridlar yuqori suyuqlanish haroratiga ega bo'lgan ion tuzilishi birikmalar. Fluoridlar fluorid kislotalaning metall oksidlari, gidroksidlari va karbonatlariga ta'siri orqali olinishi mumkin. Ishqoriy metallarning fluoridlari (Li dan tashqari), shuningdek AgF, HgF<sub>2</sub>, SnF<sub>2</sub> eruvchan hisoblanadi.

Metallmaslarning fluoridlari ularga fluor ta'siridan olinadi. Fluoridlar turlicha reaksiyalarda qatnashadilar:



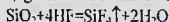
Fluorid kislota. HF qutbli molekula. Odatdagi sharoitda fluorid kislota rangsiz suyuqlik. (suyuql. harorati -83°C, qaynash harorati 19,5°C). Fluorid kislota havoda tutaydi, o'tkir lidda ega.

Fluorid kislotalaning 40% li eritmasi plavik kislota ham deyiladi. Bu kislotalni shisha idishlarda saqlab bo'lmaydi. Lekin idishlarni ichki va tashqi qavatini parafinlab saqlash mumkin. Fluorid kislota maxsus plastmassa idishlarda yoki qo'rg'oshimli idishlarda saqlanadi.

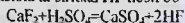


Bu kislota HCl dan ancha kuchsiz 1 M eritma uchun dissotsialanish darajasi 7% atrofida.

Plavik kislota shishani eritib, gazsimon birikma SiF<sub>4</sub> hosil qiladi:



CaF<sub>2</sub> ga konsentrlangan kislota ta'siridan HF hosil bo'ladi:



Vodorod va fluorini shiddatli ta'siri natijasida ham vodorod fluorid olish mumkin:



Florovodorod bug'lari juda zaharli. Teriga agar konsentrlangan florid kislota to'kilsa kuydiradi va yomon asorat qoldiradi.

Plavik kislota organik sintezda, shisha sirtiga ishlov berishda va floridlar olish uchun ishlatiladi.

**Xlor (Chlorum).** Xlor birinchi marta 1772- yilda Sheele tomonidan olingan. 1810 - yilda xlorni X.Devi yangi element sifatida kiritgan. Xlor so'zi yunonchadan "xloros" – sarg'ish yashil degan ma'noni beradi.

Aktiv element bo'lgani uchun faqat birikmalar holatida uchraydi. Natriy, kaliy va magniyli tuzlar dengiz, sho'r ko'llar, hatto qurigan ko'llarda ham uchraydi.

**Tabiatda uchrashi.** Tosh tuz yoki galit - NaCl, silvinit - KCl·NaCl, karnallit - KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, silvin - KCl, kaunit - MgSO<sub>4</sub>·KCl·3H<sub>2</sub>O kabi birikmalari ma'lum.

**Olinishi.** Xlorning sanoat miqyosida olinishi KCl yoki NaCl ning suvdagi eritmasini elektroliziga asoslangan. Bu jarayonda eng asosiy mahsulot yuvchi natriy hisoblanadi.

Laboratoriyada xlorning olinishi turli oksidlovchilarga xlorid kislota ta'sir ettirilishiga asoslangan. Oksidlovchilar sifatida MnO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>, PbO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KClO<sub>3</sub> ba boshqalar olinishi mumkin.



Qattiq holatdagi osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota va MnO<sub>2</sub> ta'sir ettirilganda ham xlor hosil bo'ladi:

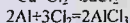
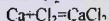
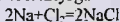


Tabiatda xlorning ikkita izotopi uchraydi: <sup>35</sup>Cl(75,53%) va <sup>37</sup>Cl(24,47%). Shuning uchun uning o'rtacha atom massasi 35,45 u.b. clinadi. Bundan tashqari xlorning 5 ta sun'iy izotoplari olingan: <sup>33</sup>Cl, <sup>34</sup>Cl, <sup>35</sup>Cl, <sup>36</sup>Cl.

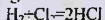
**Xossalari.** Xlor sarg'ish yashil tusli gaz. uoing qaynash harorati -34°C. qotish harorati -101°C. Xlor suvda, CCl<sub>4</sub>, SCl<sub>4</sub> va TiCl<sub>4</sub> da eriydi. Bir hajm suvda 2,5 hajm xlor eriydi. 0,6 MPa bosimda xona haroratida xlor juda oson suyuqlikka aylanadi.

**Kimyoviy xossalari.** Xlor florga nisbatan aktivligi kam, lekin anchagina faol element. Xlor to'g'ridan to'g'ri kislorod, azot va inert gazlar bilan ta'sirlashmaydi.

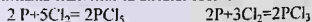
Xlor metallar bilan portlash bilan reaksiyaga kirishib xloridlar hosil qiladi:



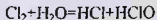
Vodorod xlor atmosferasida yorug'lik nuri ta'sirida yonib vodorod xlorid hosil qiladi:



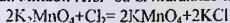
Ko'pchilik metallmaslar ham xlor ta'siridan oson oksidlanadi. bunda u oksidlovchidir:



Xlorning suv bilan ta'sirlanishidan vodorod xlorid va gipoxlorit kislota hosil bo'ladi:



Xlorning uglerod bilan hosil qilgan birikmalari (CCl<sub>4</sub>, CHCl<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>Cl) metanning xlorlanish jarayonida olinadi. Xlor ba'zi murakkab moddalarni ham oksidlaydi:

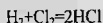


Xloridan xlorid kislota, KClO<sub>3</sub>, organik moddalar, bo'yoqlar, qishloq xo'jaligi zarakanandalatiga qarshi preparatlar olishda qo'llanildi. Xloridan gazlamalarni oqartirishda, ichimlik suvini dezinfeksiya qilishda ishlatiladi.

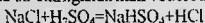
**Xlorid kislota va uning tuzlari.** Xlorning vodorod bilan hosil qilgan birikmasi vodorod xlorid (HCl). O'tkir hidli rangsiz gaz modda (suyuql. harorati -114.2 °C, qaynash harorati -84.9 °C). Suvda yaxshi eriydi. 1 hajm suv 450 hajm HCl ni eritadi.

Vodorod xloridni suvdagi eitmasi xlorid kislota deyiladi. Xlorid kislota kuchli kislotalardan biridir. Organizmda xlorid ion makromiqdirda uchraydi. Xlorid kislota holatida u oshqozon shirasining eng asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Ovqat hazm qilish jarayonida uning ahamiyati benihoya katta. Oshqozon shirasi (pH 1 dan 3 gacha) vodorod kationi va anionlar sifatida  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  va  $\text{HSO}_4^-$  lardan iborat. Lekin xlorid ionlar boshqa ionlardan ancha ko'p. Oshqozon shirasidagi xlorid kislota pepsin fermentini faol holatga keltirish uchun kerak. Pepsin bo'lsa oqsillarni gidrolitik parchalanishini amalga oshiradi.

Sanoat miqyosida yorug'lik nuri ishtirokida vodorodga xlor ta'sir ettirish orqali olinadi:

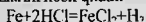


Osh tuziga sulfat kislota ta'sir ettirilganda ham vodorod xlorid olinadi:

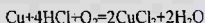


Konsentrlangan xlorid kislota tarkibida 37% HCl bo'lib kuchli elektrolit hisoblanadi. Bu kislotalardan HCl ajralib turgani uchun uni tutovchi kislota deyiladi. O, l n HCl eritmasining dissotsialanish darajasi 92 % lidir.

Xlorid kislota aktiv metallar (Mg, Ca, Zn, Fe, Al va boshqalar) bilan ta'sir qilganda vodorod ajratib xlorid kislolaning tuzlarini hosil qiladi:



Aktivligi kam metallar (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) xlorid kislota bilan ta'sirlashmaydi. Aktivligi kam metallar (Cu, Ag) havo kislerodi ishtirokida konsentrlangan kislota ta'sir etadi:

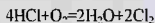


Xlorid kislolaning tuzlari xloridlar deb ataladi. Xloridlar suvda yaxshi eriydi. Kumush xlorid (AgCl), mis xlorid (CuCl), simob(I) xlorid ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ), qo'rg'oshin (II) xlorid ( $\text{PbCl}_2$ ) suvda oz eriydi.

Konsentrlangan xlorid kislota unga oksidlovchilar ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$  va boshqalar) ta'sir etganda qaytaruvchi hisoblanadi:



$\text{CuCl}_2$  katalizatorligida qizdirilganda vodorod xlorid kislorod ishtirokida ham oksidlanadi:



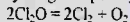
Aktivligi kam bo'lgan metallarning xloridlari suvdagi eritmalarda oson gidrolizga uchraydi ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ).

**Xlorning kislorodli birikmalari.** Xlor kislorod bilan bevosita birikmaydi, lekin uning qator oksidlari bor:

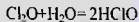


Xlor (I) oksidi -  $\text{Cl}_2\text{O}$ , sarg'ish qo'ng'ir gaz (qayn. harorati +3.8 °C, qotish harorati -116 °C). Saqlansa portlaydi, beqaror modda.  $\text{Cl}_2\text{O}$  - qutbli molekula.

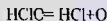
Qizdirilganda, suyuq holatda kuydirilganda portlaydi:



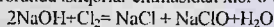
$\text{Cl}_2\text{O}$  ning suvda erishida gipoxlorit kislota hosil bo'ladi:



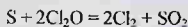
Gipoxlorit kislota juda kuchsiz kislota ( $K=5 \cdot 10^{-6}$ ). Kislota beqaror bo'lgani uchun parchalanib atomar kislorod ajratadi:



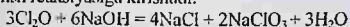
Gipoxloritlar xona haroratida ishqorlar eritmasidan xlor o'tkazish orqali olinadi:



$\text{Cl}_2\text{O}$  kuchli oksidlovchi:

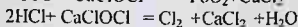
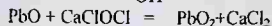


Disproporsiyalanish reaksiyasiga kirishadi:

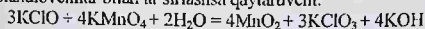


$\text{HClO}$  va uning tuzlari oksidlovchilar hisoblanadi. Ular ishqoriy sharoitda  $\text{PbO}$  va  $\text{MnO}_2$  bilan oson ta'sirlashadi:

$\text{OH}^-$



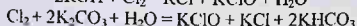
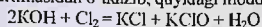
Agar ular oksidlovchilar bilan ta'sirlashsa quyidagilari:



Gipoxloritlar katalizatsiz parchalanib xloratfarga aylanadi:

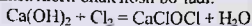


1792 yilda Parij yaqinidagi Javel degan joyda Bertole gaz holatdagi xlorli kaliy gidroksidi va kaliy karbonat eritmasidan o'tkazib, quyidagi moddalarni oldi:

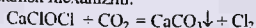


Bu aralashma javel suvi deyiladi.

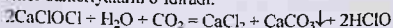
$\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Cl}_2$  o'tkazilsa xlorli ohak hosil bo'ladi.



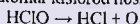
$\text{CaClOCl}$  ning parchalanish mexanizmi:



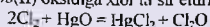
Hosil bo'lgan xlor bakteriyalarni o'ldiradi.



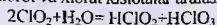
$\text{HClO}$  ning parchalanishidan atomar kislorod hosil bo'ladi:



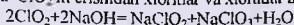
$\text{Cl}_2\text{O}$  ni olish uchun simob(II) oksidiga xlor ta'sir ettiriladi:



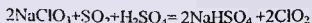
Xlor (IV) oksid -  $\text{ClO}_2$ . O'tkir hidli, sarg'ish- rangli, saqlansa o'z-o'zidan portlaydigan gaz (qayn. harorati  $11^\circ\text{C}$ , qotish harorati  $-59^\circ\text{C}$ ).  $\text{ClO}_2$  to'g'ri keladigan kislota yo'q. Agar  $\text{ClO}_2$  suvda eritilsa xlorot va xlorat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi:



Ishqorlar ishtirokida  $\text{ClO}_2$  ni erishidan xloritlar va xloratlar hosil bo'ladi:

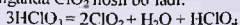


$\text{ClO}_2$  ni olish uchun natriy xloratga sulfat kislota ishtirokida oltingugurt(IV) oksidi ta'sir ettiriladi:

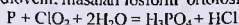


$\text{ClO}_2$  kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun gazlamalarni oqartirishda ishlatiladi.

Xlorat kislota parchalanganda  $\text{ClO}_2$  hosil bo'ladi:



$\text{ClO}_2$  - juda kuchli oksidlovchi, masalan fosforni ortofosfat kislotalagacha oksidlaydi:

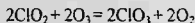


$\text{NaClO}_2$  - oqartiruvchi modda sifatida ishlatiladi. Kir yuvish kukunlariga qo'shiladi.

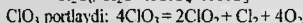
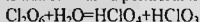
Og'ir metallarning xloritlari urilganda yoki qizdirilganda portlaydi.

Xlorit kislota to'g'ri keladigan angidridi  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  mavjud emas.  $\text{HClO}_2$  faqat suvdagi eritmalarda mavjud. Bu kislota beqaror va kuchsiz kislota (K=5·10<sup>-3</sup>).

**Xlor trioksidi** -  $\text{ClO}_3$  Xlortrioksid xona sharoitida qoramir qizil rangli suyuqlik (qayn. harorati  $203^\circ\text{C}$ , qotish harorati  $3,5^\circ\text{C}$ ). Xlor trioksidning bug' holatda tarkibi  $\text{ClO}_3$  ligi. suyuq holatda bo'lsa  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  ekanligi aniqlangan. Xlor trioksid olish uchun past haroratda  $\text{ClO}_2$  ga ozon yuboriladi:

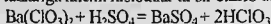


Xlor trioksidning suvda erishidan xlorat va perxlorat kislota hosil bo'ladi:

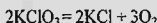


**Xlor (V) oksid** olinmagan. Bu oksidga to'g'ri keladigan kislota xlorat kislota ham erkin holda olinmagan. Lekin xlorat kislota suvdagi eritmada 40 % gacha konsentratsiyada mavjuddir. Xlorat kislota kuchli kislotalar qatoriga kiradi. Uning in eritmasi uchun dissotsialanish darajasi 79% hisoblanadi. 50% dan ortiq konsentratsiyali  $\text{HClO}_3$  o'z-o'zidan portlaydi.

Xlorat kislota uning tuzlariga kuchli kislotalar ta'sir ettirib olinadi:



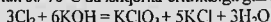
Xlorat kislota tuzlari rangsiz, qattiq moddalar, xona haroratida barqaror va suvda yaxshi eriydi. Uning tuzlaridan  $\text{KClO}_3$  bertole tuzi katalizator ishtirokida ( $\text{MnO}_2$ ) kislород hosil qilib parchalanadi:



Agar bertole tuzi katalizatorsiz qizdirilganda parchalansa perxlorat kislota tuzlari va kaliy xlorid hosil qiladi:



Xloratlarni olish uchun  $60-70^\circ\text{C}$  da ishqorlar eritmasiga gaz holatdagi xlor yuboriladi :



$\text{KClO}_3$  past haroratda suvda yomon erigani uchun eritmani sovitchish orqali oson  $\text{KCl}$  dan ajratiladi.

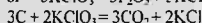
$\text{KClO}_3$  rangsiz yaltiroq tuz, uning suyuql. harorati  $258^\circ\text{C}$  ga teng  $0^\circ\text{C}$  da 100 g suvda 3,3 g  $\text{KClO}_3$  eriydi,  $100^\circ\text{C}$  da bo'lsa 100 g suvda 56,2 g  $\text{KClO}_3$  eriydi.

Gugurt ishlab chiqarish, Bengal olovi va portlovchi moddalar tayyorlashda ishlatiladi.

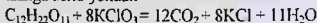
Bertole tuziga oltingugurt aralashtirilib chinini havonchada aralashtirilsa kuchsiz portlash ro'y beradi:



Kuchsiz portlash bertole tuziga fosfor va ko'mir qo'shilganda ham ro'y beradi:

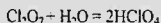


Shakarni juda sekin bertole tuzi bilan aralashtirib va bir tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo'shilsa yorug' alanga berib yonadi:

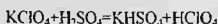


Ana shunda hosil bo'lgan olov Bengal olovi deyiladi.

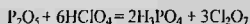
**Xlor (VII) oksidi** -  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  toza holda moysimon rangsiz suyuqlik (qaynash harorati  $83^\circ\text{C}$ ). Qattiq chayqatilsa yoki  $120^\circ\text{C}$  gacha qizdirilsa portlaydi.  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  suvda eriganida perxlorat kislota hosil bo'ladi:



Perxlorat kislota rangsiz suyuqlik (suyuql. harorati  $-102^\circ\text{C}$ ) oz-ozidan portlash xossasiga ega. Eng kuchli kislotalardan ( $K=10^9$ ) biridir.  $\text{KClO}_4$  ga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilib olinadi:

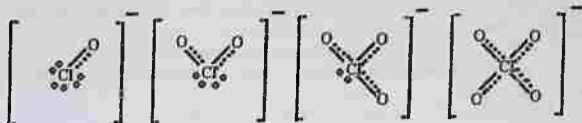


Xlor (VII) oksidini olish uchun perxlorat kislota fosfor (V) oksidi ta'sir ettiriladi:

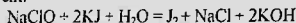


Perxloratlar portlovchi moddalar olishda ishlatiladi va ayniqsa raketa texnikasida keng qo'llaniladi.

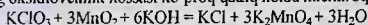
Xlorning kislorodli kislotalari qatorida chapdan o'ngga kislota kuchi, barqarorlik va xlor atomlarining oksidlanish darajasi ortadi. Bu birikmalarning barchasida markaziy atom  $sp^3$  gibridlangan:



O'ngdan chapga qarab bo'lsa oksidlovchilik xossalari ortib boradi. Gipoxloritlar har qanday muhitda oksidlovchi:



Xloratning oksidlovchilik xossasi ko'proq qattiq holda kuchliroq ko'rinadi:



**Ishlatilishi.** Bertole tuzi gugurt ishlab chiqarishda, mushakbozlik anjomlari tayyorlashda, xalq xo'jaligining turli maqsadlari uchun kerak bo'ladi.

$Ca(ClO_2)_2$  g'ozga bargini to'kish uchun defoliant sifatida keng qo'llaniladi.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Galogenlarning tabiati tarqalishi. Galogenlar atomlari va molekularining taqqosiy xarakteristikalari. Erkin holdagi galogenlarning molekularining dissotsilanishining standart entalpiyasini, oddiy temperatura va bosimda agregat holatlarining, oksidlanish-qaytarilish xossalari va bundan chiqadigan natijalarning, suv molekulasini bilan disproporsiyalanish reaksiyaga kirishish xususiyatini o'zgarishi. Galogenlarni sanoatda va laboratoriyada olish usullari.

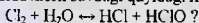
2. Galogenvodorodlar, ular molekularining qutblanganligini hamda kislotali va qaytaruvchilik xossalari o'zgarishi. Galogenvodorodlarning tuzlari, olinishi, xossalari. Galogenvodorodlarning sanoatda va laboratoriyada olish usullari.

3. Galogenlarning oksidlari, ularning xossalari va barqarorligi. Olinishi. Galogenlarning kislorodli kislotalarining kislota - asos va oksidlanish-qaytarilish xossalari o'zgarishi va bundan chiqadigan natijalari. Ortoyodat kislota, tuzilishi, xossasi.

### Savol va topshiriqlar

1. Qanday oksidlanish darajalarida galogenlar faqat oksidlovchi va faqat qaytaruvchi bo'la oladi?

2. Qanday moddalar ta'sirida xlorli suvdagi quyidagi muvozanat o'ng tomonga siljiydi:



3. Qaysi galogen uchun quyidagi muvozanat:  $G_2 + G^- \rightarrow G_3^-$  ko'proq o'ng tomonga siljigan? Nima uchun?

4. "Javel suvi" va xlorli ohak nima degani? Ular qanday hosil qilinadi?

5.  $HOCl$  -  $HOBr$  -  $HOI$  qatorida barqarorligi va oksidlovchilik xossalari va  $HOCl_3$  -  $HOBr_3$  -  $HOI_3$  qatorida kislotalik va oksidlovchilik xossalari qanday o'zgaradi?

6. Qaysi galogenlar  $KBrO_3$  dan erkin holdagi bromni,  $KJ$  dan esa erkin holdagi yodni siqib chiqaradi? Nima uchun?

7. Nima uchun quyidagi reaksiyaga asoslanib toza  $HBr$  olish mumkin emas:  $KBr_{(qattiq)} + H_2SO_{4(kons)} \rightarrow ?$  Qanday kislotani ishlatish lozim.

8.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
9. Erkin yod, manganets dioksid va HCl bor bo'lsa, qanday reaksiyalar asosida  $\text{HIO}_3$  ni olish mumkin?
10.  $\text{NaCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{konst.}) \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
11. Xlor, brom, yodlarning kislorodli kislotalarining va ularning tuzlarining nomini keltiring.
12.  $\text{HOCl} - \text{HOBr} - \text{HOI}$  qatorida kislota - asos, oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalarning va barqarorlikning o'zgarishini tushuntiring.
13.  $\text{KOH} + \text{Cl}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
14. Xlorli ohak bilan konsentrlangan sulfat kislota reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?
15.  $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{-60} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
16.  $\text{NaCrO}_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
17.  $\text{HClO}_4 - \text{HBrO}_4 - \text{HIO}_4$  qatorida kislotalarning kuchi va barqarorligining o'zgarishini tushuntiring.
18.  $\text{NaIO}_3 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
19.  $\text{KBr} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
20.  $\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
21. HBr va HI larni quritish uchun konsentrlangan sulfat kislota ishlatish mumkinmi? Nimaga?
22.  $\text{CaOCl}_2(\text{qatnov}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{floris}) \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
23. Xlorid va florid kislotalarning o'xshashi va farqli xususiyatlarini izohlovchi reaksiya tenglamalarini keltiring.
24. Konsentrlangan xlorid va yodid kislotalar temir qo'sh oksidi bilan o'zaro ta'sirlashganda reaksiya mahsulotlari farq qiladimi? Reaksiya tenglamalarini keltiring.
25. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon beradigan reaksiya tenglamalarini keltiring.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaOCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{NaBrO}_3$
26. A tuzning katalizator ishtirokida temik parchalanishi natijasida B tuz va V gaz hosil bo'ldi, yonishi nazarda tutilmoqda. A tuz xlorid kislota bilan ta'sirlashganda sarg'ish-yashil G gaz va B tuz hosil bo'ldi. V va G gazlar o'zaro reaksiyaga kirishmaydi. B tuz kumush nitrat eritmasi bilan o'zaro ta'sirlashganda oq cho'lma tushdi. Noma'lum moddalar nomini aniqlang, barcha tegishli reaksiya tenglamalarini keltiring.
27. 200 gr 10% li xlorid kislota eritmasiga rux plastinka tushurildi. Plastinka ma'lum vaqtdan keyin olinib, yuvib, quritilgandan keyin uning massasi kamayib 6,5 gr ni tashkil qilgan. Reaksiyadan keyin eritmadagi xlorid kislota ning massa ulushini toping.
28. Galogenlar o'zaro reaksiyaga kirishishi mumkinmi? Qanday reaksiyalarni misol qilib keltirish mumkin. Reaksiya mahsulotlarining oksidlanish darajasini toping.
29. Qanday idishda florid kislota saqlanadi? Uning eritmasi nima deb ataladi?
30. Xlor, vodorod va vodorod xloriddan iborat 1 l gazlar aralashmasi, kaliy yodid eritmasidan o'tkazildi. Bunda 2,54 gr yod, gazning hajmi esa 0,5 l (n.sh) ga teng bo'lib qoldi. Dastlabki aralashmadagi moddalarning hajmiy ulushlarini (%) toping.

## XI BOB. VI GURUH P-ELEMENTLARI

VI guruh p-elementlariga kislorod, oltinugurt, selen, tellur va poloniy kiradi. Bu guruh elementlari atomining tashqi qavatida 6 tadan elektron bor. Ular 2 ta elektron birlashtirishi va 6 ta elektron yo'qotishi mumkin. Shuning uchun bu elementlar +6, +4, -2 va -2 oksidlanish darajasini namoyan qiladi.

Bu guruh elementlari metallmaslardir. Metallmaslik xossasi kislorod va oltinugurtga xos. Metallik xossa poloniyga qarab kuchayadi. Bu guruh elementlarining atom radiusi poloniyga qarab ortadi, ionlanish energiyasi kamayadi.

### 11.1. Kislorod va ozon

Kislorod yer po'stlog'ida keng tarqalgan. Yer po'stlog'i tarkibining 49,4% ni kislorod tashkil etadi. U suvni, minerallar, tog' jinslari, o'simlik va tirik organizm tarkibiga kiradi. Kislorod hayot uchun zarur bo'lgan - oqsillar, uglevodlar, yog'lar, nuklein kislotalar va boshqalar tarkibiga bor.

Hayotiy muhim jarayonlar nafas olish, aminokislotalar, yog'lar, uglevodlarning oksidlanishi, chirish va boshqalar kislorod ishtirokida amalga oshadi. Tinch holatda odam bir soatda  $0,5 \text{ m}^3$  havo oladi.

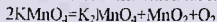
Havoning tarkibi hajm jihatidan 20,9% (massa jihatidan 23,2%) kisloroddan tashkil topgan. Havo tarkibida hajm jihatdan 78,2% (massa jihatdan 75,5%) azot, hamda qolgan 1% hajm inert gazlar va boshqa gazlardan ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) tashkil topgan. Kislorod elementi tabiatda uch xil izotopdan tashkil topgan:  ${}^8_{16}\text{O}$  (99,769%),  ${}^8_{17}\text{O}$  (0,037%),  ${}^8_{18}\text{O}$  (0,204%).

**Olinishi.** Kislorodning qaynash harorati ( $-183^\circ\text{C}$ ), azotnikidan ( $-195^\circ\text{C}$ ) yuqori bo'lgani uchun kislorod oson suyuqlikka aylanadi va birinchi bo'lib azot haydalanadi. Bu jarayonda ham kislorod ham azot olinadi. Sanoat miqyosida kislorod ana shu usulda olinadi.

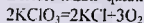
Birinchi marta kislorod K. Sheele tomonidan, so'ngra ingliz J. Priestli 1774 yilda simob oksididan olgan. Havo tarkibida kislorod borligini A. Lavuazye aniqlagan va bu gazni kislorod deb nomlagan.

Laboratoriyada va sanoatda kislorod ishqorlarning eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

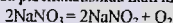
Toza kislorod olish uchun laboratoriyada kaliy permanganat qizdiriladi:



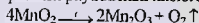
Bertole tuzini qizdirilganda parchalanishida ham kislorod olinadi:



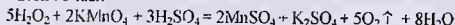
Nitratlarning harorat ta'sirida parchalanishida ham kislorod hosil bo'ladi:



Laboratoriyada  $\text{MnO}_2$  ni qizdirish paytida ham kislorod olinadi:

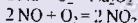
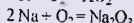
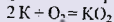


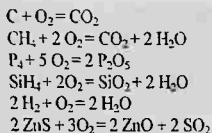
Kislotali sharoitda kaliy permanganatga vodoroo peroksidi ta'sir ettirilganda ham kislorod hosil bo'ladi:



**Fizik xossalari.** Odatdagi sharoitda kislorod rangsiz, mazasiz va hidsiz gaz moddadir. Qaynash harorati  $-183^\circ\text{C}$ . 100 ml suvda 31 ml kislorod eriydi.

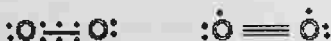
**Kimyoviy xossalari.** Kislorod oltin, platina, galogenlar va inert gazlar bilan birikmaydi. Hamma qolgan elementlar bilan ta'sirlashib, ularni oksidlaydi:





Kislorod faqat flor bilan ta'sirlanishda qaytaruvchi, qolgan hamma holatlarda u oksidlovchidir. Ko'p moddalar kislorodda yonadi. Yonish atrof muhitga yorug'lik va issiqlik chiqishi bilan boradi. Toza kislorod ishtirokida yonish yanada shiddatli boradi.

Kislorod ikki atomli molekula hosil qiladi. Kislorod molekulasini tuzlishi quyidagicha tushuntiriladi:

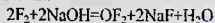


Uchta nuqta bog'lovchi orbitalardagi ikkita elektronni va bo'shashtiruvchi orbitalardagi bir elektronni ko'rsatadi. Ikkinchi formuladagi birgina nuqtalar bo'shashtiruvchi orbitalardagi elektronga tegishli. Kislorod molekulari orasidagi bog'lar kamali bo'lagani uchun O-O orasidagi bog' 0,1207 nm. Shuning uchun molekula anchagina barqaror. Uning dissotsilanish energiyasi 494 kJ/mol. Kislorod molekulasining atomlarga parchalanishi 2000 °C da sezilarli boradi.

**Kislorodning -2 o.d. birikmalari.** Bunday birikmalar H<sub>2</sub>O, oksidlar hisoblanadi. Oksidlarning turlari, ularning xossalari anorganik moddalarning sinflanishida ko'rib chiqilgan edi.

**Kislorodning -1 o.d. birikmalari.** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kabi birikmalarda O<sup>-1</sup> o.d. ga ega. KO<sub>2</sub> (K, Na, Cs) ga o'xshash peroksidlarda O<sub>2</sub><sup>-1</sup> ning o.d. -1 hisoblanadi.

**Kislorodning +2 o.d. birikmalari.** Bunday birikmalar qatoriga OF<sub>2</sub> kiradi. OF<sub>2</sub> molekulasida burchakli tuzilishga ega. Juda kuchli oksidlovchi, och sariq rangli gaz modda. U flori ishqorlar bilan ta'siridan olinadi:

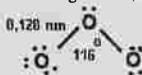


**O<sub>2</sub>F<sub>2</sub> dioksiflorid.** Qizil rangli oson uchuvchan suyuqlik. Suyuq havoda oddiy moddalarning elektr razrayadi ostida ta'sirlanishidan hosil bo'ladi. O<sub>2</sub>F<sub>2</sub> ning tuzlishi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ga o'xshab ketadi.

**Kislorodning +4 o.d. birikmalari.** Bunday birikmalar sifatida uning allotropik shakli o'zgarishi ozon olinishi mumkin. Ozonga agar quyidagicha qaralsa O<sup>+4</sup>O<sub>2</sub><sup>-2</sup>.

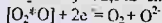
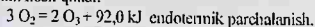
**Ozon.** Ozonni 1785 yilda Van-Marcum kuzatgan. 1840 yilda Jenbey uni yangi element deb hisoblagan. Toza ozon 1922 yilda nemis kimyogari Razenfeld va Jvab tomonidan olingan.

Ozon havo rangli, o'ziga xos badi bor gaz bo'lib zaharli modda. Suyuql. harorati -251,5°C. Qaynash harorati -112°C va zichligi δ = 1,62



Markaziy atom sp<sup>3</sup> gibridlangan, hanida chap yoki o'ng tarafdan σ va π bog' bilan bog'langan.

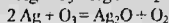
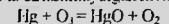
Atmosfera sharoitida elektr razryadlari ta'sirida hosil bo'ladi. Yer atrofida ozon qatlaminini hosil qiladi:



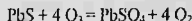
Odatda atomar kislorod hosil bo'ladigan jarayonlarda ozon hosil bo'ladi. Suvga florning ta'sir etishi, peroksidlarning parchalanishi, suvga radiatsiya ta'sir ettirilganda hamda fotokimyoviy jarayonlarda ozon hosil bo'ladi.

Ozonatorlarda kislorodga elektr razryadi ta'sir ettirilganda ham ozon olinadi.

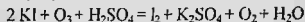
Odatdagi sharoitda kislorod ta'sirlashmaydigan metallarni oksidlaydi (Hg, Ag):



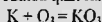
Qo'rg'oshin sulfid ham  $\text{O}_3$  ta'sirida oson oksidlanadi. Ozon maxsus asboblarda ozonator yordamida olinadi.



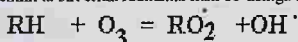
Kaliy yodid ham ozon ishtirokida kislotali muhitda oson oksidlanadi:



Kaliyga ozon ta'sir ettirilganda odatda qizil rangli kaliy ozonid hosil bo'ladi:



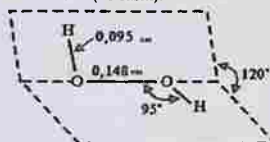
Ozon ko'p konsentratsiyada  $10^{-4}$  mg/l odam organizmiga yomon ta'sir qiladi. Undan suvni sterilash uchun ishlatiladi, chunki u bakteriyalarni o'ldiradi. Ozonning organik moddalarga oksidlovchilik ta'siri erkin radikallar hisil bo'lishiga asoslangan:



Radikallar hosil bo'lishi lipidlar, oqsillar, DNK tarkibida zanjir reaksiyalariga olib kelib, hujayralarning halok bo'lishiga olib keladi.

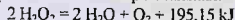
Vodorod peroksidi va uning xossalari. Vodorod peroksid  $\text{H}_2\text{O}_2$  rangsiz, siropga o'xshagan suyuqlik. Zichligi  $d=1,4633 \text{ g/sm}^3$ , Suyuqlanish harorati  $T_{\text{suyq}}=0,43^\circ\text{C}$ , 26 mm simob ustuni bosimida qaynash harorati  $T_{\text{qayn}}=68^\circ\text{C}$ , 65 mm sim. ustunida  $85^\circ\text{C}$ , atmosfera bosimida  $T_{\text{qayn}}=150,2^\circ\text{C}$ .

H - O - O - H. Vodorod molekulasining struktura formulasi 16-rasmda keltirilgan. H-O orasining uzunligi 0,095 nm, O-O orasidagi masofa 0,148 nm ga teng. H-O-O bog'lari orasidagi burchak  $95^\circ\text{C}$  ni tashkil etadi (16-rasm).

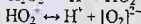
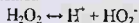


16-rasm. Vodorod peroksid molekulasining tuzilishi.

Vodorod peroksid beqaror birikma. Oson parchalanadi:



$151^\circ\text{C}$  da vodorod peroksid portlaydi. Suvli eritmalarda vodorod peroksid kuchsiz kislota va 2 bosqichda dissotsiatsiyalanadi.

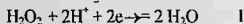
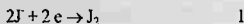
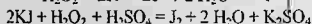
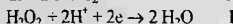
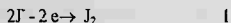
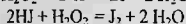
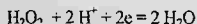


$\text{H}_2\text{O}_2$  nordon va asosli tuzlar hosil qiladi.  $\text{NaHO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$

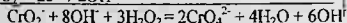
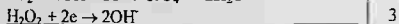
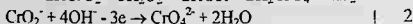
$\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalarni namoyon qiladi.  $\text{H}_2\text{O}_2$  kislorodga qaraganda kuchliroq oksidlovchi hisoblanadi.

**Oksidlovchilik xossalari.**  $\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchi bo'lganda:

1. Kislotali muhitda  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{H}^+$  ionlari bilan birikib suv molekulasini hosil qiladi.

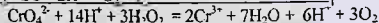
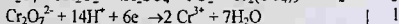
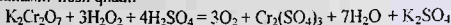


2. Neytral va ishqoriy muhitda oksidlovchi  $\text{H}_2\text{O}_2$  2ta elektron biriktirib  $\text{OH}^-$  ionlarini hosil qiladi.

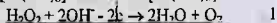
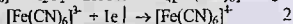
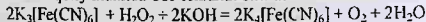


**Qaytaruvchilik xossalari.** Vodorod peroksid  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{CrO}_3$  kabi oksidlovchilar bilan qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi.

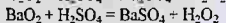
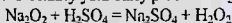
1. Kislotali va neytral muhitda vodorod peroksid 2ta elektron berib, vodorod ionlari va kislorod molekulasini hosil qiladi.



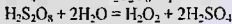
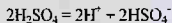
2. Neytral va ishqoriy muhitda  $\text{OH}^-$  ionlarini biriktirib suv va kislorod hosil qiladi.



**Olinishi.** Vodorod peroksid natriy yoki bariy peroksidlarga kislota ta'sir ettirib olinadi.



Dunyoda ishlab chiqariladigan vodorod peroksidlarning 30%i 50%li sulfat kislotalari elektroliz qilish orqali olinadi.



## 11.2 Oltिंगugurt guruhchasi elementlari

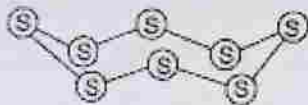
Oltिंगugurt birikmalari (masalan sulfat kislota) sanoat va amaliy kimyoda keng miqyosda ishlatiladi va shu bilan birgalikda uning azot, fosfor va halogenli noodatiy birikmalari alohida ahamiyatga ega. Selen va tellur birikmalari birmuncha cheklanganligiga qaramay, ularni oltिंगugurt birikmalarining mantiqiy davomchilari sifatida qarash bo'ladi. Poloniyning barcha izotoplari radioaktiv, va uning birikmalari ishlatilish sohasida yoki savdo-sotiqda kam ahamiyatga ega deb qaraladi.

**Tabiatda tarqalishi.** Oltinugurt ming yillardan buyon ma'lum bo'lgan va ishlatilib kelingan. Bunga asosiy sabab vulqon sodir bo'lgan joylarda elementning sof holatda tarqalgandir (Masalan: O'rta er dengizi, Meksiko, Chili va Yaponiya). Tarixdan shu maskanda istiqomat qilgan odamlar oltinugurtni turli xil maqsadlarda ishlatishgan. Tabiatda tarkibida oltinugurt tutgan bir nechta mineralarni uchratishimiz mumkin, shu o'rinda galenit (PbS), rux yaltirog'i (ZnS), kinovar (HgS), pirit (FeS<sub>2</sub>), gips (CaSO<sub>4</sub>), va xalkopirit (CuS<sub>2</sub>). Qora porox tarkibi oltinugurt, ko'mir va kaliy nitrat aralashmasi ming yillar oldin qurol sifatida ishlatilgan.

Tellur 1782 yilda Baron F.J. Myuller von Reichenstein tomonidan kashf etilgan va selen esa Berselius tomonidan 1817 yilda kashf etilgan. Poloniyni 1898 yilda Mariya Kyuri tomonidan kashf qilindi va uning nomi element aniqlangan vatan sharafiga atab qo'yilgan (Polsha). Tellur nomi lotincha so'zdan olingan bo'lib, "tellus" - "er" degan ma'oni anglatadi va selen esa yunoncha so'zdan olingan bo'lib, "selene", ya'ni "oy" degan ma'noni anglatadi. U zining tarkibida oltinugurt tutgan moddalar, shuningdek, kam miqdorda selen va tellur ham saqlaydilar va bu birikmalar elementlar asosiy manbai hisoblanadi. Misni elektrolitik qayta ishlash jarayonida, anodda ba'zan selen va tellurlarni ham ajratib olish mumkin. Oltinugurt elementining ulkan zahiralari (Texas va Lousina shtatlarida) topilgan va element asosan uch quvurga asoslangan Frash usuli orqali olinadi. Bu jarayonda, oltinugurt (119 °C da suyuqlanadi) birinchi quvur orqali yuborilgan qaynoq suv bug'lari yordamida oltinugurt suyuqlantirilayotgan vaqtda, ikkinchi quvur orqali yuqori bosim ostidagi havo er tubiga, oltinugurt olinayotgan joyga yuboriladi va natijada uchinchi quvurdan toza holdagi suyuq oltinugurt ajralib chiqadi.

Xossalari. S<sub>8</sub>  $\xrightarrow{\Delta, 112.8}$  suyuqlanish (sariq suyuqlik)  $\xrightarrow{\Delta, 250}$  S<sub>3</sub> halqa ochiladi, chiziqli molekullar hosil bo'ladi, qora yopishqoq massa hosil bo'ladi  $\xrightarrow{\Delta, 300}$  atomlarga ajralishi S<sub>8</sub> → S<sub>4</sub> → S<sub>2</sub> (harakatchan holdagi suyuqlikka aylanadi)  $\xrightarrow{\Delta, 444.6}$  qaynash (oltinugurt qaynay boshlaydi) sariq-jigarang bug'lar hosil bo'ladi. Bular S atomlaridir  $\xrightarrow{\text{qaynash}}$  hanuma bosqichlar boshqatdan qaytariladi.

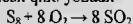
Oltinugurt odatda rombsimon shaklida uchraydi, qariyb 105 °C haroratgacha barqarorligini saqlab qoladi. Bu temperaturadan yuqoriroqda esa monoklinik tuzilish barqaror hisoblanadi. Suyuq holatdagi oltinugurtmi suvuq suvga quyib, uni tez sovutish orqali, oltinugurtning plastik modifikatsiyasini olish mumkin, biroq vaqt o'tishi bilan u yana rombsimon shakliga o'tadi. Molekulyar holatda, element S<sub>8</sub> ko'rinishda uchraydi va quyidagicha tuzilishga ega.



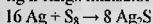
Oltinugurt bug' holatida S<sub>8</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>4</sub>, va S<sub>2</sub> (O<sub>2</sub> o'xshagan holda paramagnit) kabi aralashmalardan iborat bo'ladi. S<sub>8</sub> molekulasi qutbli bo'lmaganligi sababli, qutbsiz erituvchilarda CS<sub>2</sub> va C<sub>6</sub>N<sub>6</sub>, yaxshi eriydi. Selen molekulasi ham o'z tarkibida sakkizta atomi saqlaydigan siklik molekula hisoblanadi. Biroq, tellur tipik metall sifatida qaraladi. Ularning bug'lari ham, oltinugurt singari 2, 6 yoki 8 atom tutgan molekullardan tashkil topgan. Har ikkisi ham yaxshi yarimo'tkazgichlar hisoblanadi va selen tozalovchi vosita sifatida foydalaniladi. Selen yengil hisoblagich sifatida ham foydalanilar edi, ammo hozirgi kunda boshqa turli sezgir hisoblagichlar mavjud ekanligi aniqlangan va foydalanilmoqda.

Suyuq oltingugurt o'ziga hos xususiyatga ega, ya'ni harorat ortishi bilan uning yopishqoqligi ham ortib boradi va 170-180°C oralig'ida o'zining maksimum qiymatiga erishadi. Yuqori haroratda, esa uning yopishqoqligi harorati ortishi bilan kamayib boradi. S<sub>8</sub> molekula tarkibidagi bog'lar uzila boshlagan vaqtda, bog'lar o'zaro birikib uzun zanjirli agregatlar hosil bo'ladi. Haroratni oshirish davom ettiriganda, uzun zanjirlar yana uzila boshlaydi va modda yopishqoqligi kamayadi. Selen ushbu o'zgacha xossani o'zida namoyon qilmaydi.

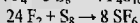
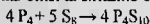
Oltungugurtning turli xil birikmalari, turli xil maqsadlarda foydalanilishiga qaramay, bu elementning asosiy qismi (85%) sulfat kislota olish uchun foydalaniladi va shu sintez qilingan kislotalarning qariyb uchdan ikki qismi esa o'g'it sifatida ishlatiladi. Oltungugurtning reaksiyon qobiliyati yuqoridir, shu boisdan u ko'pgina boshqa elementlar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan, havoda ko'k rangli alanga hosil qilib yonadi.



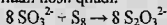
Oltungugurt kumush bilan qo'ng'ir rangli mahsulot hosil qiladi.



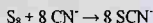
Oltungugurt fosfor va galogentlar bilan ta'sirlashib binar birikmalar hosil qiladi.



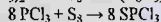
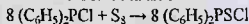
Bundan tashqari, oltungugurt turli-xil moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan, u sulfit kislota bilan ta'sirlashib tiosulfatni hosil qiladi.



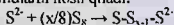
Oltungugurtni sianid tuzlariga qo'shish orqali tiotsianat (rodanid) sintez qilinishi mumkin.



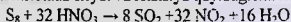
S<sub>8</sub> fosforning quyi valentli turli xil birikmalari bilan ham reaksiyaga kirishadi:



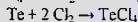
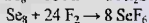
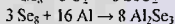
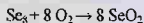
Oltungugurt ketanatsiya hossasini o'zida mujassamlashtirganligi sababli, sulfid erimarlari bilan ta'sirlashib polisulfidlarni hosil qiladi.



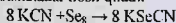
Shu hossasi bilan oltungugurt iodni (iod molekularining o'zaro ta'siridan poliodidlarning hosil bo'lishi) eslatadi. Oltungugurt hatto uglevodorodlar tarkibidagi vodorod atomlarini ham siqib chiqarib, C-C bog' hosil qiladi va natijada H<sub>2</sub>S hosil bo'ladi. Oltungugurt issiq konsentrlangan nitrat kislota da eriydi va reaksiya quyidagicha ketadi.



Quyidagi reaksiya tenglamalarida selen va tellurning oltungugurt kabi xossalarni namoyon etishi keltirib o'tilgan.



Biroq, selen va tellur vodorod bilan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlashmaydi, shu sababdan bu elementlarning vodorodli birikmalari dastavval metal bilan ta'sirlashtirib, so'ngra hosil bo'lgan birikmani kislota da eritib olinadi. Selen va tellur sianidlar bilan reaksiyaga kirishib mos ravishda selenotsianatlar va tellurotsianatlar hosil qiladi.

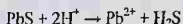


**Vodorodli birikmalari.** VIIA guruh elementlari asosan H<sub>2</sub>E formulaga ega vodorodli birikmalarni hosil qiladi.

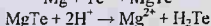
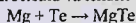
Oltinugurt atomlari ketanatsiya xossasiga egaligi sababli, bu elementning bir necha vodorodli birikmalari mavjud, bunday birikmalarda oltinugurt o'zaro bog'lanib uzun zanjir hosil qiladi, vodorod atomlari esa terminal oltinugurt atomiga bog'langan bo'ladi. Masalan,  $H_2S_2$  (suyuqlanish temperaturasi  $-88^\circ C$ , qaynash temperaturasi  $74.5^\circ C$ ) va  $H_2S_6$ . Ushbu turdagi birikmalar sulfanlar deb ataladi.

$H_2O$  molekulasining  $H_2E$  tarkibli boshqa birikmalarga qaraganda yuqoriroq qaynash temperaturasiga ega ekanligi, suvdagi kuchli vodorod bog'lanish bilan tushuntiriladi. Hosil bo'lish issiqligiga ko'ra, bu elementlar vodorodli birikmalarining turg'anligi guruhda yuqoridan pastga tushishi bilan kamayib boradi. Bu hodisa yuqoridan pastga tushish bilan elementlarning radiusi ortishi va vodorod atomining 1s orbitali bilan elektron taqsimlanish qiyinlashishi bilan tushuntiriladi.  $SHu$  yo'nalishda vodorodli birikmalarning kislotalik xossasi ham ortib boradi. Suv molekulasining bog' burchagi  $sr^3$  gibrid orbitalarining qiymatiga yaqin natijani ko'rsatadi, biroq guruhning boshqa elementlar vodorodli birikmalaridagi valent burchak  $90^\circ$  atrofidagi qiymatlarni qabul qiladi.

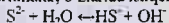
Vodorod sulfid turli xil yo'llar orqali olinishi mumkin. Shulardan eng oddiy metall sulfidiga kislota ta'sir etirib, bu maqsadda ko'pincha qo'rg'oshin sulfiddan (galen)dan foydalaniladi.



Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, selen va tellurning vodorodli birikmalarining hosil bo'lish effektlari, shu birikmalarni elementlardan sintez qilinishiga yo'l qo'yilmaganligi sababli, ularning vodorodli birikmalari tegishli selenid va telluridlarga kislota ta'sir etirib turib olinadi.



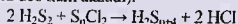
$H_2E$  tarkibli birikmalar suvda oz miqdorda dissotsiyalanadi, biroq ikkinchi bosqich juda sekin boradi. Tarkibida  $E^{2-}$  tutgan eritmalar, o'zlarida ishqoriy hossani namoyon qiladi.



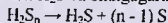
**Poliatomli birikmalari.**  $H_2S_n$  tarkibli birikmalar ( $n$  ning qiymati 2-8 oralig'ida) sulfanlar deb nom olgan va sulfan tarkibidagi oltinugurt atomlari soni old qo'shimcha sifatida sulfan nomiga qo'shib aytiladi ( $H_2S_3$  trisulfan,  $H_2S_6$  is geksasulfan va hokazo).



Uzun zanjirli sulfanlar  $H_2S_2$  molekulasiga, disulfur dixlorini  $S_2Cl_2$  ta'sir ettirib ham olinadi (oltinugurt monoklorid deb ham ataladi).

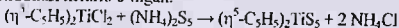


Sulfanlar termodinamik jihatdan  $H_2S$  va oltinugurtlarga parchalanishga moyildir.

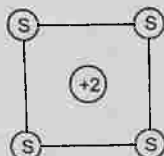


Metall polisulfidlarni olish uchun metallning ammiakdagi eritmasi mo'l miqdordagi oltinugurt bilan ta'sirlashtiriladi yoki metall sulfid suyuqlanmasining oltinugurt bilan ta'siri natijasida olinadi.

Polisulfid anionlari metallar bilan koordinatsion birikmalar hosil qiladi va shunday birikmalarda ular bivalent ligand hisoblanadi. Masalan, quyida  $S_5^{2-}$  ionining titan bilan hosil qilgan kompleks birikmasi keltirib o'tilgan.



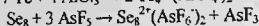
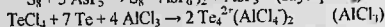
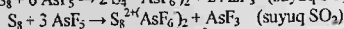
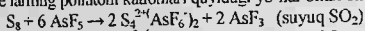
S, Se yoki Te tarkibli kationlar bir necha asrlar buyon ma'lum bo'lgan.  $SHu$  birikmalar orasida  $S_4^{2+}$  alohida o'ringa ega bo'lib to'rtburchak ko'rinishiga ega va quyida uning struktura formulasi tasvirlangan.



S, 198 (204) pm  
Se, 228 (234) pm  
Te, 266 (284) pm

Values in parentheses  
are single bond lengths

S, Se, yoki Te larning poliatom kationlari quyidagi yo'llar bilan olinishi mumkin:



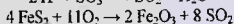
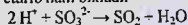
$S_4^{2+}$ ,  $Se_4^{2+}$  va  $Te_4^{2+}$  planar tuzilishga ega bo'lishiga qaramay,  $S_8^{2+}$ ,  $Se_8^{2+}$  va  $Te_8^{2+}$  lar bir tekislikda joylashmaydi va quyidagicha tuzilishga ega.



Bundan tashqari bu elementlarning  $S_{10}^{2+}$ ,  $Se_{10}^{2+}$  va  $Te_8^{2+}$  tarkibli kationlar ham ma'lumdur.

**Kislorodli birikmalari.** Oltungurtning turli xil kislorodli birikmalari  $S_2O$ ,  $S_6O$ ,  $S_2O$ ,  $S_7O_2$ , va  $SO$  mavjud bo'lib, ularning asosiy ishlatilish sohasi yo'q.  $SHu$  kabi oksidlarda bir yoki bir nechta kislorod atomlari oltungurt tutgan halqadagi atomlarga bog'lanishi bilan hosil bo'ladi. Selen va tellur oltungurt kabi kislorod bilan turli xil oksidlar namoyon qilmaydi, bu elementlarning dioksidlari ko'p maqsadlarda foydalanilishi mumkin.

Oltungurt (II) oksidi muzlatgichlarda, dizenfeksiyalovchi vosita sifatida va shu kabi maqsadlarda ishlatilishidan tashqari ishlatilishidan tashqari, uning asosiy qismi sulfat kislota olish uchun sarflanadi.  $SO_2$  oltungurtli birikmalarni yondirilishidan olinishidan tashqari, sulfidli birikmalarga kislota ta'sir ettirib ham olinadi.

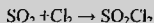


$SO_2$  ning qaynash temperaturasi  $-75.5^\circ C$  bo'lishiga qaramay,  $SeO_2$  va  $TeO_2$  lanning qaynash temperaturallari mos ravishda  $340$  va  $733^\circ C$  dir. Bunday sezilarli darajadagi farq, molekula tarkibidagi kinyoviy bog'lar o'rtasidagi tafovut bilan tushuntiriladi. Gaz holidagi  $SO_2$  molekulaga ikki hil rezonans formula taklif etishimiz mumkin.



$SO_2$  turli xil organik birikmalarga (aromatik uglevodorodlar, alifatik uglevodorodlarga nisbatan yaxshiroq eriydi) yaxshi erituvchi vosita sifatida foydalaniladi.  $SO_2$  molekula bir vaqtning o'zida ham Lyuis kislota, ham Lyuis asosi xossalarni namoyon etadi.

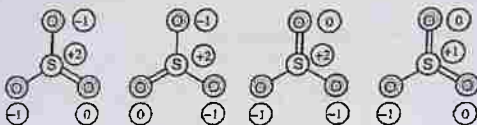
Oltungurt dioksidi  $PCl_5$  bilan ta'sirlashib, tionil xlorid va  $SOCl_2$  larni hosil qiladi.  $SO_2$  ning to'g'ridan-to'g'ri  $Cl_2$  bilan ta'sirlashishidan sulfuril xlorid olinadi.



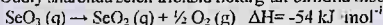
SO<sub>2</sub> ning oksidlanishidan olingan SO<sub>3</sub> ning asosiy qismi sulfat kislotaga olish uchun ishlatiladi. SO<sub>3</sub> molekula trimer (SO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> ko'rinishida bo'ladi, lekin kristal ko'rinishida turlicha tuzilishga ega bo'lishi mumkin.



Yuqoridagi struktura ((SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>)<sup>6-</sup> va ((PO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>)<sup>3-</sup> ionlari bilan izoelektron hisoblanadi. Gaz holatida SO<sub>3</sub> molekula trigonal planar tuzilishga ega bo'lib, turli xil rezonans strukturalari mavjud.

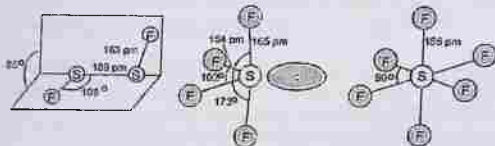


Oddiy sharoitda selen trioksid noturg'un birikma hisoblanadi.



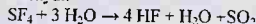
Shu boisdan, SeO<sub>3</sub> molekulasida H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> ning degidradlanishidan yoki N<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> ning SO<sub>3</sub> ga ta'siri natijasida olinishi mumkin. Te(ON)<sub>6</sub> ning degidradlanishidan TeO<sub>3</sub> olinadi. SeO<sub>3</sub> ham, TeO<sub>3</sub> ham savdo-sotiqda hech qanday ahamiyatga ega emas.

**Galogenli birikmalari.** VII guruh elementlari galogenlar bilan turli xil birikmalar hosil qilib, ularning asosiy qismi floridlar va xloridlardir. S<sub>2</sub>F<sub>2</sub> molekula strukturasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ga o'xshash, SF<sub>4</sub> nosimmetrik tetraydr, SF<sub>6</sub> esa muntazam oktaedr tuzilishlariga ega.

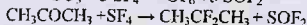
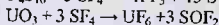
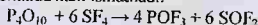


Shu kabi odatiy florli birikmalardan tashqari, tarkibida S-S bog' saqlovchi S<sub>2</sub>G<sub>2</sub>, SG<sub>2</sub> va S<sub>2</sub>G<sub>10</sub> lami ham uchratishimiz mumkin.

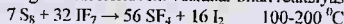
SG<sub>4</sub> suvda gidrolizga uchraydi.



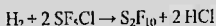
SG<sub>4</sub> florlovchi agent sifatida ham ishlatiladi.



SG<sub>4</sub> oltinogurtning turli xil florlovchi vositalar bilan reaksiyasi orqali olinadi.

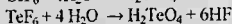
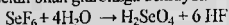


S<sub>2</sub>G<sub>10</sub> ni quyidagi yo'l bilan olishimiz mumkin.

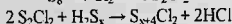
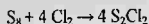


$\text{S}_2\text{G}'_{10}$  ning reaksiya qobiliyati  $\text{SG}'_6$  dan ham kuchliroqdir.

$\text{SG}'_6$  va  $\text{TeG}'_6$  suvda sekin bilan gidrolizga uchraydi.



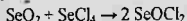
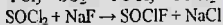
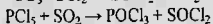
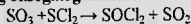
Olingugurtning xlor bilan hosil qilgan muhim binar birikmalariga  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  va  $\text{SCl}_2$  lami misol qilib keltirsak bo'ladi. Ular keng doiradagi ishlatilish sohasiga ega bo'lib,  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  ning asosiy qismi. rezinani vulqonlashda ishlatiladi. Bu birikma olingugurtning xlorlash yo'li bilan olinadi.



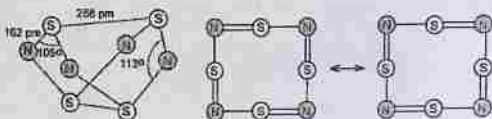
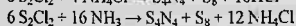
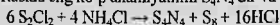
Terminal holatda xlor atomi tutgan uzun zanjirli birikmalar olish quyidagicha olib boriladi.



**Olingugurt va selening oksogalogenidlari.**



**Azotli birikmalari.** Olingugurt azot bilan bir necha xil binar birikmalar hosil qiladi va ular o'rtasida eng ko'p ahamiyatli  $\text{S}_4\text{N}_4$  dir va bu birikma quyidagicha olinadi.



**1-masala.** Ma'lumki sanoatda sulfat kislotada ishlab chiqarish olemli usulda yani 100 % li sulfat kislotada  $\text{SO}_3$  dastlab yuttirilib, so'ngra bu eritma suv bilan asta-sekin suyultirib boriladi. Avval konsentrlangan kislotada eritmasi so'ngra suyultirilgan kislotada eritmasi olinadi va maqsadga ko'ra suyultirish orqali turli xil konsentratsiyali eritmalar tayyorlanadi. 21,6 % li olemning 100 g miqdoridan 52,43 % li suyultirilgan sulfat kislotada eritmasini tayyorlash uchun qancha hajmdagi suv bilan suyultirish lozim.

**Yechish.** Agar 100 g miqdordagi olemda 21,6 g  $\text{SO}_3$  va qolgan 78,4 g (100-21,6)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lsa, unda 78,4 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uchun qancha suv kerakligini aniqlaymiz.

52,43 % li eritma tayyorlash uchun:

52,43 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ——— 47,57 g suv kerak

78,4 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ———  $m_1$  g suv kerak

$m_1 = 78,4 \cdot 47,57 / 52,43 = 71,13$  g.

$\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$  tenglamadan:

21,6 g  $\text{SO}_3$  bilan 4,86 g suv ( $m_2 = 21,6 \cdot 18/80$ ) birikib 26,46 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hosil bo'lishini (21,6 · 98/80) hisoblaymiz. Yana 26,46 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uchun 52,43 % li kislotada eritmasini tayyorlashda qancha massa suv lozimligini topamiz:

52,43 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ——— 47,57 g suv kerak

26,46 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ———  $m_3$  g suv kerak

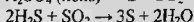
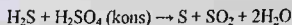
$$m_3 = 26,46 \cdot 47,57 / 52,43 = 24,01 \text{ g.}$$

Umumiy suv miqdorini hisoblasak:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = m_1 + m_2 + m_3 = 71,13 + 4,86 + 24,01 = 100\text{g}$$

**2-masala.** Noma'lum A gaz konsentrlangan sulfat kislotaga ishtirokida oksidlanganda oddiy B modda, murakkab C modda va suv hosil bo'ldi. A va C moddalar o'zaro reaksiyaga kirishib cho'kma B moddani hosil qiladi. Noma'lum moddalarni aniqlang va tegishli reaksiya tenglamalarini keltiring.

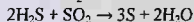
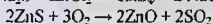
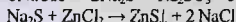
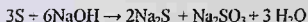
**Yechish.**



Javob: A -  $\text{H}_2\text{S}$ , B - S, C -  $\text{SO}_2$ .

**3-masala.** Issiq natriy ishqori eritmasida oltinugurt eritildi. Oltin eritmaga rux xlorid qo'shildi, bunda hosil bolgan cho'kma ajratib olindi va kislorodda yondirildi. Bunda hosil bo'lgan gaz vodorod sulfid bilan ta'sirlashadi. Ushbu jarayonlarni amalga oshirishga imkon beradigan reaksiya tenglamalarini keltiring.

**Yechish.**



### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Kislorod; umumiy tavsifi, allotropik turlari. Kislorod va ozonning fizikaviy va kimyoviy xossalari. Kislorod molekulasining tuzilishini VBU va MOU nazariyalari asosida tushuntiring. Ozon molekulasining tuzilishi. Kislorod va ozonning oksidlovchilik xossalari. Metall va metallmaslar bilan reaksiyalari. Kislorod va ozonning olinish usullari va qo'llanishi.

2. Vodorod peroksidi, molekulasining tuzilishi. Olinishi. Barqarorligi. Xar xil muhitda oksidlovchilik - qaytaruvchilik xossalari. Qo'llanishi.

3. Oltinugurt va selen guruhchasi elementlarining tabiatda tarqalishi. Oltinugurtning allotropik holatlari. Oltinugurt va selen guruhchasi elementlarining oddiy moddalarining xossalarni o'zgarishi.

4. Oltinchi guruh asosiy guruhchasi elementlarining vodorodli birikmalari va ularning xossalarni (molekularining tuzilishi, qublanganligi, barqarorligi, kislotalik va qaytaruvchilik) o'zgarishi.  $\text{H}_2\text{S}$  ning laboratoriyada olinishi. Polisulfidlar, xossalari. Sulfanlar, xossalari. Oltinugurtning galogenidlari, xossalari.

5. S. Se va Te larning IV oksidlari, molekularining tuzilishi. Sulfat, selenit va tellurit kislotalar va ularning qatorida kislotalik va oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalarni o'zgarishi. Ularning tuzlari. S. Se va Te larning VI oksidlari, molekularining tuzilishi. Sulfat - tellurat kislotalar qatorida kislotalik va oksidlovchilik xossalarni o'zgarishi. Ortotellurat kislotasi, tuzilishi, xossasi. Suyultirilgan va konsentrlangan sulfat kislotasining xossalari.

6. Oltinugurtning peroksokislotalari, ularning oksidlovchilik xossalari, olinishi. Tio- va polition kislotalar, ularning tuzlari. Oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari. Olinishi.

### Savol va topshiriqlar

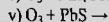
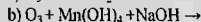
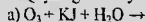
1. Kislorod sanoatda qanday olinadi? Uni laboratoriyada olinish asosiy usullarini keltiring. Tegishli reaksiyalarini yozing.

2. «Qaldiroq» gaz - nima? U nima sababdan xavfli?

3. Quyidagi ionlardan qaysi biri eng barqaror bo'ladi va nima uchun:  $O_2^+$ ,  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ .

4. Ozon ishtirokida o'tadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida shartli ravishda qanday modda hosil bo'ladi?

5. Quyidagi reaksiyalar tenglamasini tugallang:



6. KI eritmasidan 40,6 l ozonli havo o'tkazilganida 32,2 g yod ajralib chiqdi. Ushbu havodagi ozon va kislorodlarning hajmiy ulushini aniqlang.

7. Ishqoriy metallarning qattiq holdagi gidroksidlariga ozon ta'sir qilinganda ozonidlar hosil bo'ladi. Ularning olinishi, suv bilan o'zaro ta'sirlashuvi, parchalanish reaksiyalari tenglamasini yozing.

8. Kislorodning vodorodli birikmalari ( $H_2O$  va  $H_2O_2$ ) xossalari taqqoslang. Ularning tuzilishi va xossalarda qanday o'xshashlik va farqlar bor?

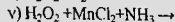
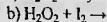
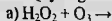
9. H-O bog'larining  $H_2O_2$  molekulasida qanday joylanishi uning dipol momentiga ega bo'lishiga sabab bo'ladi?  $H_2O_2$  molekulasi vodorod bog'larini hosil qilishda ishtirok etishi mumkinmi?

10. Vodorod peroksidning hosil bo'lish standart entalpiyasi  $\Delta H^\circ < 0$  bo'lishiga qarunay, uuning standart sharoitda o'z-o'zicha parchalanishini qanday tushuntirish mumkin?

11. Vodorod peroksidning kislota-asos xossalari sababini tushuntiring. Tegishli kimyoviy reaksiyalar misollarini keltiring.

12. Qanday reaksiyalarda vodorod peroksidi bir vaqtning o'zida ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi funksiyalarini ko'rsatadi? Bunday reaksiyalar qanday turiga tegishli?

13. Quyidagi reaksiyalar tenglamasini tugallang:

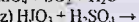
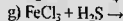
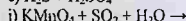
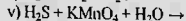
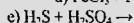
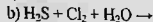
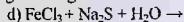
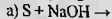


14. S - Se - Te - Po qatorida ionlanish potentsiali va elektronga moyillikning o'zgarishini tushuntiring.

15. Qanday oksidlanish darajasida oltinugurt faqat oksidlovchi yoki faqat qaytaruvchi bo'la oladi?

16. Vodorod sulfid, oltinugurt (IV) oksid va oltinugurt (VI) oksidlaning MO diagrammasini ketirishirish orqali magnit xossalari izohlang.

17. Quyidagi reaksiyalarni tugallang va tenglashing:

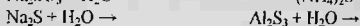
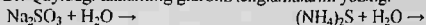


18. Quyidagi birikmalarni nomlab, ularning struktura formulalarini chizing.  $Na_2S_2O_2$ ;  $Na_2S_4O_6$ ;  $Na_2S_2O_3$ . Qaysi birikmada kislorod atomlari o'zida bog'langan?

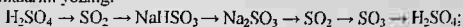
19. Sulfid, sulfit va sulfat ionlarni aniqlashning sifat reaksiyalarini molekular va ionli shakllarda yozing.

20. ZnS va PbS larni almashinish reaksiyalari yordamida olish mumkin bo'lgani holda  $Al_2S_3$  va  $Cr_2S_3$  larni bunday reaksiyalarda hosil qilib bo'lmavligini tushuntiring.  $Al_2S_3$  va  $Cr_2S_3$  larni qanday qilib olish mumkin?

21. Quyidagi tuzlarning gidroliz tenglamalarini yozing.



22. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon beradigan reaksiya tenglamalarini yozing:



23.  $H_2S$  ni quritish uchun konsentrlangan sulfat kislotani ishlatish mumkinmi? Javobingizni izohlang.

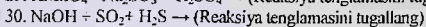
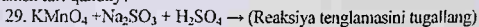
24. Xlorid kislotaning temir va mis sulfidlariga har xil ta'sirini qanday tushuntirish mumkin?

25. FeS ga HCl va konsentrlangan nitrat kislotalar tasir qilinganda qanday moddalar hosil bo'ladi? Reaksiyalar tenglamalarini yozing.

26.  $Al_2S_3$  va  $Na_2S$  larning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini yozing.

27.  $H_2S$  galogenlar hamda kaliy permanganat va kaliy bixromatlarning kislotali eritmaları bilan ta'sirlashganda qanday xossani namoyon qiladi? Reaksiyalar tenglamasini yozing.

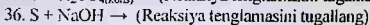
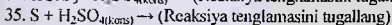
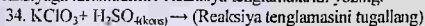
28.  $SO_2$  va  $SO_3$  molekulasining tuzilishi va markaziy atomlar orbitalarining gibridlanish turi qanday?



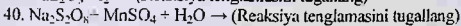
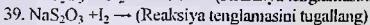
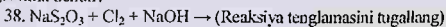
31. IV va VI oksidlanish darajasida S - Se - Te elementlar qatoridagi kislorodli kislotalarning kuchi qanday o'zgaradi?

32.  $K_2SO_3$  va  $K_2SeO_3$  tuzlaridan qaysi biri bir xil molyar konsentratsiyalik eritmada chuqurroq gidrolizga uchraydi?

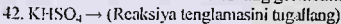
33. Temir, pyx va mis sulfat kislotasining suyultirilgan va konsentrlangan eritmaları bilan reaksiyaga kirishadimi? Reaksiya tenglamalarini yozing.



37. Quyidagi tuzlardan eng termik barqarorini ko'rsating:  $Na_2SO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CaSO_4$ . Nima uchun?



41. Ortotellurat kislotasi molekulasining geometrik shakli qanday?



43.  $Na_2SO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $Na_2S$ ,  $Na_2SO_3$ ,  $Na_2S_2O_3$  farga kislotasi qanday tuzlar gaz ajratib chiqaradi? Reaksiyalar tenglamasini yozing.

44. Nima uchun  $H_2SO_5$  va  $H_2S_2O_8$  kislotalar har xil negizli bo'lishini tushuntiring.

45. Quyidagi kislotalardan qaysi birlari izopolikislotalarga, qaysi birlari - geteropolikislotalarga qarashli:  $H_2S_3O_6$ ,  $H_2S_4O_6$ ,  $H_2S_2O_7$ ,  $H_2S_3O_{10}$ ,  $H_2S_2O_5$ ,  $H_2S_2O_3$ . Ushbu kislotalarni nomlang.

## XII BOB. V GURUH p-ELEMENTLARI

V guruh p-elementlariga azot, fosfor, mishyak, surma va vismut kiradi. Bu guruhli elementlari atomining tashqi qavatida 5 tadan elektron bor. Ular 3 ta elektron birlashtirishi va 5 ta elektron yo'qotishi mumkin. Shuning uchun bu elementlar +5, +3 va -3 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Bu guruhli elementlari metallmaslardir. Metallmaslik xossasi azot va fosforga xos. As, Sb va Bi metallmaslik xossalari bilan birgalikda metall xossalarini ham namoyon etib, metallik xossasi vismutga qarab kuchayadi. Bu guruhli elementlarining atom radiusi vismutga qarab ortadi, ionlanish energiyasi kamayadi.

### 12.1. Azot va uning birikmalari

**Azot (Nitgenium).** Azot 1772 yilda Rezerford tomonidan ochildi. Uni 1774 yilda A.L.Lavuaze "Azot" deb atagan. Tabiatda ko'p tarqalgan kimyoviy element hisoblanadi. Azot yer shari atmosferasining asosiy qismini tashkil qiladi. U havoda hajm jihatdan 75,6 % dan 78,2 % gacha boradi. Havodagi azotning hissasi 75,53 % ni tashkil etsa, yer po'stlog'idagi miqdori (gidrosfera va atmosferani ham qo'shilganda) 0,04 % gacha boradi.

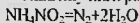
Azotning eng muhim birikmalaridan  $\text{NaNO}_3$  Chili selitrasidir. Bundan tashqari  $\text{KNO}_3$  - Hind selitrası ham uchraydi. Azot ko'pgina muhim organik birikmalar tarkibiga kiradi.

Tabiatda azotning ikkita izotopi bor:  ${}^{14}\text{N}$  (99,635%) va  ${}^{15}\text{N}$  (0,365%).

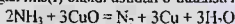
**Fizik xossalari.** Azot rangsiz, hidsiz gaz. Bir litr suvda 23,3 ml azot eriydi. Uning qaynash harorati  $-198^\circ\text{C}$ . Azot molekulasida juda barqaror hatto  $3000^\circ\text{C}$  da ham parchalanmaydi (1% atrofida parchalanadi).

**Olinishi.** Sanoatda havodan fraksion haydash olinadi. Haydash paytida avval azot ( $-195^\circ\text{C}$ ), so'ngra kislorod haydaladi ( $-183^\circ\text{C}$ ). Olingan azot tarkibida oz miqdorda kislorod aralashgan bo'lib, uni tozalash uchun gazlar aralashmasi qizdirilgan mis qirindilaridan o'tkaziladi.

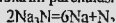
Laboratoriyada azot olish uchun ammoniy nitrit parchalanadi:



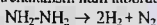
Agar ammiak qizdirilgan mis(I) oksidi ustidan o'tkazilsa ham azot hosil bo'ladi



Eng toza azot metallarning nitridlarini parchalash orqali olinishi mumkin:



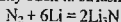
Gidrazinning qizdirilganda parchalanishi ham laboratoriyada azot olishga imkon beradi<sup>1)</sup>



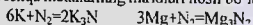
**Kimyoviy xossalari.** Azot molekulasida ikki atomli ( $:\text{N}=\text{N}:$ ). Molekulaning atomlarga parchalanish energiyasi 940 kJ/mol.  $3000^\circ\text{C}$  da faqat 0,1% parchalanadi. U inert gazlarga o'xshab kimyoviy raksiyalarga kirishmaydi

Lekin ba'zi mikroorganizmlar azotni o'zlashtirish xossasiga ega, bunda murakkab organik o'g'it hosil bo'ladi.

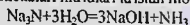
Odatdagi haroratda azot faqat litiy bilan ta'sirlashadi va uning nitridini hosil qiladi:



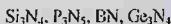
Qizdirilganda oson boshqa metallarning nitridlari hosil bo'ladi:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari nitridlari kristall moddalar suvda oson gidrolizlanadi:

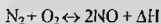


Metallardan tashqari nitridlar metallomaslar bilan ham hosil bo'ladi:

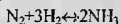


2000-3000 °C da suyuqlanadigan polimer moddlardir. d-elementlarning nitridlari o'zgaruvchan tarkibga ega bo'lib, ular metallik xossalarga ega. Bunday nitridlar juda qattiq, qiyin suyuqlanadi. Ular suv, kislotalar va ishqorlar hamda oksidlovchilar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Masalan, TiN (3220°C), HfN (2982°C), TaN (3090°C).

Azot va kislorodning o'zaro ta'siri qaytar reaksiya bo'lib 1500°C dagina sezilarli tezlikda ketadi va azot(II) oksidi hosil bo'ladi:

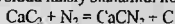


Azotga, xlor, ozon va flor ta'sir etmaydi. Azotning vodorod bilan o'zaro ta'siri yuqori haroratda va qaytar tarzda sodir bo'lib, bunda ammiak hosil bo'ladi:



Agar elektrod ko'mir bo'lsa, azot atmosferasida vodorod ishtirokida 33 % HCN hosil bo'ladi.

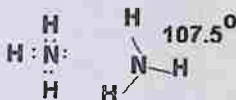
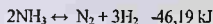
Kalsiy karbidi va azot ishtirokida kalsiy sianamidi hosil bo'ladi:



**Ishlatilishi.** Azot ammiak, nitrat kislotalar va azotli o'g'itlar olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

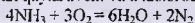
**Azotning vodorodli birikmalari.** Azotning vodorod bilan to'rtta asosiy birikmasi bor:  $\text{NH}_3$  - ammiak,  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  - gidrazin,  $\text{NH}_2\text{OH}$ -gidroksilamin,  $\text{H}[\text{N}_3]$ -azid kislotasi (triazid).

**Ammiak.**  $\text{NH}_3$  - tabiatda ko'p miqdorda oqsil moddalar tarkibida, ammoniy tuzlari holida uchraydi.  $\text{NH}_3$ - rangsiz gaz, o'ziga xos hidi bor. Qaynash harorati  $-33,4^\circ\text{C}$ ,  $d=0,77 \text{ g/l}$  1 litr ammiak og'irligi 0.7709 gr.



$\text{NH}_3$  molekulasida azot atomi  $sp^3$  gibridlangan, gibrid orbitallardan birida bir juft elektron joylashgan. Molekula qutbli  $\mu=1,46 \text{ D}$ . Molekula uch yoqli piramida tuzilishga ega.

Ammiak qaytaruvchi va u kislorod atmosferasida oksidlanadi:

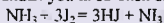


Agar ammiakni ( $800^\circ\text{C}$ ) oksidlanishi katalizator ishtirokida (Pt-Rh) amalga oshsa:

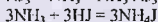
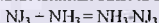


NO dan,  $\text{NO}_2$  va undan  $\text{HNO}_3$  olinadi.

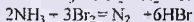
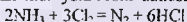
Ammiakdan yod ta'sir etish orqali yod nitridi ( $\text{NI}_3$ ) olinadi:



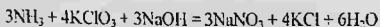
Yod nitridi ammiak bilan ta'sir etadi:



Ammiak xlor yoki brom atmosferasida oksidlanadi:

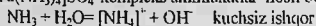


Ammiak  $300^\circ\text{C}$  qizdirilgan  $\text{KClO}_3$  ustidan NaOH ishtirokida o'tkazilsa,  $\text{NO}_2$  gacha oksidlanadi.

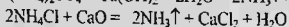
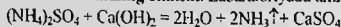


Ammiak kompleks birikmalar hosil qilishi mumkin, chunki unda 2 ta bo'linmagan elektronlar jufti mavjud.  $[\text{NH}_3]\cdot\text{HCl}$  ammoniy tuzlari

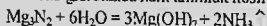
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  kompleks ammiaklar hosil bo'ladi.



**Ammiakning olinishi.** Laboratoriyada ammoniyli tuzlarga ohak ta'si ettiriladi:

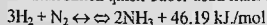


Nitridlar gidrolizida ham ammiak hosil bo'ladi:



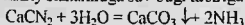
Sanoatda ammiak toshko'mimi koksga aylantirganda hosil bo'ladi.

Azot va vodoroddan ammiak sintez qilish Taber usuli ham deyiladi:

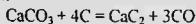


Odatda bu jarayonda harorat 500-600°C, bosim 1000 atm, katalizator-temir va promotorlar sifatida  $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  qo'shiladi. Bosimning ortishi va haroratning pasayishi muvozanatni ammiak hosil bo'lish tarafdigi qarab suradi. Reaksiyaga kirishmagan azot va vodorod yana reaksiyon sistemaga kiritiladi.

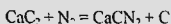
Franko va Karlo usuli kalsiy sianamidga suv bugi ta'siriga asoslangan:



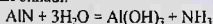
$\text{CaCN}_2$  - g'ozani defoliant (bargini to'kuvchi) sifatida ishlatiladi. Uni olish uchun ohaktoshga ko'mir ta'sir ettiriladi:



Hosil bo'lgan karbidlarga elektr yoyi ishtirokida azot ta'sir ettirilganda kalsiy sianamidi hosil bo'ladi:



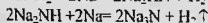
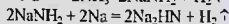
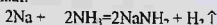
Nitridlardan aluminiy nitridini gidrolizlanishi ham texnik ahamiyatga ega bo'lib bu usulda (Erele usuli) ham ammiak olinadi:



Nitridlar - azoing har xil elementlar bilan birikmasi. d - elementlarning nitridlari yuqori qattqlikka ega.

**Ishlatilishi:** Ammiak ko'p birikmalar olish uchun zaruriy xomashyo, masalan:  $\text{HNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  olish uchun sarflanadi. Bundan tashqari ammiak soda (Solvey usuli), mochevina  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  va nashatir spirti (10% li  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) olish uchun ham sarflanadi.

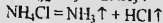
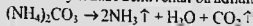
Natriy amid -  $\text{NaNH}_2$ , rangsiz kristall. Suyuqlanish harorati 210°C. Natriyning suyuq ammiak bilan ta'siri orqali olinadi:



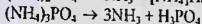
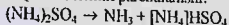
$\text{NaNH}_2$ -natriy amidi,  $\text{Na}_2\text{NH}$ -natriy imidi,  $\text{Na}_3\text{N}$ -natriy nitrid hosil bo'ladi

Ammoniyning hamma tuzlari issiqlikka chidamli emas. Ammoniy tuzlari termik parchalanishi mumkin.

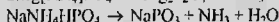
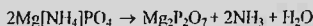
1. Ammoniy tuzlari uchuvchan birikmalar hosil qilib parchalanishi:



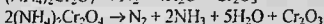
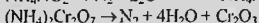
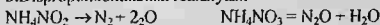
2. Qisman termik parchalanishi:



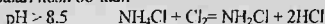
Piro- va meta- kislotalar hosil bo'lishi bilan parchalanish:



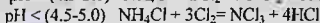
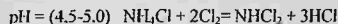
3. Disproporsionalanish reaksiyasi:



$\text{NH}_4\text{Cl}$  kons. eritmasi galogenlar bilan pH muhitga qarab ammiakning har xil birikmalari hosil bo'ladi.

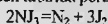


shoxman



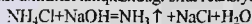
shox nindi

Hosil bo'lgan moddalarni bir necha marta e'firda ekstraksiya qilinsa  $\text{NH}_4\text{J}$  e'firda erib, cho'kmada  $\text{N}_2$  qoladi.  $\text{N}_2$  mexanik kuch ta'sirida portlaydi:

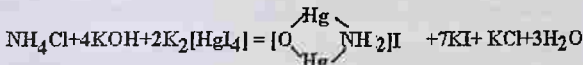


Ammiaklar  $\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_4\}\text{Cl}$ ;  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ;  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$ ;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_3$ ;  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$ .

**Ammoniy ioniga sifat reaksiya:** Ammoniy tuzlarining ishqorlar ta'siridan parchalanishi va  $\text{NH}_3$  ajralishi ammiak aniqlashdagi sifat reaksiyalardan biri hisoblanadi:



Ammoniy tuzlariga Nesler reaktivi ta'sir ettirish ham ular uchun sifat reaksiyalardan biri hisoblanadi:

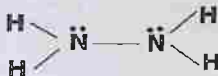


Ammoniy xlorid -  $\text{NH}_4\text{Cl}$  peshob haydovchilar ta'sirini kuchaytirish, balg'am ko'chiruvchi va yurak tomirlaridagi o'zgarishlarda ishlatiladi.

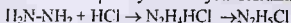
Ammoniy karbonat -  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  oziq-ovqat sanoatida, tort, pishiriqlar tayyorlashda, xamirga kerakli g'ovaklik berish uchun, qo'llaniladi.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  yoki  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ishlatilganda uning parchalanishi ro'y beradi:



Gidrazin.  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  rangsiz, havoda tuta'digan suyuqlik (suyuql. harorati  $-52^\circ\text{S}$ , qaynash harorati  $119^\circ\text{S}$ ). Azotning oksidlanish darajasi -2, valentligi 3

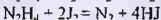
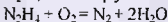


Suyda va ishqorda yaxshi eriydi. Hidrazin gidroxlorigi ancha barqaror birikma:

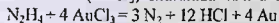


$[\text{N}_2\text{H}_4] \cdot 2\text{HCl}$  - dixlogidrazin;  $[\text{N}_2\text{H}_4] \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$  - gidrazin sulfati

$\text{N}_2\text{H}_4$  - kuchli qaytaruvchi.  $\text{O}_2$ ,  $\text{J}_2$  va boshqalar bilan oksidlanadi:



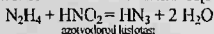
Gidrazin kuchli oksidlovchilar ( $\text{AuCl}_3$ ) ishtirokida ham azotgacha oksidlanadi:



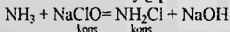
Agar gidrazinga  $\text{KMnO}_4$  ta'sir ettirilsa u azotgacha oksidlanadi:



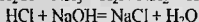
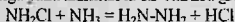
Gidrazinning nitrat kislotali bilan ta'siridan triazid  $\text{H}[\text{N}_3]$  hosil bo'ladi:



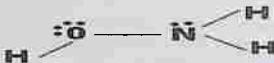
$\text{H}_2\text{N-NH}_2$  ni olinish uchun ammiakka natriy gipoxloriti ta'sir ettiriladi:



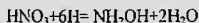
Hosil bo'lgan xloramidiga yana ammiak ta'sir ettirilsa gidrazin hosil bo'ladi:



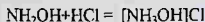
**Gidroksilamin.** 33,1 °C da suyuqlanadigan rangsiz kistrall. Azotning valentligi 3, oksidlanish darajasi -1:



Nitrat kislotalaning elektroliz jarayonida atomar vodorod bilan qaytarilishi tufayli olinishi mumkin:



Gidroksilamin kuchsiz asos xossalari namoyon etadi va u ammiakdan ko'ra kuchsizdir.

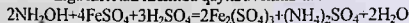


Gidroksilamin tuzlari qattiq moddalar, ular suvda yaxshi eriydi.

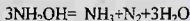
Gidroksilamin qaytaruvchi va oksidlovchi hisoblanadi. Yod ta'sirida ishqoriy muhitda oksidlanadi:



Agar gidroksilamining kislotali muhitda qaytaruvchilar ta'sir ettirilsa oksidlovchi:



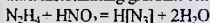
$\text{NH}_2\text{OH}$  – oson parchalanadi va ammiak, suv hamda azot hosil qiladi:



Gidroksilamin organik sintezda ishlatiladi va u kompleks birikmalar olish uchun ligand vazifasini bajaradi:

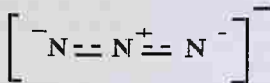
$[\text{Co}(\text{NH}_2\text{OH})_6]\text{Cl}_3$  - geksagidroksilamminkobalt (III) xlorid uning barqaror komplekslaridan biri hisoblanadi.

**Triazid yoki azid kislotali.** Triazid kislota -80°C da qotadigan va 36 °C da qaynaydigan o'tkir hidli suyuqlikdir. Azid kislota kuchli zahar. Triazid kislotalasining tuzlari amaliy ahamiyatga ega. Triazid nitrit kislotalasining gidrazin bilan ta'siri orqali olinadi:



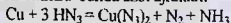
Triazid kislota bir asosli kislota bo'lib,  $[\text{N}_3]^-$  uning kislota qoldig'idir.

Molekuladagi chetki atomlar  $\text{sp}^2$  gibridlangan holatda, markaziy atom esa  $\text{sp}$  – gibridlangan:



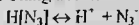
Triazid kuchsiz kislota, uning eruvchanligi xlorid kislotaga o'xshab ketadi.

Agar triazidga mis ta'sir ettirilsa bunda azot ajraladi:

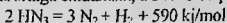


Azidlar detonatorlarda portlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Bu borada  $Pb(N_3)_2$  ko'p qo'llaniladi.  $NaN_3$  va  $KN_3$  suvda eriydigan qattiq moddalar, ular portlamaydi.

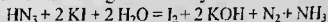
Eritmada triazid dissosilanadi. Uning dissosialanish konstantasi  $K=3 \cdot 10^{-4}$  ga teng.



Triazid kislotasi yuqori haroratga chidamsiz, u  $300^\circ C$  da portlaydi:

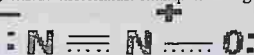


Kaliy yodid azid kislotani azotgacha oksidlaydi:



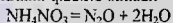
**Azotning kislorodli birikmalari.** Azotning kislorodli birikmalari  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_4$  va  $N_2O_5$  hisoblanadi.

**Azot (I) oksidi.** Rangsiz, kuchsiz hidli, shirin mazali gaz. Suvda kam eriydi, xona haroratida barqaror. Azot(I) oksidi molekulasini chiziqli tuzilishiga ega:

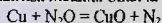


Markaziy azot atomi ikkita sp gibrid orbitalarga ega.  $N_2O$  molekulasini ozroq bo'lsa ham dipol momentiga ega. Shuning uchun suvda ozroq eriydi.

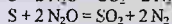
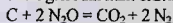
Azot(I) oksidini ammoniy nitratini qizdirib olinadi:



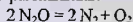
$N_2O$  aktivligi kam, lekin qizdirilgan metallar bilan ta'sir etadi:



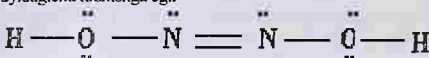
Yuqori haroratda oltingugurt va uglerodni ham oksidlaydi:



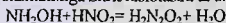
Yuqori haroratda ( $700^\circ C$ )  $N_2O$  parchalanadi:



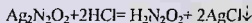
$N_2O$  ga tegishli giponitrit kislotasi ( $H_2N_2O_2$ ) ma'lum. Bu oksid betaraf oksid va u suv bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun giponitrit kislotasi bilvosita usullar bilan olinadi. Giponitrit kislotasi quyidagicha tuzilishiga ega



Giponitrit kislotasi gidroksilamanga nitrit kislotasini ta'sir etib olinadi:



Agar kumush giponitritiga ham kuchli kislotalar ta'sir etganda giponitrit kislotasi olish mumkin:

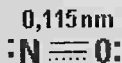


$H_2N_2O_2$  erkin holda uchramaydi. U ikki asosli kislotasi:  $K_1=10^{-8}$ ,  $K_2=10^{-12}$ . Lekin uning tuzlari ma'lum -  $Ag_2N_2O_2$ ;  $PbN_2O_2$ .

$N_2O$  uzbichiyotda narkoz sifatida ishlatiladi. U "kuldiruvchi gaz" ham deyiladi. chunki u bilan nafas olinsa mast qiladi va kishi xursand bo'lib kula boshlaydi. Kattaroq dozada ishlatilsa kishi og'riqni sezmaydi. Ana shu tufayli jarrohlik amaliyotida narkoz sifatida kislorod bilan aralastirib qo'llaniladi. Uning eng yaxshi tarafi organizm uchun bezarartligidir.

**Azot (II) oksid.** Rangsiz, zaharli gaz. U befarq oksid hisoblanadi. Bog'lanish tartibi 2.5. Unda uch elektronli boglanish mavjud. U inderferent oksid hisoblanadi.

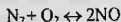
$NO$  quyidagicha molekula tuzilishiga ega:



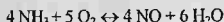
Kislorodga nisbatan bo'shashtiruvchi orbitalarda kam elektron bo'lishi NO molekulasining turg'un bo'lishiga olib keladi. Bu gaz harorat ta'siriga chidamli. Lekin 100°C da parchalanadi:



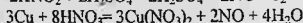
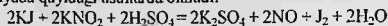
NO azot va kislorodning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan yagona oksididir. Reaksiya elektr yoyi ta'sirida amalga oshib, qaytar tarzda sodir bo'ladi. 3000 °C da darhol muvozanat yuzaga keladi.



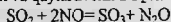
NO ammiakni Pt va Rh aralashmasi katalizatorligida oksidlash jarayonida ham hosil bo'ladi:



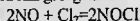
NO laboriyada quyidagi usullarda olinadi:



NO ham kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. SO<sub>2</sub> ni oksidlab SO<sub>3</sub> ga aylantiradi:



NO ga galogenlar ta'sir etib nitrozil galogenidlar hosil bo'ladi

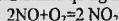


nitrozilxlorid hosil bo'lib (u sariq rangli). Shunga o'xshashi NOF va NOBr birikmalar ham ma'lum.

Juda kuchli oksidlovchilar (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> va K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) ta'sirida NO nitrat kislotagacha oksidlanadi:

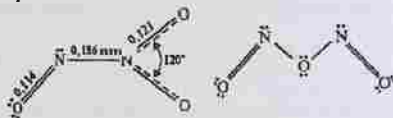


NO havo kislorodi bilan oson oksidlanib qo'ng'ir tusli gaz NO<sub>2</sub> ni hosil qiladi:



NO turli komplekslarda ligand sifatida qatnashadi. [Fe(NO)<sub>4</sub>], [Fe(NO)<sub>4</sub>I<sub>2</sub>], [Co(NO)<sub>4</sub>]. Past haroratda NO qattiq holatga o'tib dimer - N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> hosil qiladi. NO nitrat kislotaga olishda ishlatiladi.

**Azot (III) oksidi.** Juda beqaror oksid, u zangori rangli va qattiq holda past haroratda barqaror. 3,5 °C da parchalanadi.

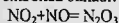


27-rasm. Azot (III) oksidi molekulasining tuzilishi.

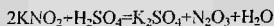
Azot(III) oksidi molekulasining tuzilishi (27-rasm) quyida keltirilgan

O-N-O bog'lar orasidagi valent burchaklar 120°S. N=O bog'ining uzunligi 0,121 nm. N-N bog'ining uzunligi bo'lsa 0,186 nm ni tashkil etsa. N-O bogining uzunligi esa 0,114 nm ni tashkil etadi.

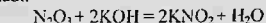
NO<sub>2</sub> ga NO ta'siri etilib qaytar sharoitda olinadi:



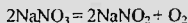
Laboriyada kaliy nitritga sulfat kislotaga eritmasi ta'sir etib N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olsa bo'ladi:



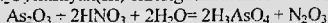
$\text{HNO}_2$  kislotalning oksidi  $\text{N}_2\text{O}_3$  (nitrit angidrid) hisoblanadi.  $\text{N}_2\text{O}_3$  ning ishqorlar bilan ta'siridan nitritlar hosil bo'ladi:



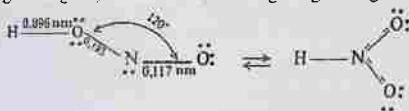
Odatda nitritlar olish uchun nitratlar qizdiriladi. Bu reaksiyada kislorod ham hosil bo'ladi:



Laboratoriyada  $\text{N}_2\text{O}_3$  mishtyak(III) oksidiga nitrat kislota ta'sirida olinadi:

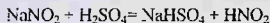


Nitrit kislota markaziy azot atomi  $\text{sp}^2$  gibridlangan (28-rasm), O-N-O burchagi  $120^\circ$  C. N-O- bog'ining uzunligi  $0,117 \text{ nm}$  bo'lsa. H-O bog'ining uzunligi  $0,096 \text{ nm}$  ga teng:



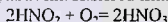
28-rasm. Nitrit kislota molekulasi tuzilishi.

Nitrit kislota tuzlariga sulfat kislota eritmasini ta'sir ettirish orqali nitrit kislotalarini olish mumkin:

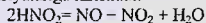


Nitrit kislotalari faqat eritnada mavjud lekin uning tuzlari ma'lum. Nitrit kislota kuchsiz elektrolit  $K=7 \cdot 10^{-4}$ .

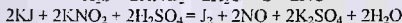
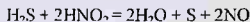
U ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi. Kislorod ishtirokida oksidlanadi:



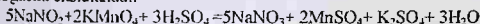
U disproportionalanish reaksiyalariga kirishadi:



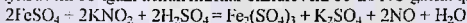
KJ,  $\text{H}_2\text{S}$  ishqoriy metallarning amalgamasi bilan nitrit kislotalari oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



Kuchli oksidlovchilar ta'sirida nitritlar qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi va nitratlarga oksidlanadi:



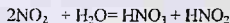
$\text{Fe}^{2+}$  ioni qaytaruvchi bo'lgani uchun nitritlar oksidlovchi bo'lib NO gacha qaytariladi:



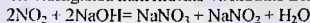
Nitrit kislota tuzlari zaharli moddalardir.  $\text{NaNO}_2$  stenokardiyada tomirlarni kengaytiruvchi modda sifatida tavsiya etilgan.

Azot (IV) oksidi,  $\text{NO}_2$  qo'ng'ir tusli zaharli gaz modda.  $\text{NO}_2$  - sovutilganda qizil-qo'ng'ir suyuqlikka aylanadi. Suyuqlanish harorati  $22,45^\circ\text{C}$  sovutilsa borgan sari sarg'ish oq, keyin rangsiz bo'ladi.  $-11,2^\circ\text{C}$  rangsiz kristall hosil qiladi. Isitilganda uning rangi o'zgarib to'qlashadi.  $140^\circ\text{C}$  da qo'ng'ir rangli bo'ladi.

$\text{NO}_2$  ni aralash angidrid deyish mumkin, chunki u suvda eritilganda  $\text{HNO}_2$  va  $\text{HNO}_3$  hosil bo'ladi:



$\text{NO}_2$  ishqorlarga ta'sir ettirilganda ham nitritlar va nitratlar hosil bo'ladi:

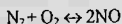




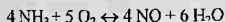
Kislorodga nisbatan bo'shashtiruvchi orbitallarda kam elektron bo'lishi NO molekulasining turg'un bo'lishiga olib keladi. Bu gaz harorat ta'siriga chidamli. Lekin 100°C da parchalanadi:



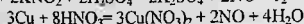
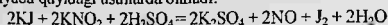
NO azot va kislorodning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan yagona oksididir. Reaksiya elektr yoyi ta'sirida amalga oshib, qaytar tarzda sodir bo'ladi. 3000 °C da darhol nuvozanat yuzaga keladi.



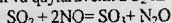
NO ammiakni Pt va Rh aralashmasi katalizatorligida oksidlash jarayonida ham hosil bo'ladi:



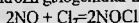
NO laboriyada quyidagi usullarda olinadi:



NO ham kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. SO<sub>2</sub> ni oksidlab SO<sub>3</sub> ga aylantiradi:



NO ga galogenlar ta'sir etib nitrozil galogenidlar hosil bo'ladi

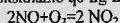


nitrozilxlorid hosil bo'lib (u sariq rangli). Shunga o'xshlash NOF va NOBr birikmalar ham ma'lum.

Juda kuchli oksidlovchilar (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> va K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) ta'sirida NO nitrat kislotagacha oksidlanadi:

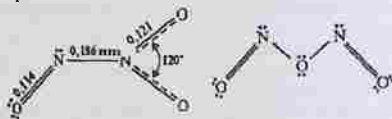


NO havo kislorodi bilan oson oksidlanib qo'ng'ir tusli gaz NO<sub>2</sub> ni hosil qiladi:



NO turli komplekslarda ligand sifatida qatnashadi. [Fe(NO)<sub>4</sub>], [Fe(NO)<sub>4</sub>I<sub>2</sub>], [Co(NO)<sub>4</sub>]. Past haroratda NO qattiq holatga o'tib dimer - N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> hosil qiladi. NO nitrat kislota olishda ishlatiladi.

**Azot (III) oksidi.** Juda beqaror oksid, u zangori rangli va qattiq holda past haroratda barqaror. 3,5 °C da parchalanadi.



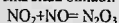
27-rasm. Azot (III) oksidi molekulasining tuzilishi.

Azot(III) oksidi molekulasining tuzilishi (27-rasm) quyida keltirilgan

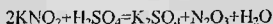
O-N-O bog'lari orasidagi valent burchaklar 120°S. N=O bog'ining uzunligi 0,121 nm.

N-N bog'ining uzunligi bo'lsa 0,186 nm ni tashkil etsa, N-O bog'ining uzuligi esa 0,114 nm ni tashkil etadi.

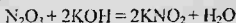
NO<sub>2</sub> ga NO ta'siri etilib qaytar sharoitda olinadi:



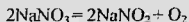
Laboratoriyada kaliy nitritga sulfat kislota eritmasi ta'sir etib N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olsa bo'ladi:



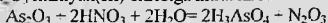
$\text{HNO}_2$  kislotaning oksidi  $\text{N}_2\text{O}_3$  (nitrit anhidrid) hisoblanadi.  $\text{N}_2\text{O}_3$  ning ishqorlar bilan ta'siridan nitritlar hosil bo'ladi:



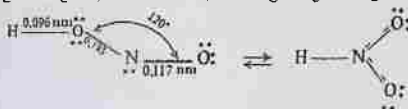
Odatda nitritlar olish uchun nitratlar qizdiriladi. Bu reaksiyada kislorod ham hosil bo'ladi:



Laborotoriyada  $\text{N}_2\text{O}_3$  mishtyak(III) oksidiga nitrat kislotaga ta'sirida olinadi:

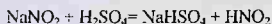


Nitrit kislotada markaziy azot atomi  $sp^2$  gibridlangan (28-rasm). O-N-O burchagi  $120^\circ$ . N-O- bog'ining uzunligi  $0,117 \text{ nm}$  bo'lsa, H-O bog'ining uzunligi  $0,096 \text{ nm}$  ga teng:



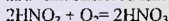
28-rasm. Nitrit kislotasi molekulasining tuzilishi.

Nitrit kislotasi tuzlariga sulfat kislotasi eritmasini ta'sir ettirish orqali nitrit kislotasini olish mumkin:

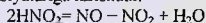


Nitrit kislotasi faqat eritmada mavjud lekin uning tuzlari ma'lum. Nitrit kislotasi kuchsiz elektrolit  $K = 7 \cdot 10^{-4}$ .

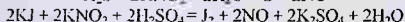
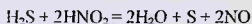
U ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi. Kislorod ishtirokida oksidlanadi:



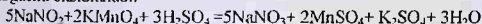
U disproporsialanish reaksiyalariga kirishadi:



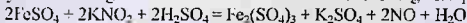
KJ,  $\text{H}_2\text{S}$  ishqoriy metallarning amalgamasi bilan nitrit kislotasi oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



Kuchli oksidlovchilar ta'sirida nitritlar qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi va nitratlarga oksidlanadi:



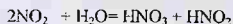
$\text{Fe}^{2+}$  ionini qaytaruvchi bo'lgani uchun nitritlar oksidlovchi bo'lib NO gacha qaytariladi:



Nitrit kislotasi tuzlari zaharli moddalardir.  $\text{NaNO}_2$  stenokardiyada tomirlarni kengaytiruvchi modda sifatida tavsiya etilgan.

Azot (IV) oksidi.  $\text{NO}_2$  qo'ng'ir tusli zaharli gaz modda.  $\text{NO}_2$  - sovutilganda qizil-qo'ng'ir suyuqlikka aylanadi. Suyuqlanish harorati  $22,45^\circ\text{C}$  sovutilsa borgan sari sag'ish oq, keyin rangsiz bo'ladi.  $-11,2^\circ\text{C}$  rangsiz kristall hosil qiladi. Isitilganda uning rangi o'zgarib to'qlashadi.  $140^\circ\text{C}$  da qo'ng'ir rangli bo'ladi.

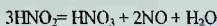
$\text{NO}_2$  ni aralash anhidrid deyish mumkin, chunki u suvda eritilganda  $\text{HNO}_2$  va  $\text{HNO}_3$  hosil bo'ladi:



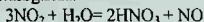
$\text{NO}_2$  ishqorlarga ta'sir ettirilganda ham nitritlar va nitratlar hosil bo'ladi:



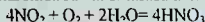
$\text{HNO}_2$  beqaror kislota hisoblanib, uning parchalanishidan nitrat kislota va  $\text{NO}$  hosil bo'ladi:



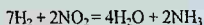
$\text{NO}_2$  issiq suv bilan ta'sirlashtirganda:



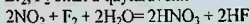
Agar  $\text{NO}_2$  ga kislorod ishtirokida suv ta'sirlashtirsa u to'la  $\text{HNO}_3$  ga aylanadi:



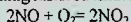
$\text{NO}_2$  kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. U uglerod, azot, olingugurt, vodorod va metallarni oksidlaydi:



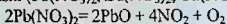
Kuchli oksidlovchilar  $\text{Br}_2$ ,  $\text{F}_2$  bilan u qaytaruvchi:



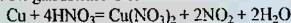
$\text{NO}$  ning olinish usullari:  $\text{NO}$  ning kislorod ishtirokida oksidlanishi:



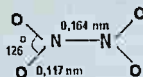
Nitratlarning parchalanishi ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ):



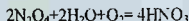
Mis metalliga suyultirilgan sulfat kislota ta'sir etib:



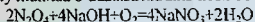
$\text{NO}_2$   $-11,2^\circ\text{C}$  dan, to  $140^\circ\text{C}$  gacha  $\text{NO}_2$  va uning dimeri ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) aralashgan holda bo'ladi.  $\text{NO}_2$  paramagnit xossaga ega va uning molekulasida burchakli tuzilgan. Uning dimerini tuzilishi quyida ko'rsatilgan. Molekula yassi tuzilishga ega suyuq va qattiq holatda rangsiz:



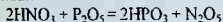
Suyuq  $\text{N}_2\text{O}_4$  ga 5 mPa bosimda  $75^\circ\text{C}$  da suv kislorod ta'sir etirilsa kons. nitrat kislota hosil bo'ladi:



Agar reaksiya ishqoriy muhitda o'tkazilsa nitratlar hosil bo'ladi:



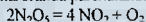
Azot (V) oksidi- nitrat anhidridi, rangsiz kristall modda, g'igroskopik.  $\text{N}_2\text{O}_5$  olish uchun nitrat kislota  $\text{P}_2\text{O}_5$  ta'sir etiriladi:



$\text{N}_2\text{O}_5$  nitrat kislota anhidridi hisoblanadi. Uning suvda erishidan nitrat kislota hosil bo'ladi:



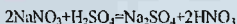
$\text{N}_2\text{O}_5$  beqaror modda u xona haroratida parchalanadi va  $\text{NO}_2$  va  $\text{O}_2$  hosil qiladi



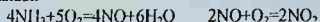
Natрий nitrat holatida oz miqdorda atmosferadagi elektr razryadi paytida ham hosil bo'ladi.

**Nitrat kislota.**  $\text{HNO}_3$  - kuchli kislota bo'lib, och sariq tusli, bug'lanadigan suyuqlik. U  $84^\circ\text{C}$  da qaynab,  $-42^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tadi. Konsentrlangan nitrat kislota 63% li bo'lib, sanoat miqyosida 96% li ( $\delta = 1,45 \text{ g/cm}^3$ ) nitrat kislota eritmasi ham uchraydi.

**Labaratoriya olinishi.** Nitrat kislota nitrat tuzlariga yuqori konsentratsiyali kislota ta'sir ettirib olinadi:

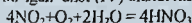


**Sanoatda olinishi.** Sanoat miqyosida nitrat kislotasi olish uchun asosiy xomashyo ammiak va havo hisoblanadi:

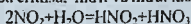


Oksidlanish jarayoni 900°C da Pt-Rh katalizatori ishtirokida olib boriladi.

Boshqacha usulda azot va kisloroddan azot (IV) oksidi, so'ngra uni NO<sub>2</sub> gacha oksidlanishi ham mumkin. Hosil bo'lgan azot (IV) oksidi kislorod ishtirokida suvda eritiladi:

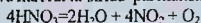


Agar azot (IV) oksidi suvda eritilsa, nitrit va nitrat kislotasi aralashmasi hosil bo'ladi:



Nitrit kislotasi ajratilib undan azotning oksidlari va boshqa mahsulotlar olinishi mumkin.

Nitrat kislotasi yorug'lik va harorat ta'sirida parchalanadi:

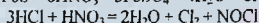
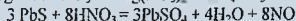
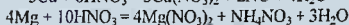
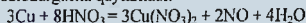


Bu kislotasi suv bilan har qanday nisbatda aralashadi.

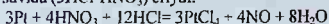
Konsentrlangan nitrat kislotasi qaytarilish mahsuloti har xil bo'lishi mumkin. Unga Fe, Al, Cr, Au va Pt ta'sir etmaydi. Cu, Ag, va Ag ni eritib, o'zi NO<sub>2</sub> ga qadar qaytariladi. Sn, As, P, B kislotalarigacha oksidlanadi:



Suyultirilgan nitrat kislotaning oksidlovchilik xossasi juda kuchli, o'zi esa NO, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> va boshqa mahsulotlarga qaytariladi:

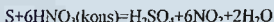


Platina ham zar suvida (3HCl + HNO<sub>3</sub>) eriydi.



Nitrat kislotaning metallar bilan reaksiyasida vodorod ajralmaydi.

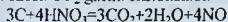
Agar nitrat kislotaga metallmaslar ta'sir ettirilsa metallmaslar kislotalargacha oksidlanadi:



Suyultirilgan nitrat kislotasi fosforli ortofosfat kislotagacha oksidlaydi:

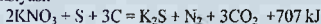


Uglerod nitrat kislotasi ta'sirida CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi:



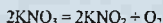
Nitrat kislotasi tuzlari suvda yaxshi eriydigan oq qattiq moddalar. Ular selitralar deyiladi. NaNO<sub>3</sub> natriyli selitra, KNO<sub>3</sub> kaliyli, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> kalsiyli, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ammoniyli selitradir.

Kaliy nitratga olinguqurt va uglerod qo'shilsa, qora porox hosil bo'ladi. Qora poroxning portlash reaksiyasi:

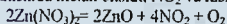


Bu reaksiyada ko'p miqdorda issiqlik chiqadi, shuning uchun portlash sodir bo'ladi.

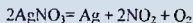
Eng aktiv metallarning (magniydan chapda turgan) nitratlari parchalansa nitritlar va kislorod hosil bo'ladi:

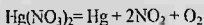


Agar metallning aktivligi kamroq va metall Mg va Cu orasida joylashgan bo'lsa bu metallarning nitratlari parchalanishida metall oksidi, NO<sub>2</sub> va kislorod hosil bo'ladi.



Agar metallar aktivligi kam bo'lsa, nitratlarning parchalanishida metallning o'zi, NO<sub>2</sub> va kislorod hosil qiladi:





**Ishlatilishi.** Nitrat kislotasi, nitratlar, mineral og'itlar, selitralar olish uchun xom ashyo sifatida ishlatiladi.

## 12.2. Fosfor va uning birlanmalari

Fosfor keng tarqalgan element, yer sharini 0,04 % ni tashkil qiladi. Oson oksidlangani uchun tabiatda erkin holda uchramaydi.

Tabiatda apatit minerali  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  yoki  $\text{CaCl}_2$  va fosforitlar  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  va  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ - xlorli apatit ko'rinishida bo'ladi.

Fosforitlar va apatitlar fosforli mineral og'itlar olishda og'it sifatida ishlatiladi. Apatitlarning katta miqdori Kola yarim orolida, Ural, Markaziy Osiyoda Qora tog'da uchraydi.

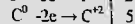
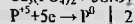
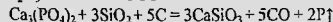
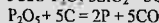
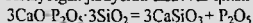
Fosfor tirik organizm uchun kerakli element: qon, miya, nerv sistemasi to'qimalarida bo'ladi. Ko'p miqdorda fosfor  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  holda hayvonlar suyagida bo'ladi. Suyak yoqilsa uning tarkibidagi hamma organik moddalar yonadi, qolgan modda  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  bo'ladi. Odam organizmida fosforning umumiy miqdori 4,0 % gacha bo'ladi.

Birinchi marta erkin fosfor 1669 yilda gamburglik alkimyogur Brand tomonidan olingan.

Fosfor faqat bitta  $^{31}\text{P}$  izotopga ega. Uning sun'iy izotoplari ham olingan.

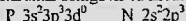
**Olinishi.** Hozirgi paytda fosfor kalsiy fosfatdan olinadi. Buning uchun kalsiy fosfat qum. ko'mir bilan havo kirmaydigan joyda - elektr pechlarida qizdiriladi.

Ketayotgan jarayonni tasavvur qilish uchun kalsiy fosfatdan fosforga o'tiladi:



Ajralib chiqayotgan fosfor bug'lari suv bilan ushlanadi.

**Fizik xossalari:** Fosfor elektronlar soniga ko'ra azobning analogi hisoblanadi.



Lekin fosfor 3-davr elementi, 3d orbitallardagi elektronlar valent elektronlar rolini o'ynaydi.

Fosfori maksimal koordinatsion soni 6 ga teng. O'n bitta allotropik shakl o'zgarishi borligi aniqlangan. Fosfor atomlari ikki atomli  $\text{P}_2$ , to'rt atomli  $\text{P}_4$  yoki polimer  $\text{P}_n$  bo'lishi mumkin.  $\text{P}_2$  molekulasida 1000°C dan yuqorida mavjud. Molekuladagi  $\text{P}_2$  bog'lanish energiyasi juda katta (450 kJ/mol), uning atomlarining parchalanishi 2000°C sodir bo'ladi.

**Oq fosfor.** Suyuq erigan holda, hamda 1000°C dan pastda  $\text{P}_4$  molekulari barqaror, u tetraedr tuzilishiga ega. Fosfor bug'larini kondensatsiyasida oq fosfor hosil bo'ladi ( $\delta = 1,8 \text{ g/sm}^3$ ). U molekulyar kristall panjaraga ega, kristall panjara uchlari  $\text{P}_4$  turadi.

Oq fosfor - oq amorf modda. U oson suyuqlanadi. Suyuq holda ham qattiq holda ham  $\text{P}_4$  holda bo'ladi. Suyuqlanish harorati 44°C, qaynash barorati 275°C, uchuvchan.  $\text{CS}_2$  va boshqa organik erituvchilarda eriydi. Oq fosfor juda zaharli (odam uchun o'ldirish dozasi 0,1g). Suv ostida saqlansa sarg'ayib qoladi. Fosforning hidi sarimsoq piyoz hidiga o'xshaydi.  $\text{P}_4$  molekulasida bog'lar oson uziladi (200 kJ/mol). Shuning uchun oq fosfor kimyoviy aktiv, u turaverib polimer shakl o'zgarishga o'tadi.

Polimer shakl o'zgarishlar ichida eng barqarori qizil va qora fosfor. Tashqi ko'rinishi jihatidan qora fosfor ( $d=2,7\text{g/sm}^3$ ) grafitga o'xshaydi, uni oq fosfordan  $200^\circ\text{C}$  va  $1200$  atm. bosimda olish mumkin.



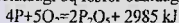
**Qizil fosfor.** Oq fosforni  $400^\circ\text{C}$  da qizdirishdan olinadi. Qizil fosfor sovitilsa oq fosforqa aylanib qoladi. Qizil fosforni bir qancha shakl o'zgarishlari bor. Ularning tuzilishi hali to'la aniqlanmagan. Ular polimer moddalar, o'zaro piramidal bog'langan. Olinish usuliga qarab qizil fosfor har xil xossaga ega. Masalan, uning zichligi  $2,0-2,4 \text{ g/sm}^3$ , suyuql. harorati  $585-600^\circ\text{C}$  orasida rangi to'q jigardan qizil, binafshaga o'zgaradi.

Qizil fosfor eritmaga o'tkazilishi uchun polimer shakl o'zgarishdagi bog'larni uzish kerak. Shuning uchun polimer shakl o'zgarishlar hech qanaqa erituvchilarda erimaydi va yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Shuning uchun fosfor bug'larini kondensatsiya qilganda qizil emas, oq fosfor hosil bo'ladi.

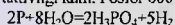
**Qora fosfor.** Oq fosforni yuqori haroratda bosim ostida uzoq qizdirishdan hosil bo'ladi. Qora fosfor  $\text{CS}_2$  da erimaydi. Lekin elektr tokini o'tkazadi. Qizil va qora fosfor kimyoviy jihatdan ancha barqaror.

Agar oq fosfor havoda o'z-o'zidan  $50^\circ\text{C}$  alangalansa, qizil fosfor  $250^\circ\text{C}$ , qora fosfor  $400^\circ\text{C}$  alangalanadi. Oq fosfordan firqqli polimer shakl o'zgarishlar zaharli emas.

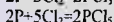
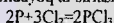
**Kimyoviy xossalari.** Kukun holatdagi oq fosfor odatdagi haroratda yonib ketadi:



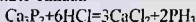
Qora va qizil fosforlarning aktivligi kam. Fosfor  $600^\circ\text{C}$  da suv bog'i bilan ta'sirlashib:



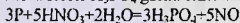
Fosfor xlor bilan odatdagi sharoitdayoq ta'sirlashadi:



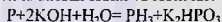
Fosforning vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri ta'sir etmaydi. Fosfin ( $\text{PH}_3$ ) fosfidlarning gidrolizi yoki ularga  $\text{HCl}$  ta'sir ettirib olinadi:



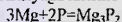
Suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  ta'sirida fosfor  $\text{H}_3\text{PO}_4$  gacha oksidlanadi:



Fosforning ishqorlar bilan ta'siridan fosfin va fosfit kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:

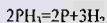


**Fosfidlar:** yuqori haroratda fosfor haroma metallarni oksidlab, o'zi fosfidlargacha qaytariladi. Magniyning fosfor bilan reaksiyaga kirishib magniy fosfidini hosil qiladi.

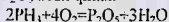


Ular tuzsimon birikmalar, ion-kovalent tuzilishga ega.  $\text{Na}_3\text{P}$ ,  $\text{K}_3\text{P}$  va  $\text{Na}_3\text{P}$  suv va kislotalar ta'sirida oson parchalanadi, d-elementlar fosfidlari o'zgaruvchan tarkibli  $\text{MeP}$ ,  $\text{Me}_2\text{P}$ ,  $\text{Me}_3\text{P}$  tarkibga ega fosfidlar hosil qiladi. Ularda bog'lanish metallsimon tabiatga ega. Bu moddalar kimyoviy jihatdan inert bo'lib elektr tokini yaxshi o'tkazadi va ular yarim o'tkazgichlardir.

**Fosforning vodorodli birikmalari.**  $\text{PH}_3$  - fosfin gaz modda. Uning qaynash harorati  $-85^\circ\text{C}$ ,  $-133^\circ\text{C}$  da suyuqlanadigan, sarimsoq piyoz hidi keladigan gaz. Molekula tuzilishi ammiakka o'xshab piramida tuzilishiga ega. Beqaror birikma bo'lib, qizdirilganda parchalanadi:



Yuqori haroratda  $\text{PH}_3$  yoki  $\text{P}_2\text{O}_5$  hosil qiladi:



Kuchli oksidlovchilar ham  $\text{PH}_3$  ni ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Fosfinda asos xossalari ammiakdan zaifroq. Lekin kuchli kislotalar bilan fosfoniyl ioni hosil qiladi:

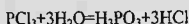


Shunga o'xshash  $\text{PH}_4\text{ClO}_4$ ,  $\text{PH}_4\text{Cl}$  birikmalari ham ma'lum.

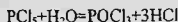
Bundan tashqari difosfin ham olingan. Bu modda rangsiz suyuqlik.  $65^\circ\text{C}$  da qaynaydi,  $99^\circ\text{C}$  da kristallanadi. Uzoq vaqt saqlanganda sariq rangli  $\text{P}_2\text{H}_6$  (qattiq modda) ga aylanib,  $\text{PH}_3$  ajratadi.

**Sulfidlari.** Tarkibi  $\text{P}_x\text{S}_y$  tarkibli ( $x=3,4$  va  $y=3,5,7,10$ ) bo'lgan qator sulfidlar ma'lum. Masalan  $\text{P}_2\text{S}_3$  (qaynash harorati  $408^\circ\text{C}$ , muzlash harorati  $174^\circ\text{C}$ ) sariq tusli birikma. Bundan tashqari  $\text{P}_4\text{S}_5$ ,  $\text{P}_4\text{S}_7$ ,  $\text{P}_4\text{S}_{10}$  birikmalar ham olingan. Bu sulfidlar gugurt cho'pi tayorlashda ishlatiladi.

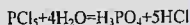
**Fosforning galogenli birikmalari.**  $\text{PCl}_3$  – o'tkir hidli rangsiz suyuqlik.  $74,1^\circ\text{C}$  da qaynaydi,  $-111,8^\circ\text{C}$  da qotadi. Suvda to'liq gidrolizlanib fosfit kislotasi hamda  $\text{HCl}$  hosil qiladi:



$\text{PCl}_5$  – qattiq modda, trigonal bipiramida tuzilishga ega. Bu birikma ham suv bilan ta'sirlashadi:

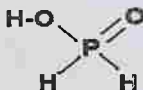


Agar reaksiyada mo'l miqdorda suv ishtirok etganida ortofosfat kislotasi hamda  $\text{HCl}$  hosil boladi:



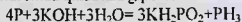
$\text{PF}_3$  va  $\text{PF}_5$  gaz moddalar.  $\text{PBr}_3$  suyuq modda, lekin  $\text{PBr}_5$  sariq rangli qattiq birikmalar.  $\text{PCl}_3$  va  $\text{PCl}_5$  organik sintezda keng ko'lamda ishlatiladi.

**Fosforning (I) birikmalari.** Fosforning (I) birikmalari qatoriga  $\text{H}_3\text{PO}_2$  ni kiritish mumkin. Bu birikmani  $\text{H}_3\text{PO}_2$  yoki  $[\text{PO}_2\text{H}_2]$  deb qarash kerak.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  rangsiz kristall (suyuq. harorati  $26,5^\circ\text{C}$ ),  $\rho=1,49 \text{ g/cm}^3$ , suvda yaxshi eriydi. Uning molekulasini tuzilishi quyida ko'rsatilgan

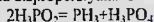


Ancha kuchli elektrolit va u bir asosli kislotasi ( $K=7,9 \cdot 10^{-2}$ ). Gipofosfit kislotasi tuzlari ( $\text{KH}_2\text{PO}_2$ ) kuchli qaytaruvchilardir.

Agar fosfor ishqorlar ishtirokida qizdirilsa gipofosfit kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:



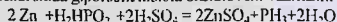
Gipofosfit kislotasi qizdirilganda disproporsiyalanish reaksiyasiga uchraydi:



Gipofosfit kislotaga kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirilganda u qaytaruvchi bo'lib oksidlanadi:



Qaytaruvchilar ishtirokida gipofosfit kislotasi oksidlovchi vazifasini bajaradi:

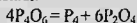


**Fosfor (III) birikmalari.** Fosfit anhidrid:  $\text{P}_2\text{O}_3$  – oq kristall modda  $d=2,13$ ; suyuq. harorati  $23,8^\circ\text{C}$ ; qaynash harorati  $173^\circ\text{C}$ .  $\text{P}_2\text{O}_3$  zaharli va uchuvchan modda hisoblanadi. U  $\text{P}_4\text{O}_6$  molekulasiga to'g'ri keladigan molekular kristal panjara (29-rasm) hosil qiladi. O-P-O burchaklari  $99^\circ\text{C}$ , har bir fosfor kislorod atomlari orqali bog'langan:



29-rasm. Fosfor (III) oksid molekulasining tuzilishi.

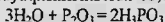
200°C yuqorida termik parchalanadi:



$P_2O_3$  qaytaruvchi modda. U  $O_2$ , S,  $Cl_2$ ,  $MnO_2$ ,  $PbO_2$ ,  $Na_2O_2$  va boshqa oksidlovchilar bilan oson oksidlanadi:



Suvda eriganida fosfit kislotasini hosil qiladi. Fosfit kislota  $H_3PO_3$  suvda yaxshi eriydigan kristall modda ( $\rho=1,65$ ; suyuqlanish harorati  $73,6^\circ C$ ):



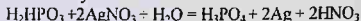
Unga ikkita tautomer formula mos keladi:



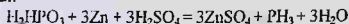
O'rtacha kuchli elektrolit hisoblanadi:  $H_2HPO_3 \leftrightarrow 2H^+ + HPO_3^{2-}$

Fosfit kislotaning ( $K_1=1,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2=6,3 \cdot 10^{-7}$ ) ikki xil tuzlari bor: bitta vodorod metallga almashgan -  $NaHHPO_3$ . Ikkala vodorod metallga almashgan -  $Na_2HPO_3$ . Fosfit kislotaning uchala vodorodi metallga almashgan tuzi ma'lum emas.

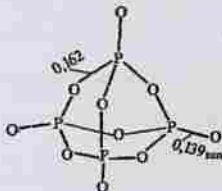
Fosfit kislota ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi xossalarni namoyon qiladi. Kuchli oksidlovchilar kislorod, galogenlar, metallning ionlari, nodir metall ionlari fosfit kislotani ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Kuchli qaytaruvchilar ishqoriy yer metallari, rux va magniy ta'sirida, fosfit kislota fosingacha qaytariladi:

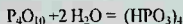


Fosforning (V) birikmalari.  $P_2O_5$  - oq kristall modda. U oson bug'lanadi va  $P_4O_{10}$  tarkibli molekular kristall panjara hosil qiladi

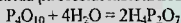


30-rasm. Fosfor (V) oksid molekulasining tuzilishi.

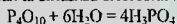
P-O- bog'larining uzunligi 0,162 nm bo'lsa, P=O bog'lari qisqaroq va 0,139 nm ga teng (30-rasm). Bundan tashqari P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni polimer shakl o'zgarishi ham ma'lum. U ancha yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuql. harorati taxminan 580°C) va kimyoviy faolligi kamroq. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib fosfat kislotasi hosil qiladi. Shuning uchun undan gazlarni quritishda foydalaniladi. Agar fosfor(V) oksid sovuq suv bilan ta'sir etsa metafosfat kislotasi hosil qiladi:



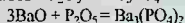
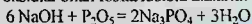
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning issiq suv bilan ta'sirida pirofosfat kislotasi hosil bo'ladi:



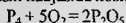
Agar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> qaynoq kislotasi bilan ta'sirlashsa ortofosfat kislotaga aylanadi:



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - asoslar va asosli oksidlar bilan fosfat kislotasi tuzlarini hosil qiladi.



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - fosfoni havoda to'la yonishi natijasida hosil bo'ladi.



Orto-, meta-, pirofosfat kislotalarining bir-biriga o'tish sxemasi:

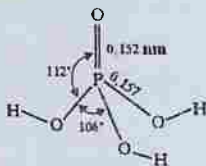


H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - kam miqdorda suv bilan aralastirilganda siropsimon suyuqlik hosil bo'ladi.

Meta-, piro-, ortofosfat kislotalarining anionlarini farqlash uchun AgNO<sub>3</sub> bilan reaksiyasidan foydalaniladi.

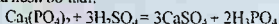
Metafosfat kislotasi Ag<sup>+</sup> bilan oq cho'kma hosil qiladi. Metafosfat kislotasi (HPO<sub>3</sub>)<sub>x</sub>, x=2,3,6 ... turdagi polimer moddalaridir. Orto- va pirofosfat kislotasidan farq qilib metafosfat kislotaga oqsil moddalarini cho'ktiradi, bu uing polimer xarakterini ko'rsatadi. Pirofosfat kislotasi anioni oq cho'kma Ag<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ni hosil qiladi. Lekin u tuxum oqsilini cho'ktira olmaydi. Ortofosfat kislotasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> AgNO<sub>3</sub> bilan sariq cho'kma hosil qiladi.

Ortofosfat kislotasi o'rtacha kuchli elektrolit (K<sub>1</sub>=7,52·10<sup>-3</sup>, K<sub>2</sub>=6,31·10<sup>-8</sup>, K<sub>3</sub>=1,26·10<sup>-12</sup>) hosil qiladi. Uning turli tuzlari ma'lum: NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Ortofosfat kislotaning molekulasining tuzilishi (31-rasm) ko'rsatilgan. Markaziy atom fosfor sp<sup>3</sup> gibridlangan. P-O bog'ining uzunligi 0,157 nm. P=O bog'i bo'lsa 0,152 nm ga teng, O-P-O valent burchaklar 106°C ni tashkil etadi.



31-rasm. Ortofosfat kislotasi molekulasining tuzilishi.

Texnikada ortofosfat kislotasi kalsiy fosfatni sulfat kislotasi bilan parchalash orqali olinadi. Bunda 85% li fosfat kislotasi hosil bo'ladi:



Bu usul ekstraksiya usuli deyiladi. Hosil bo'lgan kislotasi CaSO<sub>4</sub> dan suvdan eritib ajratiladi. Filtrlash orqali erimaydigan tuz ushlab qolinadi.

Ternik fosfat kislotasi olish uchun kalsiy fosfatdan avval fosfor, so'ngra fosfor (V) oksid undan esa  $H_3PO_4$  olinadi.

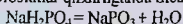
Laboratoriya  $H_3PO_4$  fosforini 30% li nitrat kislotasi bilan oksidlaganda hosil bo'ladi:  
 $3P + 5HNO_3 + 2H_2O = 3H_3PO_4 + 5NO$

Metafosfat kislotasi ( $HPO_3$ )<sub>n</sub> polimer tuzilishga ega. Bu kislotasi shishasimon moddadir. Eritmada polimerlar holatida mavjud. Ular zaharli birikmalar hisoblanadi. Uning tuzlari  $Na_3P_3O_9$ ,  $Na_4P_3O_{12}$ ,  $Ca_3(P_3O_9)_2$  ma'lum.

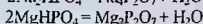
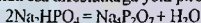
Pirofosfat kislotasi ortofosfat kislotani 260°C gacha qizdirish natijasida hosil bo'ladi:  
 $2H_3PO_4 = H_4P_2O_7 + H_2O$

Kislotaning o'rta va nordon tuzlari ma'lum. Bunday tuzlarga  $Na_4P_2O_7$ ,  $NaH_2P_2O_7$ ,  $Na_2H_2P_2O_7$ ,  $Na_3HP_2O_7$  kiradi. Tuzlari suvda yaxshi eriydi va kislotali xossaga ega.

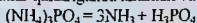
Ortofosfat kislotasining natriy, kaliy, ishqoriy metallar va ammoniy ionlari bilan hosil qilgan tuzlari suvda eriydi.  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  va boshqa metallar bilan hosil qilgan tuzlari esa suvda yomon eriydi. Ortofosfatlarning o'ziga xos xususiyati bu tuzlarining qizdirishga munosabatidir. Bunda digidroortofosfatlar qizdirilganda metafosfatlarga o'tadi:



Gidrofosfatlar qizdirilganda esa difosfatlarga yoki pirofosfatlarga aylanadi:



O'rta tuzlar yoki ortofosfatlar qizdirilganda ammiak va kislotaga parchalanadi:

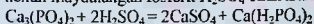


Kimyoviy toza ortofosfat kislotasi tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, sun'iy achitqilar va salqin ichimliklar tayyorlashda ishlatiladi. Ortofosfat kislotaning tuzlari qattiq suvlarni tozalashda keng ishlatiladi.

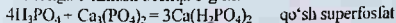
**O'g'itlar ishlab chiqarish.** Fosfat kislotasi tuzlari qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega. Fosfor oqsil moddalarning tarkibiga kiradi. O'simliklar fosforini tuproqdan fosfat kislotasi tuzi holida oladi. Lekin uning miqdori tuproqda kam bo'ladi. Yerning hosildorligini oshirish uchun fosforli o'g'itlar solinadi.

Tabiiy fosforitlar va apatitlar kam eriydigan  $Ca_3(PO_4)_2$  holida bo'ladi. Shunday holatda ular maydalansa suyak talqoni deyiladi va ular ham o'g'it sifatida ishlatiladi. Ularning eruvchanligi yomonligi sababli fosforitlar eruvchan nordon tuzlarga o'tkaziladi.

Superfosfat olish uchun maydalangan fosforit  $H_2SO_4$  bilan aralashtiriladi.



Bunda gips va kalsiy digidrofosfat hosil bo'lib u yaxshi eriydi. Hosil bo'lgan tuz oddiy superfosfat deyiladi. Shunga o'xshash boshqa o'g'itlar ham olinadi:



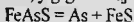
### 12.3. Mishiyaq guruhchasi elementlari

Mishiyaq, surma va vismut erkin metallarga o'xshash, ular azot va fosforga o'xshamaydi. Lekin bu elementlarning muhim birikmalari, formulasi, xarakteri, tuzilishi, ionlanish, elektron, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarda ishtirok etishi bo'yicha bu elementlarga o'xshaydi.

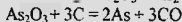
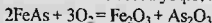
**Mishiyaq (Arsenicum)** –  $5 \cdot 10^{-1}$  % miqdorda uchraydi. 1690 yil Shreder tomonidan ochilgan. Tabiatda  $As_4S_4$  realgar,  $As_2S_3$  surinigmat,  $FeAsS$  arsinopirit holida uchraydi.

Tabiatda mishyakning bitta izotopi mavjud:  $^{75}_{33}\text{As}$ . Mishyakning bir nechta radioaktiv izotoplari ham olingan.  $^{75}_{33}\text{As}$  (yarim yemirilish davri 26,8 kun). U nishonli atom sifatida ishlatiladi.

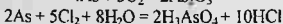
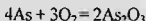
**Olinishi:** erkin holda mishyak uning metall birikmalaridan suyuqlantirish orqali olinadi. Buonda mishyak pechda haydaladi, yig'gichda ajratiladi:



yoki metall yoki sulfidli birikmalarini kisloroda yoqib, keyin qaytarib olinadi.

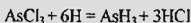


Mishyak fosforga o'xshab bir qancha allotropik shakl o'zgarishlariga ega. Oddiy haroratda metall mishyak va kulrang mishyak barqaror. Juda tez sovutilsa sariq mishyak  $\text{As}_4$   $d=2,0 \text{ g/m}^3$  hosil bo'ladi. Oddiy holda u sublimatsiyaga uchraydi. Elektr tokini o'tkazadi. Suvda erimaydi.

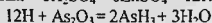
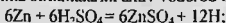


Mishyak va uning birikmalari kuchli zahar hisoblanadi. As birikmalarida  $\text{As}^{-3}$ ,  $\text{As}^{+3}$ ,  $\text{As}^{+5}$  birikmalari holatida uchraydi.

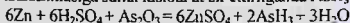
**Vodorodli birikmalari.** Mishyak gidridi. arsin  $\text{AsH}_3$ , rangsiz juda zaharli gaz, qo'llansa hidi bor, suvda kam eriydi.



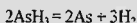
Arsin mishyakning hamma birikmalarini aktiv vodorod bilan qaytarishda hosil bo'ladi.



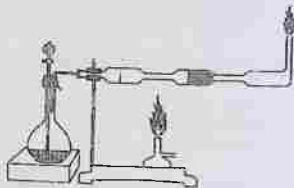
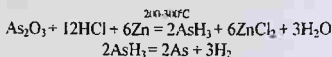
Rux va  $\text{As}_2\text{O}_3$  aralashmasiga sulfat kislotasi ta'sir ettirilganda  $\text{AsH}_3$  hosil bo'ladi:



$\text{AsH}_3$  suyuqlanish harorati - 113,5°C, qaynash harorati - 55°C. 1m<sup>3</sup> havoda  $\text{AsH}_3$  10<sup>-6</sup> gr bo'lsa odam uchun o'ldirish dozasi hisoblanadi. Arsin beqaror, qizdirilganda oson parchalanadi.

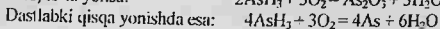


Bu xossasidan mishyakni aniqlashda (32-rasm) foydalaniladi, bu reaksiya 1836 yilda cheh alkimyogari Marsh tomonidan mishyakni olish uchun taklif etilgan:



32-rasm. Oz miqdordagi mishyak birikmalarini tahlil qilish uchun ishlatiladigan qurilma.

Arsin qizdirilganda parchalanadi, hosil bo'lgan mishyak sovutgichni sovuq qismida yig'iladi, xarakterli qora dog' bilan qoplanadi va bu "mishyak ko'zugi" ham deyiladi (usuni miqligi  $10^{-3}$  gr As).



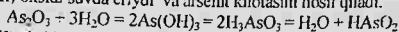
Arenidlar (arsenidlar) mishyakni metallar bilan hosil qilgan birikmalari. Bu birikmalar metallarga o'xshash tabiatga ega:  $\text{Cu}_3\text{As}$ ,  $\text{Ca}_3\text{As}_2$

Kislorodli birikmalari:  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$

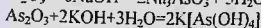
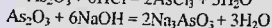
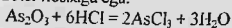
$\text{As}_2\text{O}_3$  - mishyak angidridi mishyakni havoda yonishi yoki mishyakni rudalarini qizdirish orqali olinadi.



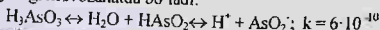
Mishyak (III) oksidi suvda eriydi va arsenit kilotasini hosil qiladi.



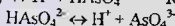
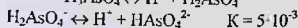
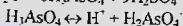
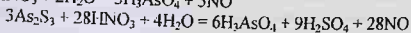
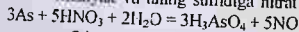
Mishyak (III) oksidi amfoter xossaga ega:



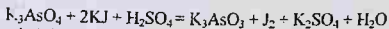
$\text{H}_3\text{AsO}_3$  (ortoarsenit kislotasi) - erkin holda olinmagan, faqat suvdagi eritmada mavjud, eritmada quyidagi muvozanatda bo'ladi:



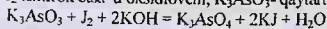
Mishyak va uning sulfidiga nitrat kislotaga ta'siridan ortoarsenit kislotasi hosil bo'ladi:



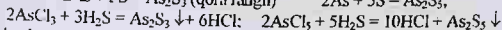
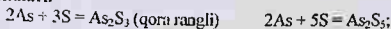
Bu kislotaning turlicha almashgan tuzlari ma'lum:  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HASO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_3$  - metaarsenit kislotasi ( $K=6 \cdot 10^{-10}$ ),  $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$  - piroarsenit kislotasi,  $\text{K}_3\text{AsO}_4$  - oksidlovchi:



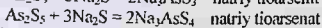
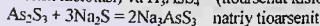
Agar reaksiyada  $\text{J}_2$  ishtirok etsa u oksidlovchi,  $\text{K}_3\text{AsO}_3$  - qaytaruvchidir:



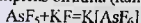
**Mishyak sulfidlari:**



Mishyak sulfidlarini  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$  yoki  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  bilan ta'siri orqali suvda eruvchan tiomishyak ( $\text{H}_3\text{AsS}_3$  - tioarsenit kislotasi) va  $\text{H}_3\text{AsS}_4$  - (tioarsenit kislotasi) hosil bo'ladi.



Mishyak birikmalari tibbiyotda, qishloq xo'jaligida insektitsid sifatida ishlatiladi.  $\text{As}_2\text{O}_3$  sichqonlarni (kemiruvchilarni) o'ldiruvchi dori sifatida qo'llaniladi.  $\text{AsF}_5$  gaz (suyuql. harorati  $-80^\circ\text{C}$ ). Agar KF ga  $\text{PF}_5$  qo'shilsa kompleks birikma (kaliy geksafitroarsenat) hosil bo'ladi:



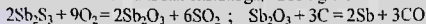
**Surma (Stibium).** Kumush rang oq metall. qattiq, mo'rt, suyuqlanish harorati  $630^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $1640^\circ\text{C}$ , elektr va issiqlikni o'tkazadi. Lekin kristallari mo'rt.

Tabiatda uchrashi. Surma yaltirog'i,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  antimonit. Sb qadim zamondan ma'lum.

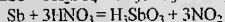
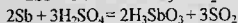
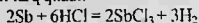
Tabiiy surma ikkita barqaror izotopdan iborat  $s_1^{121}\text{Sb}$  (57,25%),  $s_1^{123}\text{Sb}$  (42,75%).

Uning bir necha radioaktiv izotoplari olinagan.

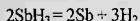
Surma sulfidlardan oksidlarga, va so'ngra oksidlaridan qaytarib olinadi:



Sb (sariq); Sb(qora, d=5.3); Sb (kulrang, d=5.8) Sb qotishmalarga ularga qattqlik berish uchun qo'shiladi. Sb, Pd, Sn qo'shilgan qotishmalar tipografik metall deyiladi yoki gart va tipografik shriflilar tayyorlashda ishlatiladi. O'z birikmalarida As, Sb ga o'xshaydi, undan metallik xossalari kuchliligiga bilan farq qiladi:

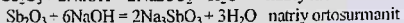
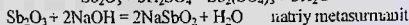
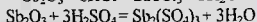
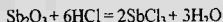


SbH<sub>3</sub> (stibin) surma gidrid zaharli gaz, hidi H<sub>2</sub>S ga o'xshaydi. Beqarorligi AsH<sub>3</sub> dan ko'ra yuqori.

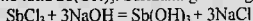


Sb ning metallar bilan hosil qilgan birikmalari antimanidlar deyiladi: AlSb, GeSb, ZnSb – yarim o'tkazgichlar sifatida elektronikada ishlatiladi.

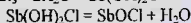
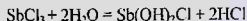
Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> surma (III) oksidi yoki surmanit angidridi, amfoter oksid, asosli xossasi kuchliroq:



Surmanit kislota oq cho'lama Sb(OH)<sub>3</sub>. Surmaning tuzlariga ishqor qo'shib olinadi:



Bu cho'lama kislota va asoslarda yaxshi eriydi. Surma (III) xlorid suvda oson gidrolizga uchraydi:

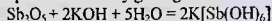


SbOCl – antimanit xlorid yoki surma oksixloridi.

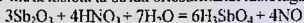
Surma (V) oksidi. Kislotali xossaga ega. Sariq rangli suvda yaxshi eriydigan modda.



HSbO<sub>3</sub> metasurmanat kislota; H<sub>4</sub>Sb<sub>2</sub>O<sub>7</sub> pirosurmanat kislota; H<sub>3</sub>SbO<sub>4</sub> ortosurmanat kislota. Surma(V) oksidi ishqorlarda erib kaliy geksagidroksostibat hosil qiladi:



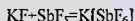
Surma(III) oksidi nitrat kislota ta'sirida ortosurmanat kislotaga o'tadi:



Surma(V) oksidiga xlorid kislota qo'shilganda u oson qaytarilib surma(III) tuzlariga aylanadi:



SbF<sub>5</sub>- (suyuql.baromti 8°C, qayn. harorati 142 °C) suyuq moddadir.U oson stibatlar hosil qiladi:

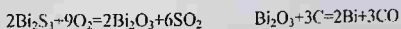


**Bismut (Bismutum).** Metallik xossalari shu guruhdagi boshqa elementlardan kuchliligiga bilan farq qiladi. Tabiatda erkin holda va birikmalar holda ko'p tarqalgan. 1819 yilda Bersilius tomonidan vismut simvoli kiritilgan.

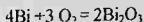
Oq yaltiroq metall o'zina qizg'ish – pushti rangga ega (suyuql. harorati 271°C). Bu metall mo'rt bo'lib, oson maydalanadi. Elektr tokini o'tkazadi.

**Tabiatda uchrashi.** Vismutli oxra – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Vismut yaltirog'i -Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. <sup>209</sup>Bi Bi monoizotop hosil qiladi.

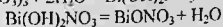
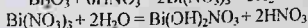
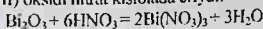
Sulfidlardan oksidlariga va oksidlardan qaytarish uchun ko'mir ishlatiladi:



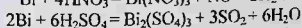
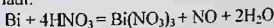
Vismut pushti rangli yaltiroq metall. Suyuqlanish harorati 271°C. Yuqori haroratda oksidga aylanadi:



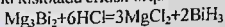
Sariq rangli vismut (III) oksidi nitrat kislotalada eriydi:



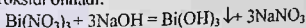
Hosil bo'lgan tuz vismut(III) nitrat deyiladi. Bismutning nitrat va sulfat kislotalada erishida vismut (III) tuzlari hosil bo'ladi:



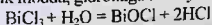
Vismutin ( $\text{BiH}_3$ ) juda beqaror hosil bo'lgan zaholi darhol parchalanadi. Vismutning magniy bilan qotishmasini xlorid kislotalada eritish orqali vismutin olinadi.



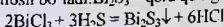
Bu birikma xona sharoitidayoq parchalanadi. Tuzlarga ishqorlar ta'sir ettirib oq rangli cho'kma vismut (III) gidroksidi olinadi:



$\text{BiCl}_3$  — kuchli gigroskopik modda, gidrolizga uchraydi:

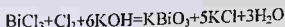


Bunda vismut(III) xloridi hosil bo'ladi.  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  — qora qo'ng'ir rangli cho'kma.

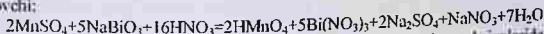


Bu cho'kma ishqoriy metallar va ammoniy sulfid ta'sirida erimaydi, ana shu xossa bilan  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  mihiyak va surmadan fuq qiladi.

Vismut (III) birikmalarini kuchli ishqoriy muhitda oksidlash orqali vismut(V) birikmalari olinadi:



$\text{Bi}_2\text{O}_5$  qizil qora rangli kukun modda.  $\text{BiF}_5$  qattiq modda (suyuql. harorati 151 °C, qayn. harorati 230°C).  $\text{HBiO}_3$  kislotalaning tuzlari ma'lum ( $\text{NaBiO}_3$  va  $\text{KBiO}_3$ ). Bu tuz kuchli oksidlovchi:

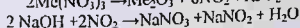
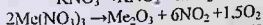
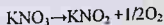


Vismut (III) birikmalari tibbiyotda ishlatiladi. Toza vismut yadro reaksiyalarida issiqlik o'tkazuvchi modda sifatida qo'llaniladi.

Vismut — 50% qo'rgoshin — 25% qalay — 12,5% va kadmiy — 12,5% qotishma 70°C da suyug'lanib, o't o'chirgich tiqin sifatida ishlatishi ma'lum.

**I-masala.** Noma'lum metal (+3 ok.daraj) va kaliy nitratlari qizdirilganda 15,65 gr qattiq qoldiq va gazlar aralashmasi hosil bo'ldi. Gazlar aralashmasi NaOH eritmasi orqali o'tkazilganda 0,225 mol nitrat va nitrit tuzlari hosil boldi. Yuqilgan qolgan hajmi 3,08 l. Dastlabki noma'lum metal nitratni aniqlang.

**Yechish.**



$$n(\text{O}_2) = 3,08 / 22,4 = 0,137 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2) = 2n(\text{NaNO}_3) = 2 \cdot 0,225 = 0,45 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2'') = 0,25 n(\text{NO}_2) = 0,25 \cdot 0,45 = 0,112 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,137 - 0,112 = 0,025 \text{ mol}$$

$$n(\text{KNO}_2) = 2n(\text{O}_2) = 0,05 \text{ mol}; m(\text{KNO}_2) = n \cdot m = 0,05 \cdot 85 = 4,25 \text{ g}$$

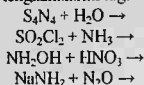
$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) = m_{\text{qoldiq}} - m(\text{KNO}_2) = 15,65 - 4,25 = 11,4 \text{ g}$$

$$n(\text{Me}_2\text{O}_3) = 1/6n(\text{NO}_2) = 0,45/6 = 0,075 \text{ mol}$$

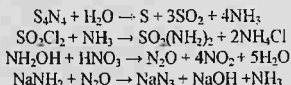
$$M(\text{Me}_2\text{O}_3) = m/n = 11,4 / 0,075 = 152 \text{ g/mol}$$

$$Ar(\text{Me}) = (152 - 48)/2 = 52 \text{ g/mol (Cr)}$$

2-masala. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring.



**Yechish.**



3-masala. Hajmiy nisbatlari 1:3 bo'lgan A modda bug'i va azot gazi aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 14,5 ga teng. Agar A gaz ham azotning birikmasi ekanligi ma'lum bo'lsa, birikmaning tarkibini va formulasini toping.

**Yechish.** Aralashmani 4 mol deb olinsa unda 1 mol A modda va 3 mol  $\text{N}_2$  bor. Ularning massalarini aniqlaymiz:

$$m(A) = M_r(A) \cdot \nu(A) = 1 \cdot M_r(A) = M_r, \quad m(\text{N}_2) = M_r(\text{N}_2) \cdot \nu(\text{N}_2) = 3 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 84 \text{ g}$$

Umumiy aralashmaning 4 mol  $\text{H}_2$  ga nisbatan zichligi 14,5 ga teng. Bundan:

$$\frac{m_{\text{aralashma}}}{m_{\text{H}_2}} = \frac{m(A) + m(\text{N}_2)}{\nu(\text{H}_2) M_r(\text{H}_2)} = \frac{M_r + 84}{4 \cdot 2} = 14,5 \text{ tenglamadan } M_r = 32 \text{ natijani olamiz.}$$

Demak, noma'lum azot birikmasi molyar massasi 32 g/mol ga teng. Bu faqatgina gidrazin -  $\text{N}_2\text{H}_4$  ( $M_r = 32$  g/mol) bo'lishi mumkin.

4-masala. Fosfoming kislorodli kislotalaridan birining 8,036 g miqdori suvda eritilib kislota eritmasi tayyorlandi. Kislotali eritmani metallga almashina oladigan vodorod to'liq almashinguncha ishqor eritmasi bilan neytrallandi. Bunda 1,96 l 0,1 n ishqor eritmasi sarflandi. Kislota ekvivalenti, molekulyar tarkibi va formulasini aniqlang.

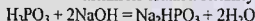
**Yechish.** Bunda dastlab qaysi kislota olinga bo'lsa ham sarflangan ishqor ekvivalent miqdorini aniqlaymiz:

$$n_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = V \cdot C_n = 1,96 \text{ l} \cdot 0,1 \text{ ekv/l} = 0,196 \text{ ekv}$$

demak kislotaning ekvivalent miqdori ham 0,098 ekv ga teng. Kislotaning ekvivalent molyar massasini topsak:

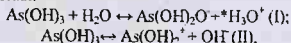
$$M_r(\text{HAc}) = m(\text{HAc}) / n_{\text{ekv}}(\text{HAc}) = 8,036 \text{ g} / 0,196 \text{ ekv} = 41 \text{ g/ekv.}$$

Masala shartini faqat ikki asosli fosfit kislota -  $\text{H}_3\text{PO}_3$  qanoatlantiradi xolos. Chunki  $\text{HP}(\text{OH})_2\text{O}$  ya'ni bevosita bir vodorodning fosfor bilan bog'langanligi faqat ikkita vodorod (OH guruhlardagi) almashina olishini ko'rsatadi. Reaksiya tenglamasi:



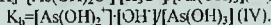
5-masala. Arsenit kislotasi suvli eritmada amfoter xossaga ega bo'lib eritmada  $\text{As}(\text{OH})_2\text{O}^-$  va  $\text{As}(\text{OH})_2^+$  ionlari ham mavjud bo'ladi. Arsenit kislotasi kislotalik va asoslik doimiyliklari tegishlicha  $K_a = 6 \cdot 10^{-10}$  va  $K_b = 10^{-14}$  ga teng. Eritmada yuqorida ko'rsatilgan ionlar izoelektrik nuqtada bir xil bo'ladigan vaqtda pH qiymati nechaga teng bo'ladi? Hisoblashlarda suvning ion ko'paytmasini  $10^{-14}$  ga teng deb oling.

**Yechish.** Arsenit kislota yoki  $\text{As}(\text{OH})_3$  ning amfoter asosning eritmadagi ionlanish jarayonlari quyidagicha boradi:

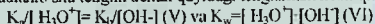


\* $\text{H}_3\text{O}^+$  - gidroksoniy ion i eritmada shartli ravishda  $\text{H}^+$  ionlari bilan ifodalanadi.

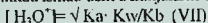
Birikmaning eritmadagi kislotalik va asoslik doimiyliklarini ifodalaymiz:



Izoelektrik nuqta uchun yani  $[\text{As}(\text{OH})_2\text{O}^-] = [\text{As}(\text{OH})_2^-]$  bo'lgan holatda III va IV tenglamalardan foydalanib shu tenglik uchun quyidagi tenglamani hosil qilamiz:



V-VI tenglamalarni birgalikda ishlab ushbu natijalarni olamiz:



Eritmadagi pH qiymatni yuqoridagi tenglamalardan foydalanib hisoblaymiz.

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -1/2(\lg K_w + \lg K_a + \lg K_b) = -1/2(\lg 10^{-14} + \lg 6 \cdot 10^{-11} + \lg 10^{-14}) \approx 4,6$$

**6-masala.** Vodorodning mishyak bilan birikmasi 3,85 % H saqlaydi. Havo

bo'yicha zichligi 2.7. Haqiqiy formulasini aniqlang

**Yechish:**  $\text{As}_x\text{H}_y$  birikmadagi mishyakning massa ulushini topamiz:

$$(100 - 3.85) = 96.15 \text{ ga teng } x : y = 96,15/75 : 3,85/1 = 1,28 : 3,85 = 1 : 3$$

Birikmaning sodda formulasi  $\text{AsH}_3$  - ko'rinishda bo'ladi. Uning molekulyar massasi  $M_r = 29 \cdot D_{\text{havo}} = 29 \cdot 2,7 = 78,3$  ga teng.

Demak, birikma formulasi  $\text{AsH}_3$  ekan. Javob:  $\text{AsH}_3$ .

Agar shu tipdagi masalalarda ham anorganik moddalar massalari ma'lumi bo'lsa yoki gazsimon moddalar zichligidan (yoxud molyar massasini topish uchun yetarli ma'lumotlar bo'lsa) foydalanib molyar massani shu guruh uchun xos bo'lgan vodorodli birikmalar umumiy formulasini qo'llab masalani osongina yechish mumkin. Yuqoridagi masala uchun As elementi uchun guruh ( $\text{EH}_3$ )<sub>n</sub> birikmalarni hosil qiladi. Ya'ni As uchun  $(\text{AsH}_3)_n$  tarkibli birikma umumiy formula bo'yicha molyar massasi  $M_r = (75,3 + 3)n = 78,3n$  tenglamadan  $78,3n = 78,3$  yani  $n=1$  kelib chiqadi. Demak, birikma formulasi  $\text{AsH}_3$  ekan.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Beshinchi guruhning asosiy guruhchasi elementlarining umumiy xarakteristikasi. Ularning har xil oksidlanish darajasidagi birikmalarining barqarorligini o'zgarishi. Guruhchada tepadan pastga o'tgan sari ionlanish potentsiallari va elektroniga moyillikning o'zgarish sabablari. Azot atomi va molekulasini taqqosiy tavsifi.  $\text{N}_2$  ning tuzilishini valent bog'lar va molekulyar orbital usuli nazariyalari asosida tushuntirish. Molekuladagi atomlarning valentligi va bog' tartibi.

2. E(III) lamning vodorodli birikmalari. Ularning tuzilishi (markaziy atonning tutgan gibridlanish holati barqarorligining o'zgarishi).  $\text{EH}_3$  birikmalarning barqarorligi va qaytaruvchilik xossasining pasayishi. Ammiakka xos bo'lgan reaksiyalar; birikish, almashinish, oksidlanish, kompleks hosil qilish. Azotning vodorodli boshqa birikmalari: gidrazin, gidroksilamin, azidovodorod kislotalari.

3. Ammoniy tuzlari. Olinishi. Eritmada gidrolizga uchrashi. Ularning tenniik parchalanish mexanizmining kislota qoldig'ining xossasiga bog'liqligi.

4. Azot (I), (II), (III), (IV) va (V) oksidlari. Ularning xossalari, barqarorligi, olinishi. Nitrit kislota, kislotali va oksidlovchi-qaytaruvchi xossalari. Nitrat kislotalari, xossalari. Sanoat va laboratoriyada olinishi. Nitrat kislota tuzlari parchalanishining o'ziga xosligi.

5. Azot o'g'itlari. Olinishi.

6. Fosforning allotropik holatlari, molekularining tuzilishi, xossalari. Tabiatdagi xomashyodan olinishi.

7. Fosfin, ammiakka taqqoslangan donorlik va qaytaruvchilik xossalari. Fosfidlar, olinishi, xossalari.

8. Fosforning galogenidlari, xossalari, gidrolizlanishi. Kislородli birikmalari, olinishi, molekularining tuzilishi, xossalari. Gipofosfit, fosfit, metafosfat, pirofosfat va ortofosfat kislotalari, olinishi, xossalari. Ekstraksiyon va termik fosfat kislotalarning olinishi.

9. Fosfat kislotalarning tuzlari, ularning eruvchanligi, termik barqarorligi. Katsiy fosfatlarning suv va kislotalarda eruvchanligi. Fosfor o'g'itlari, olinishi, ishlatilishi.

10. Mishtyak guruhchasi elementlarning fizikaviy va kimyoviy xossalari o'xshashligi va farqlari. Elementlarning elektrod potentsiallari qatoridagi o'imi. Ularning kislota, ishqor va galogenlar bilan reaksiyalari. Element har xil oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarining barqarorligini o'zgarishi.

11. Mishtyak guruhchasi elementlarining vodorod birikmalarini umumiy xarakteristikasi, ularning barqarorligi va qaytaruvchilik xossalari o'zgarishi.

12. Mishtyak guruhchasi elementlarining kislородli birikmalari, ularda amfoter va oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari namoyon bo'lishi.

13. Mishtyak guruhchasi elementlari sulfidlari va ularning kislota - asos xossalari; tiotuzlarni hosil qilish qobiliyati; tiotuzlarning beqarorligi.

### Savol va topshiriqlar

1. Nima uchun azot atomining ionlanish potentsiali azot molekulasinikidan pastroq?

2. Qanday moddalarning ta'sirida quyidagi birikmalardan ammoniak olish mumkin: a)  $N_2$ ; b) ammoniy tuzi; v)  $HNO_3$ ; g)  $AlN$ ? Reaksiyalar tenglamalarini keltiring.

3. Nima uchun ammoniakning elektron - donorlik xossasi fosfin, arsin, stibin va vismutinamikiga qaraganda kattaroq?

4. Ammoniy nitrit, nitrat, bixromat, karbonat, sulfat, xlorid va fosfatlarning termik parchalanish reaksiyalarining tenglamalarini yozing

5. Ammoniy xlorid, karbonat va atsetatning gidroliz reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

6. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:

a)  $CaOCl_2 + NH_3 \rightarrow$ ; b)  $N_2H_4 \cdot H_2SO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow N_2 + ;$  v)  $NH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow$ ; g)  $HN_3 + H_2S \rightarrow$ ; d)  $HN_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ ; e)  $CaCN_2 + H_2O \rightarrow$

7. Azot (I), (II), (III), (IV) va (V) oksidlarning olinish reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

8. NO molekulasini diamagnitni yoki paramagnitni? Nima uchun?

9. Azot oksidlaridan qaysi birini elementlardan hosil qilish mumkin? Nima uchun boshqa oksidlar bilvosita yo'l bilan olinadi?

10. Ishqor bilan o'zaro ta'sir qila oluvchi azot oksidlarning reaksiya tenglamalarini yozing.

11. Qanday qilib atmosferadagi azot va suvning asosida  $NH_4NO_3$  hosil qilish mumkin? Tegishli reaksiyalarni yozing.

12. Nima uchun nitrit kislotalarni tuzlari eritnada oksidlovchi-qaytaruvchi xossalarni saqlab qoladi, nitrat kislotalarni tuzlari esa bunday xossaga ega emas?

13.  $HN_3 + HNO_2 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)

14.  $K_2Cr_2O_7 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)

15.  $(C_6H_{10}O_5)_n + HNO_3(aq) \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)

16. Konsentrlangan nitrat kislotalarni kumush va fosfor hamda suyultirilgan nitrat kislotalarni mis va magniy bilan reaksiyalari tenglamalarini yozing.

17. Natriy, mis va kumush nitratlarning parchalanish reaksiyalarini yozing. Nima uchun bu tuzlarning parchalanish natijalari har xil?

18. Quyidagi tuzlar parchalanganda qaysi bir metall nitritidan uning oksidi hosil bo'ladi:  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ ?

19. 10 litr ammiak va neon aralashmasiga, 3litr vodorodxlorid (bir xil sharoitda) qo'shildi. bunda o'rtacha massasi 22.4 g/molga teng bo'lgan gazlar aralashmasi hosil bo'ldi. Dastlabki gazlar aralashmasidagi gazlarning massa ulushini aniqlang.

20. Uglarod (IV) sulfidni noma'lum azot oksidi bilan oksidlash natijasida,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  va  $\text{N}_2$  gazlar aralashmasi hosil bo'ldi. Ushbu gazlar aralashmasi mo'lj miqdorda  $\text{KMnO}_4$  eritmasi orqali o'tkazilganda aralashma massasi 2,56 ga kamaydi. Qolgan aralashmani oxakli suv orqali o'tkazildi, bunda yutilmagan gazning hajmi 672 ml (n.sh/) ni tashkil etdi. Noma'lum azot oksidini aniqlang.

21. Quyidagi tuzlarning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini yozing.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{CN}$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{KNO}_2$ .

22. Quyidagi molekullarning magnit xossalarini MO diagrammasini chizish orqali izohlang.  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2^+$ ,  $\text{N}_2^-$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}^-$ .

23. Azot, ammiak va nitrat kislotalarning sanoatda va laboratoriyada olinish reaksiyalarini yozing.

24. Ushbu reaksiya:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  nechinchi tartibli reaksiya hisoblanadi? Reaksiyaning molekularligi nechiga teng?

25. Ushbu reaksiya:  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$  nechinchi tartibli reaksiya hisoblanadi? Reaksiyaning molekularligi nechiga teng?

26. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:

a)  $\text{P} + \text{Ba}(\text{OH})_2$ ; b)  $\text{P} + \text{HClO}_3 \rightarrow$

27. Nima uchun fosfinning elektron-donorlik xossasi ammiaknikiga nisbatan pastroq, lekin alkilalmashigan fosfinlamiki (masalan,  $\text{P}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  da) fosfundan kattaroq?

28. Fosfoniyl tuzlarini qanday sharoitlarda hosil qilish mumkin?

29. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang: a)  $\text{CuSO}_4 + \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; b)  $\text{PH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ ; c)  $\text{Mg}_3\text{P}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}$  (suyult.)  $\rightarrow$

30. Gipofosfit, fosfit va pirofosfat kislotalarning dissotsilanishning bosqichligiga asoslanib grafik formulalarining yozing.

31. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:

a)  $\text{BaHPO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ; b)  $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ; v)  $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

32. Nimani ta'sirida metafosfat, pirofosfat va ortofosfat ionlar bir-biridan farq qiladi?

33. Nima uchun  $\text{HNO}_3$  monomer,  $\text{HPO}_3$  esa polimer?

34. Reaksiya tenglamasini tugallang:  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \div \text{HNO}_3 \rightarrow$

35. Ikkilamchi va uchlamchi kalsiy fosfatlarning xlorid va sirka kislotalarga munosabati qanday?

36. Quyidagi o'zgarishlar reaksiyalarini yozing:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

37. Reaksiya tenglamasini tugallang:  $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$

38. Natriy gidro- va digidrofosfatlarning termik parchalanish reaksiyalarini yozing.

39. Reaksiya tenglamasini tugallang:  $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \rightarrow$

40. Mishyak guruhchasi elementlarining suv, xlorid va suyultirilgan sulfat kislotaga munosabati qanday? Javobni izohlang.

41. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:

a)  $\text{As} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; b)  $\text{NaAsO}_2 + \text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow$ ; v)  $\text{As}_2\text{NO}_3 + \text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; g)  $\text{AsCl}_3 + \text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

42. Mishyak va surma kislorodda yonganda qanday oksidlar hosil bo'ladi?

43. Quyidagi qatorlarda: a)  $As_2O_3 - Sb_2O_3 - Bi_2O_3$ ; b)  $As_2O_5 - Sb_2O_5 - Bi_2O_5$ , kislota - asos va oksidlovchilik - qaytaruvchilik xossalarning o'zgarishini ko'rsating.

44.  $AsCl_3$  va  $Na_3AsO_4$  tuzlaridan qaysi biri chuqurroq gidrolizga uchraydi? Nima uchun?

45. Qanday moddalar vositasida  $Sb(OH)_3$  va  $Bi(OH)_3$  lami ularning cho'kma aralashmasidan ajratish mumkin?

46. Mishiak guruhlasi elementlari uch xloridlaridan qaysi biri chuqurroq gidrolizga uchraydi? Nima uchun?

47. Eritmada  $Sb(III)$  va  $Bi(III)$  ionlari bor. Qanday reaktivlar ta'sirida ularni bir-biridan ajratish mumkin? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini keltiring.

48. Mishiak guruhlasi elementlarini  $E_2S_3$  tipdagi sulfidlari aralashmasiga natriy sulfid ta'sir qilindi. Kuzatilgan reaksiyalar tenglamalarini yozing.

49.  $Bi_2S_3$  qaysi moddani ta'sirida erishi mumkin? Reaksiya tenglamasini yozing.

50. Nima uchun  $Na_3AsO_4$  ga xlorid kislotasi muhitida  $H_2S$  ta'sir qilinganda  $As_2S_5$  dan tashqari  $As_2S_3$  va  $S$  ham hosil bo'ladi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozib, javobingizni izohlang.

51.  $Sb_2O_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

52. Quyidagi birikmalardan qaysi biri eng kuchli oksidlovchi: a)  $Na_3AsO_4$ ; b)  $Na[Sb(OH)_6]$ ; v)  $KBiO_3$ ? Nima sababdan?

53. Quyidagi reaksiyalarda  $Bi(III)$  ning oksidlanish darajasi qanday o'zgarishi mumkin: a)  $Bi(NO_3)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow$ ; b)  $Bi(OH)_3 + K_2S_2O_8 + KOH$  (Reaksiyalar tenglamasini tugallang).

54. Quyidagi reaksiyada kaliy vismutat qanday xossasini ko'rsatadi:

$KBiO_3 + Mn(NO_3)_2 + HNO_3 \rightarrow ?$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

55.  $As_2S_5 + HNO_3 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

### XIII BOB. IV-GURUHNING p-ELEMENTLARI

IV guruhi p-elementlariga uglerod, kremniy, germaniy, qalay va qo'rg'oshin kiradi. Bu elementlarning tashiqi qavatida 4 tadan elektron bor. Ularning oksidlanish darajasi  $-4$ ,  $+2$  va  $+4$  bo'ladi. Qaytaruvchilik xossasi atom radiusi ortishi bilan kuchayadi. Oksidlovchilik xossasi ugleroddan qo'rg'oshinga qarab kamayadi.

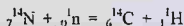
**Uglerodning tabiatda tarqalishi.** Uglerod keng tarqalgan kimyoviy element bo'lib, u ko'p noorganik va organik moddalar tarkibiga kiradi. Uglerod minerali ko'proq karbonatlar holida uchraydi:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  soda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  pironit,  $\text{MgCO}_3$  magnezit,  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  dolomit,  $\text{CaCO}_3$  viperit va temir shpati  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{ZnCO}_3$  marganets va rux shpati holatida uchraydi. Shuningdek suvni tarkibida kalsiy va magniy gidrokarbonatlari holatida uchraydi.

Organik dunyoda uglerod eng asosiy element hisoblanadi. Uning miqdori hamma kimyoviy elementlar miqdoridan 10 marta ko'p. Bu oqsil, vitaminlar, yog', neft, ko'mir asosida qazilma boyliklar, antratsen qo'ng'ir ko'mir slanes va boshqalar.

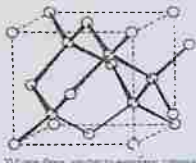
Tabiatda uglerodning ikkita barqaror izotopi ma'lum:  ${}^6_{12}\text{C}$  (98,892%) va  ${}^6_{13}\text{C}$  (1,108%). Uglerodning atom massasi 10 dan 16 gacha bo'lgan radioaktiv izotoplari olingan.

Atmosferada neytronlar ta'sirida uglerodning radioaktiv izotopi  ${}^6_{14}\text{C}$  izotopi hosil bo'ladi. O'simliklar va tirik organizmlar qoldig'iga qarab topilmalarning yoshi shu izotop miqdoridan aniqlanadi



**Fizik xossalari.** Uglerod tabiatda grafit va olmos holida uchraydi. Sintetik usulda olingan karbin va polikumulen allotropik shakl o'zgarishlar ham ma'lum.

**Olmos.** Qattiq rangsiz kristall modda.  $\text{sp}^3$  gibridlanish tufayli har bir uglerod atomi boshqa to'rtta uglerod atomi bilan sigma bog' yordamida bog'langan. Atomi kub kristall panjara hosil qiladi (33-rasm). Uglerod atomlari orasidagi masofa 0,154 nm. Olmosning qattiqligining sababi har bir uglerod atomi boshqasi bilan ikki elektroni bog' hosil qilganidir. Olmosning zichligi  $3,5 \text{ g/cm}^3$ .

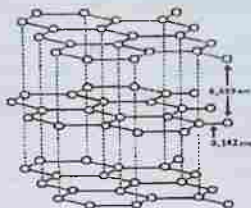


33-rasm. Olmos kristall panjarasining tuzilishi.

Olmos va boshqa nodir metallar og'irligi karatlarda belgilanadi (1 karat 0,2 g). Hozirgacha topilgan olmoslar ichida eng kattasi Janubiy Afrikada topilgan "Kulinom" olmosi. Uning og'irligi 3020 karat yoki 604 g. Olmosdan metallarni teshishda, burg'lashda, aniq uskunalar tayyorlashda ishlatiladi.

**Grafit.** Geksagonal tuzilishga ega bo'lgan qora qo'ng'ir modda, u qavatli tuzilishga ega (34-rasm). Bunda uglerod atomlari  $\text{sp}^2$  gibridlanishga ega. Bunda har bir atom uchta kovalent bog' hosil qiladi. 4 ta elektrondan ikkitasi bog' hosil qilishda ishtirok etmaydi.

Uglerod atomlari orasidagi masofa 0,142 nm, uglerod atomlari qatlamlari bo'lsa bir-biridan 0,689 nm uzoqlikda joylashgan. Grafiting zichligi 2,1-2,5 g/sm<sup>3</sup>.

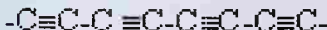


34-rasm. Grafrit kristall panjarasining tuzilishi.

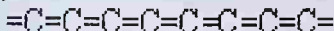
Grafrit elektrodlar tayyorlashda, yog'lash materiallari tayyorlashda va yadro reaktorlarida neytronlarni sekinlashtiruvchi modda sifatida keng ko'lamda qo'llaniladi. Butun dunyoda ishlab chiqariladigan grafiting ma'lum qismi qatlamlar tayyorlashga ketadi.

Grafitda 100000 atm bosimda 3000-3500°C da sun'iy olmos olinadi. 1000°C qizdirilsa olmos grafitga aylanadi. 1750°C bu jarayon tezlashadi.

**Karbin.** Uglerodning uchinchi shakl o'zgarishi karbin deyiladi. U chiziqli polimer. Karbinda uglerod atomlari o'zaro uch bog' bilan bo'langan. Karbin yarin o'tkazgich, yorug'lik ta'sir etganda unung o'tkazuvchanligi anchagina oshadi:



Xuddi shunga o'xshash birikma polikumulen ham ma'lum bo'lib uglerodning yana bir shakl o'zgarishi ham deyiladi:



Keyinchalik karbin tabiatda borligi aniqlangan.

Hozirgi paytda nanotexnologiya usullari yordamida uglerodning chiziqli polimeri grafen olingan. Bu tola hosil qiluvchi polimer. Uning qalinligi soch tolasidan 150000 marta kichik, lekin pishiqligi po'latdan minglab marta yuqori. Bunday toladan to'qilgan parda ichidagi narsalar ko'zga ko'rinmaydi. Grafening amaliy ahamiyati nihoyatda kattadir.

**Amorf ko'mir** (uglerod yoki saja). Amorf ko'mirning hamma turi sun'iy usulda olinadi.

Saja – qattiq, suyuq va gazsimon ko'mir tutgan moddalarni to'la yonmasligi natijasida hosil bo'ladi. Sajadan bo'yoqlar, tush, kauchukka qo'shiladigan qo'shimcha sifatida ishlatiladi.

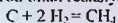
**Kimyoviy xossalari.** Uglerodning hamma allotropik shakl o'zgarishlari kimyoviy jihatdan inert. Masalan, olmos ko'p kimyoviy reaktivlar bilan ta'sirlashmaydi. Unga yuqori haroratda kuchli oksidlovchilar ta'sir etadi. Masalan, kislorod, zar suvi, nitrat kislotasi. Bunda olmos CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi.

**Grafrit.** Kimyoviy ta'sirga grafrit olmosga qaraganda faolroqdir. Amorf ko'mir grafitga qaraganda tezroq reaksiyaga kirishadi.

Kuchli oksidlovchilar ta'sirida uglerodning (II) yoki (IV) valentli birikmalari hosil bo'ladi.

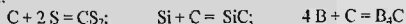


Yuqori haroratda uglerod vodorod bilan reaksiyaga kirishadi:



CH<sub>4</sub> kovalent bog'lanishli, molekula tetraedrik tuzulishga ega. Uning molekulasiz qutbsiz tabiatga ega.

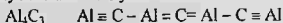
Shuningdek harorat ta'sirida olingugurt (1000°C), kremniy (2000°C) va bor (2000°C) bilan ta'sirlashadi:



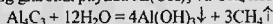
SiC va B<sub>4</sub>C kovalent tabiatli polimer birikmalar. Ular juda qattiq, qiyin suyuqlanuvchan, kimyoviy jihatdan inert ekanligi bilan tafsiflanadi.

**Karbidlar.** Metallarning uglerod bilan hosil qilgan birikmalaridir Karbidlar odatda kristall moddalar. Ularda kimyoviy bog'lanish tabiati har xil.

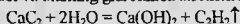
I, II, III guruh elementlarining karbidlari ion bog'lanishga yaqin bog'lanishga ega. Bularga misol qilib aluminiy karbid va kalsiy karbidni olish mumkin.



Aluminiy karbidning gidrolizi paytida Al(OH)<sub>3</sub> va CH<sub>4</sub> hosil bo'ladi

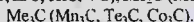


Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> (suyuql. harorati 2800°C), Be<sub>2</sub>C (2150°C) metanidlariga kiradi, ular qiyin suyuqlanuvchan va ularning gidrolizidan metan ajralib chiqadi. S va d- elementlar karbidlari atsetilen birikmalari hisoblanadi va ularning gidrolizida atsetilen hosil bo'ladi:



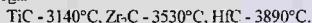
Bunday birikmalarga Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, CaC<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(C<sub>3</sub>)<sub>2</sub> kiradi. Ular setilenidlar deyilib, ularga Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub> va Cu<sub>2</sub>C<sub>2</sub> birikmalari ham kiradi.

d-elementlar karbidlari juda xilma xil:



Karbidlar o'zgaruvchan tarkibli birikmalarga kiradi, Masalan TiC<sub>0.6-1.0</sub> yoki VC<sub>0.58-1.0</sub>.

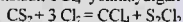
Bularning ko'pi metallik xossalarini namoyon etadi. Ularning elektr o'tkazuvchanligi yuqori, metallik yaltiroqligi bor. d-elementlar karbidlari qattiq, issiqqa chidamli, yuqori suyuqlanish haroratiga ega.



MeC – karbidlar juda issiqqa va haroratga chidamli, masalan: TiC, VC, NbC, Mo<sub>2</sub>C, W<sub>2</sub>C.

**Uglerodning galojenli hosilalari.** O'zidagi sharoitda CF<sub>4</sub> - gaz, CCl<sub>4</sub> - suyuqlik, CBr<sub>4</sub> va Cl<sub>4</sub> lar qattiq moddalardir. Yo'dga o'tgan sari birikmalarning barqarorligi kamayadi. Grafit faqat flor bilan qizdirilgandagina CF<sub>4</sub> gacha oksidlanadi. Bu birikma rangsiz, tiniq gaz kimyoviy inert moddadir (suyuql. harorati -184 °C).

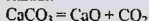
CCl<sub>4</sub> olish uchun CS<sub>2</sub> xlordanadi, CCl<sub>4</sub> yonmaydigan erituvchi sifatida ishlatiladi:



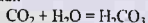
**Uglerod (IV) oksid.** Ko'p nuqtda CO<sub>2</sub> vulqon gazi chiqadigan yoruqlardan ajraladi. Undan mineral suvlar tayyorlanadi.



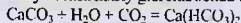
Sanoatda kalsiy karbonatdan olinadi:



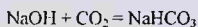
Karbonat angidrid havodan 1,5 marta og'ir gaz. U g'orlarning tagida, shaxtalarda yig'iladi. CO<sub>2</sub> sovutilganda muz hosil bo'ladi. Bir litr suvda 15°S da bir litr CO<sub>2</sub> eriydi. U suvda erib karbonat kislota hosil qiladi.



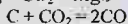
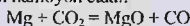
Agar CaCO<sub>3</sub> CO<sub>2</sub> bilan to'yintirilsa kalsiy gidrokarbonati hosil bo'ladi:



Agar natriy gidroksidi CO<sub>2</sub> bilan to'yintirilsa:



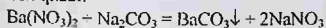
$\text{CO}_2$  – oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



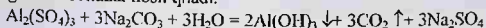
$\text{H}_2\text{CO}_3$  – beqaror kislota, uning uchun  $K_1 = 1,31 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_2 = 4,84 \cdot 10^{-11}$  unga quyidagi orto kislota to'g'ri keladi:  $\text{H}_2\text{CO}_3$  bularning tuzlari barqaror.

Texnikada ichimlik sodasi –  $\text{NaHCO}_3$ , soda –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va potash –  $\text{K}_2\text{CO}_3$  va ohaktosh, marmar, bo'r  $\text{CaCO}_3$  ahamiyatga ega.

**Soda.** Kuchli elektrolit. Soda kalsiy, stronsiy, bariy va magniy ionlari bilan erimaydigan karbonatlar hosil qiladi:

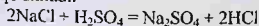


Boshqa kationlar bilan magniy, vismut, temir va aluminiy ionlari olinsa, ulardan karbonatlar va gidrokarbonatlar hosil qiladi.

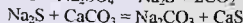
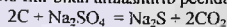


Hozirgi kunda soda olishning uch xil usuli bor: Leblan, Solvey va elektrolitik usullar.

**Leblan usuli.** 1781 yilda fransiyalik olim Leblan yaratgan. Buning uchun osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota qo'shiladi:



Natriy sulfatni ohak va ko'mir bilan amalastirib pechda kuydiriladi.

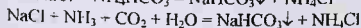
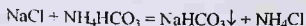


Olingan HCl xlorid kislota olishiga ketadi. CaS - oltingugurt olish uchun sarflanadi.

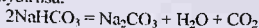
**Solvey usuli.** Suvda kam eriydigan gidrokarbonatlar hosil bo'lishiga asoslangan.

Bunda NaCl hamda  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  orasidagi reaksiyadan foydalaniladi.

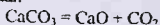
Jarayon quyidagicha amalga oshiriladi. Kalsiy va magniy ionlaridan tozalangan osh tuzini ammiak bilan to'yintirib  $\text{CO}_2$  yuboriladi. Shunda  $\text{NaHCO}_3$  cho'kmasi tushadi. Buni filtrlab  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ajratib olinadi:



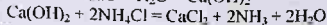
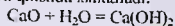
Agar gidrokarbonat kuydirilsa:



$\text{CO}_2$  kalsiy karbonatdan olinadi.



CaO ammiakni regeneratsiya qilishda ishlatiladi.



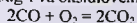
Solvey usuli bilan olingan soda 98,5% natriy karbonat, 0,75% osh tuzi, 0,03% natriy sulfat tuzi. Bu usulda hozirgi paytda O'zbekistonda soda ishlab chiqazilmogda.

**Tiglerod (II) oksid.** Rangsiz gaz, hidi yo'q, suyuqlanish harorati - 205°C, qaynash harorati - 191,5°C. U zaharli is gaz ham deyiladi. CO da uchlamchi bog' bor, valent bog' usuliga ko'ra ikkita juftlashmagan elektronlar hisobiga 2 ta kovalent bog' hosil bo'ladi. CO C = O.

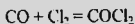
Harorat va bosim oistida CO o'yuvchi natriy bilan ta'sirlashadi va formiatlar hosil qiladi  $\text{NaOH} + \text{CO} = \text{HCOONa}$

CO ancha kuchli qaytaruvchi, ayniqsa yuqori haroratda oksidlanadi.

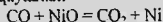
CO ga  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  metall oksidlari, suv bug'i va oksidlovchilar ta'sir etadi:



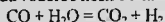
CO nur ishtirokida zaharli modda foscenga aylanadi:



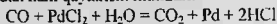
CO metallarni oksidlaridan qaytaradi:



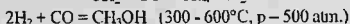
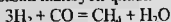
CO ga suv bug'i ta'sir etganda vodorod hosil bo'ladi:



CO metallarni tuzlaridan ham qaytarishi mumkin:

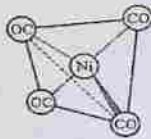
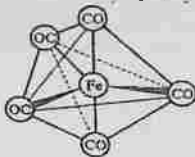


Kuchsiz oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:



Disproportsiyalanish:  $\text{CO} + \text{CO} = \text{C} + \text{CO}_2$

CO neytral holatdagi metallarga nisbatan ligand bo'lishi mumkin. Bunda metallarning karbonillari (35-rasm) hosil bo'ladi:  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_2$ ,  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .



35- rasm. Temir va nikel karbonillarining tuzilishi.

Laboratoriyada is gazi chumoli kislotasiga konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:  
 $\text{HCOOH} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

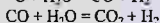
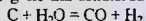


Sanoatda CO generator gazi, suv gazi va aralash gazlardan olinadi:

**1. Generator gazi.** Toshko'mir chala yonganda hosil bo'ladi.

25% CO, 70%  $\text{N}_2$ , 4%  $\text{CO}_2$  qolganlari  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ .  $Q = 3347 - 4602, \text{kJ/m}^3$

**2. Suv gazi.** Qizib turgan cho'g' ko'mir ustidan suv bug'i o'tkazib olinadi:

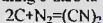


**3. Aralash gaz.** Bir paytning o'zida cho'g' holdagi ko'mirning ustidan havo va suv bug'i o'tkazib olinadi:

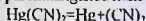
Tarkibi: 30% CO, 15%  $\text{H}_2$ , 5%  $\text{CO}_2$ , 50%  $\text{N}_2$ .  $Q = 5440 \text{ kJ/mol}$ . CO asosida chumoli kislotasi, fosgen, metanol, sun'iy benzin olinadi. Sian va uning birikmalari yoki disian:  $\text{C} = \text{N} = \text{N} = \text{C}$

**Disian.** Disian rangsiz gaz (suyuql. harorati  $-34,4^\circ\text{C}$ ). achchiq bodom hidiga o'xshaydi, zaharli. U odatdagi bosimda  $-20,5^\circ\text{C}$  da suyqlikka o'tadi. Suvda, efirda, spirtlarda yaxshi eriydi.

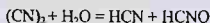
Yuqori haroratda uglerod va azotning o'zaro ta'siridan olinadi:



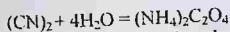
$350 - 450^\circ\text{C}$  da simob sianidni parchalaganda ham hosil bo'ladi:



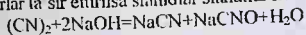
Disian termik jihatdan ancha barqaror. Disian gidrolizlanganda sianid va sianat kislotalar hosil bo'ladi:



Disian gidrolizlanishining oxirgi mahsuloti ammoniy oksalat hisoblanadi



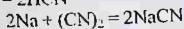
Agar disianga ishqorlar ta'sir ettirilsa sianidlar sianatlar hosil bo'ladi:



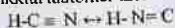
Kimyoviy jihatdan u qaytaruvchi:



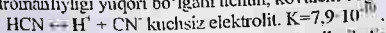
va oksidlovchi  $\text{H}_2 + (\text{CN})_2 = 2\text{HCN}$



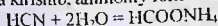
**Sianid kislota.** Sianid kislolasi - HCN rangsiz (suyql. harorati  $-13,3^\circ\text{C}$ ), oson harakatlanuvchan, a'chchiq bodom hidiga ega, rangsiz suyuqlik, kuchli zahar. Molekula chiziqsinon tuzilishga ega va unga ikkita tautomer izomer to'g'ri keladi



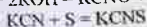
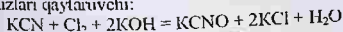
Azotning elektronanfliligi yuqori bo'lgani uchun, kovalent bog' uni tarafiga surilgan.



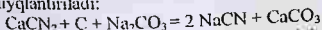
HCN suv bilan reaksiyaga kirishib, ammoniy format hosil qiladi:



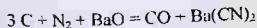
HCN va uning tuzlari qaytaruvchi:



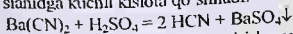
Sianidlar ichida natriy sianid ko'p ishlatiladi. Uni olish uchun kalsiy sianamididga ko'mir va soda qo'shib suyuqlantiriladi:



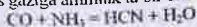
Laboratoriyada sianid kislota olish uchun esa bariy oksidiga ko'mir va azot qo'shib qizdiriladi



Hosil bo'lgan bariy sianidga kuchli kislota qo'shiladi:



Texnikada sianid kislota is gaziga ammiak ta'sir ettirish orqali olinadi:

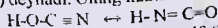


KCN va NaCN eruvchan tuzlar bo'lib ular, kumush va oltin olishda ishlatiladi.

$\text{CN}^-$  ioni kompleks birikmalar olishda ligand hisoblanadi va uning kompleks

birikmalari:  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

**Sianat kislota.** Sianat kislota yoki qaldiroq kislota nomi bilan mashur. HCNO birikmalari sianatlar ( $k=1,2 \cdot 10^{-4}$ ) deyiladi. Uning ikkita tautomer izomeri mavjud:



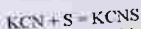
Sianat kislota tuzlaridan  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$  detonator sifatida ishlatiladi. Sianatlar zaharli moddalar qishloq xo'jaligida zararkunandalarga qarshi foydalaniladi.

**Rodanid kislota.** Rodanid kislolasi ( $\text{HCNS}$ ) - H-S-C≡N, yog'simon, suv bilan yaxshi aralashadigan, kuchli kislota ( $K = 0,14$ ). Rangsiz moysimon suyuqlik (suyuql.harorati  $5^\circ\text{C}$ ) faqat eritmada mavjud bo'ladi.

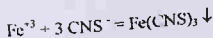
Agar ammiakka uglerod(IY) sulfid ta'sir ettirilsa rodanid kislolaning ammoniyli tuzlari hosil bo'ladi:



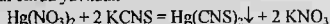
Rodanid tuzlari:  $\text{KCNS}$ ,  $\text{NaCNS}$ ,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ . Rodanidlar olish uchun sianidlarga olingugart qo'shib suyuqlantiriladi:



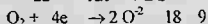
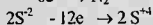
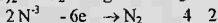
Analitik kimyoda  $\text{Fe}^{3+}$  ionini ochish uchun ishlatiladi bunda to'q qizil cho'kma hosil bo'ladi:



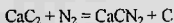
Simob rodanidi - $\text{Hg}(\text{CNS})_2$ . Simob rodanidi simob nitratiga rodanidlar qo'shib olinadi va ulami tozalash uchun efrida yuviladi:



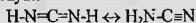
$\text{Hg}(\text{CNS})_2$ - fira'vn iloni deyiladi. Bu modda yonganida gazlar hosil bo'lib kengayish oqibatida ilon hosil bo'lishi kuzatiladi:



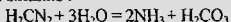
**Sianamid kislota.** Agar kalsiy karbidiga azot ta'sir ettirilsa kalsiy sianamid hosil bo'ladi:



Bu birikmaning kislotali sianamid kislota-  $\text{H}_2\text{CN}_2$  rangsiz kristall modda, suvda yaxshi eriysi va quyidagi holatlarda uchraydi:



Bu birikma suv bilan ta'sirlashib:

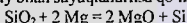


**Kremniyning tabiati uchrashi.** Yer po'slog'ida eng ko'p tarqalgan element. Kremniy (IV) oksidi yoki silikat angidrid  $\text{SiO}_2$  holatida uchraydi. Bundan tashqari silikatlar ham juda keng tarqalgan.  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_8$  albast,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  ortoklaz,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  nefelin,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  kaolin,  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  asbest, n  $\text{SiO}_2$ -kvarts va boshqalar.

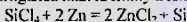
Tabiatda kremniyning uchta barqaror izotoplari uchraydi:  $^{28}_{14}\text{Si}$  (92,27%),  $^{29}_{14}\text{Si}$  (4,68%) va  $^{30}_{14}\text{Si}$  (3,5%).

**Fizik xossalari.** Kremniy ikkita allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi: kristall va amorf. Kristall kremniy to'q kulrang yaltiroq modda oktaedrik kristallar hosil qiladi (suyuql. harorati 1423°C), elektr tokini o'tkazadi. Amorf kremniy qo'ng'ir kukun, kimyoviy jihatdan faolroq.

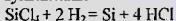
**Olinishi.** Agar qum magniy bilan suyuqlantirilsa qo'ng'ir amorf kukun olinadi:



Agar  $\text{SiCl}_4$  rux bilan qizdirilganda ham kremniy hosil boladi:



Toza kremniy olish uchun kremniyga xlor ta'sir ettirilib avval  $\text{SiCl}_4$  olinib va undan vodorod bilan qaytarib kremniyga aylantiriladi:



**Kimyoviy xossalari:** kuchli oksidlovchi, galogenlar,  $\text{O}_2$ , S bilan kremniy qaytaruvchi, lekin metallar bilan oksidlovchidir.

Kremniy va kislorod orasidagi o'zaro ta'sir 600-700°C haroratda sodir bo'lib kislorod miqdoriga qarab  $\text{SiO}$  yoki  $\text{SiO}_2$  hosil bo'ladi:

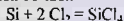


Amorf kremniy fluor bilan xona sharoitida ta'sirlashadi va kremniy (IV) floridni hosil qiladi:

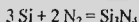


Olingan kremniy (IV) florid o'tkir hidli rangsiz gaz hisoblanadi.

Kremniy va xlor orasidagi reaksiya 400°C haroratda amalga oshadi va bunda kremniy (IV) xlorid (rangsiz, uniq suyuqlik) hosil bo'ladi:

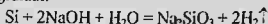


Anchagina yuqori haroratda (1000°C) kremniy azot bilan ta'sirlashganda kremniy nitrid olinadi:

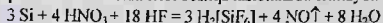


Kremniyning bor bilan ta'siri ham yuqori haroratda amalga oshib, turli tarkibli birikmalar:  $\text{SiB}_3$ ,  $\text{SiB}_6$  olinadi. Kremniy uglerod (2000°C) o'zaro ta'sirlashib  $\text{SiC}$  (korborund) hosil qiladi.  $\text{SiC}$   $d=3.17$  qatliqligi jihatidan olmosga yaqin, uning suyuql. harorati 1830°C.

Kremniy ishcholarining suyuqitirilgan eritmakuri bilan ta'sirlashib silikatlar hosil qiladi va bu reaksiyada vodorod ajraladi:

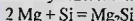


Kremniy faqat florid kislotasida erib, boshqa kislotalarda erimaydi:



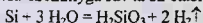
Bunda  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$  vodorod geksافتorosilikat kislotasi hosil bo'ladi u faqat erimada mavjud bo'ladi.

**Silitsidlar.** Metallarning kremniy bilan hosil qilgan birikmalari ular karbidlardan tubdan farq qiladi. Silitsidlar bog'lanish ionli-kovalentdan metallgacha o'zgaradi. Kremniyning metallar bilan ta'sirida kremniy oksidlovchi bo'ladi:



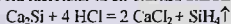
Shunga o'xshash silitsidlar Ca, Fe, Cu, Bi bilan olingan. Silitsidlar kislotalar va yuqori haroratga chidamli. shuning uchun ular ana shu maqsadlarda ishlatiladi. Ba'zi bir silitsidlar o'zgaruvchan tarkibga ega:  $\text{Mo}_3\text{Si}$ ,  $\text{MoSi}$ ,  $\text{MoSi}_2$  bu birikmalardan valentlikni bilib bo'lmaydi. Ayniqsa d-elementlar karbidlari qiyin suyuqlanuvchan moddalarga kiradi:  $\text{WSi}_2$  (2165°C),  $\text{MoSi}_2$  (2050°C),  $\text{V}_3\text{Si}_3$  (2150°C),  $\text{Ti}_3\text{Si}_3$  (2120°C).

Anchagina yuqori haroratda kremniyga suv ta'sir etadi:

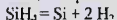


**Kremniyning vodorodli birikmalari.** Silanlar tarkibi  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ . Ular silanlar deyiladi va tarkibi jihatdan uglevodorodlarga o'xshab ketadi. Agar C-C bog'ning bog'lanish energiyasi 347.69 kJ/mol ni tashkil etsa, Si-Si bog'ining bog'lanish energiyasi 174.56 kJ/mol ni tashkil etadi. Shuning uchun ham silanlar beqarorroq.

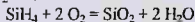
Agar silitsidlariga suv yoki kislotalar ta'sir ettirilsa ulardan silan hosil bo'lishi kuzatiladi:



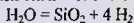
$\text{SiH}_4$  badbo'y hidli gaz modda bo'lib, issiq ta'siriga chidamsiz:



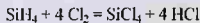
Silanning yonishidan  $\text{SiO}_2$  va suv hosil bo'ladi:



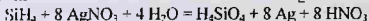
Bu reaksiya o'z-o'zidan yonish bilan -191°C boradi. Silanga suv ta'sir etib  $\text{SiH}_4 + 2$



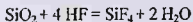
Silan xlor bilan portlash bilan oksidlanadi:



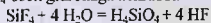
Agar silanga oksidlovchilar ta'sir ettirilsa u silikat kislotagacha oksidlanadi:



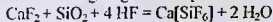
Kremniyning galogenli hosilalari,  $\text{SiO}_2$  ga HF ta'sir etib  $\text{SiF}_4$  (gaz modda) olish mumkin:



Suvdagi eritmalarda  $\text{SiF}_4$  oson gidrolizga uchraadi:

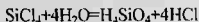


Kremniyning geksافتor silikatlariga tegishli kompleks birikmalari olingan



Kremniy(IV) oksidiga ko'mir va xlor ta'sir etish orqali  $\text{SiCl}_4$  olish mumkin  $\text{SiO}_2 + 2 \text{C} + 2 \text{Cl}_2 = \text{SiCl}_4 + 2 \text{CO}$

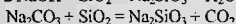
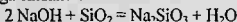
Kremniy(IV) xlorid ham oson gidrolizga uchraydigan rangsiz (qayn. harorati 57,6°C) suyuqlik:



$\text{SiBr}_4$  (suyuql. harorati 5,2°C) va  $\text{SiI}_4$  (suyuql. harorati 120,5°C) qattiq moddalardir. Kremniyning galogenli hosilalari gidrolizga oson uchragani uchun tutab turadi.

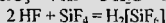
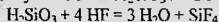
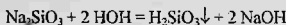
**Kremniyning kislorodli birikmalari.** Kislorod bilan Si kremniy (II) oksidi  $\text{SiO}$  va kremniy qo'sh oksidi  $\text{SiO}_2$  hosil qiladi.

$\text{SiO}_2$  (1710°C da suyuqlanadi) tabiatda kvars, kristallobolit, kizelgur nomlari bilan ma'lum.  $\text{SiO}_2$  kislotalar ta'siriga chidamli:

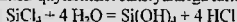


$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  va  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  eruvchan shisha deyiladi.  $\text{SiO}_2$  sement, shisha, fosfor ishlab chiqarishda va eruvchan shisha olishda ishlatiladi.

$\text{H}_2\text{SiO}_3$  metakremniy kislatasi. Tabiatda silikat kislota tuzlari holida uchraydi. Silikat kislota suvda erimaydi.

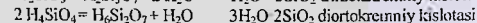
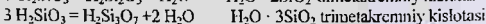
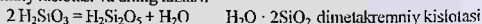


Silikat kislatasi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishmaydi.

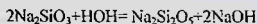


Silikat kislota kuni havociz joyda qizdirilib quruq  $\text{H}_2\text{SiCl}_3$  olinadi, bu modda silikagel deyiladi. Silikagel adsorbsiya qilish xossaga ega. Neft va moylarni tozalashda ishlatiladi.  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  zolini gazlamaga, yog'och va qog'ozga singdirish uchun ishlatiladi.

Kremniy kislatasi va uning tuzlari:



Ortokremniy kislatasining suvda eriydigan tuzlari eritmada ishqoriy muhitni ko'rsatadi, buning sababi uning gidrolitik parchalanishi va polikremniy kislatasining tuzlarini hosil qilishi hisoblanadi:



**Germaniy (Germanium).** Germaniy 1886-yilda nemis kimyogari Vinkler tomonidan o'chilgan. Bu elementlarning metallik xossalari Ge, Sn, Pb qo'rg'oshiga o'tgan sari ortib boradi. Germaniyning asosiy minerali argirodit  $4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$  yoki  $\text{Ag}_6\text{GeS}_6$ . Germanit minerali ham bor -  $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$  tarkibida 10% ga qadar germaniy bo'ladi.

Germaniy olish uchun shu rudaga xlor ta'sir etirilib, xloridga o'tkaziladi. suv ta'sirida oksidga, so'ngra ko'mir bilan qaytariladi.

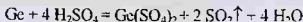


Germaniyning metall xossalari kuchsiz ifodalangan, u mo'rt kumushsimon oq metall. kristall tuzilishi olmosga o'xshaydi. Yarim o'tkazgichlar toifasiga kiradi

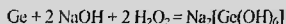
Odatdagi sharoitda barqaror, qizdirilganda  $\text{GeO}$  ga o'tadi. Germaniyga suyultirilgan  $\text{HCl}$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  odatdagi sharoitda ta'sir etmaydi. Konsentrlangan.  $\text{HNO}_3$  germaniyni kislotasiga o'ksidlaydi:



Germaniy sovuqdayoq  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ta'sirlashadi va germaniy (IV) birikmalarini hosil qiladi:



Germaniy ishqorlar bilan ta'sir etmaydi, lekin vodorod peroksidi ishtirokida oson ta'sir etadi:

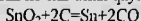


Germaniyaning gidridi  $\text{GeH}_4$  german deyiladi. U rangsiz gaz. Germaniyaning galojenlar bilan ta'siridan  $\text{GeCl}_4$ ,  $\text{GeBr}_4$ ,  $\text{GeI}_4$  olingan.

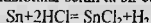
$\text{Ge}(\text{OH})_4$  amfoter xossaga ega. Kislotalik xossalari kuchli.  $\text{H}_2\text{GeO}_3$ ,  $\text{MgGeO}_3$  kabi kislotalarning tuzlari bor.

$\text{GeS}_2$  sariq tusli modda u sulfidlar eritmalarida eriydi. Ge asosan radiotexnikada yarim o'tkazgich sifatida ishlatiladi. Ge va uning oksidi katalizator sifatida ishlatiladi.

**Qalay (Stannium).** Insoniyatga qadimdan ma'lum element. Eng ko'p uchraydigan birikmasi – qalaytoshi ( $\text{SnO}_2$ ).  $\text{SnO}_2$  dan ko'mir bilan qaytarilib qalay olinadi.

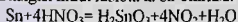


Qalay  $231^\circ\text{C}$  suyuqlanadi. Odatdagi sharoitda havo va kislorod bilan oksidlanmaydi. Suv bilan ta'sirlashmaydi. Qalayga kislotalar sekin ta'sir etadi. Qaynoq  $\text{HCl}$  qalayni eritadi.

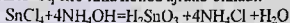


$\text{Sn}(\text{OH})_2$  oq tusli suvda kam eriydigan modda.  $\text{Na}_2\text{SnO}_2$  tuzlari stannitlar ma'lum.

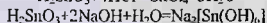
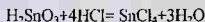
Agar qalayga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirilsa:



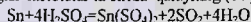
Shunda oq kukun holatdagi  $\beta$ -qalay kislotasi hosil bo'ladi. U kislota va ishqorlarda erimaydi. Bundan tashqari kislota va ishqorlarda eriydigan  $\alpha$ -qalay kislotasi ham uchraydi. U  $\text{SnCl}_4$  ga  $\text{NH}_4\text{OH}$  ta'sir ettirib oq cho'kma holida ajratib olinadi:



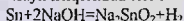
$\alpha$ -qalay kislota konsentrlangan  $\text{HCl}$  va ishqor eritmaları ta'siridan tegishli tuzlarga aylanadi:



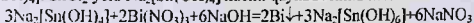
Qaynoq konsentrlangan kislotalar ta'sirida qalayning (IY) tuzlari hosil bo'ladi.



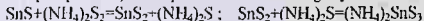
U amfoter xossaga egaligi tufayli ishqorlarda erib stannitlarga o'tadi.



Qalay gidrid  $\text{SnH}_4$  (stannan) oson parchaladigan, juda zaharli gaz modda. Qalayning ikkita oksidi bor  $\text{SnO}$  (qora rangli) va  $\text{SnO}_2$  (oq rangli).  $\text{SnCl}_2$  ikki xildagi komplekslar hosil qiladi:  $\text{K}[\text{SnCl}_3]$ ,  $\text{K}_2\text{SnCl}_4$ .  $\text{SnO}$  va  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  amfoter tabiatli, ular oson gidroksistannatlar hosil qiladi:  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{SnCl}_2$  yoki  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$  kuchli qaytaruvchilar hisoblanadi:

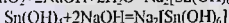
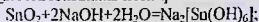


Qalay sulfid - qoramtir jigar rangli qattiq modda ( $\text{SnS}$ ) ammoniy persulfid bilan  $\text{SnS}_2$  sariq tusli, qattiq modda) hosil qilishi va tiostannatlarga aylanishi mumkin:



Mana shunda sariq tusli "oltin bal" oltin rang bo'yoq hosil bo'ladi.

$\text{SnO}_2$  suvda erimaydi. Ishqorlar bilan suyuqlantirilganda  $\text{K}_2\text{SnO}_3$ ,  $\text{K}_4\text{SnO}_6$  birikmalarini hosil qiladi. Bu tuzlar suvda eriydi, lekin oson gidrolizlanadi.  $\text{SnO}_2$  ishqorlarda eriydi va gidroksostannatlar hosil qiladi:

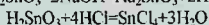
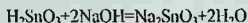


$\text{Sn}(\text{OH})_4$  – amfoter modda, lekin asos xossalari ustun turadi.

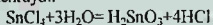
Agar  $\text{SnCl}_4$  ga  $\text{NH}_4\text{OH}$  ta'sir ettirilsa  $\alpha$ -qalay kislotasi hosil bo'ladi:



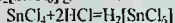
$\alpha$ -qalay kislota ham kislotalarda va ham ishqorlarda eruvchan:



$\text{SnCl}_4$  havoda tutaydigan suyuqlik (qayn. harorati  $112^\circ\text{C}$ ). Qalayga xlor ta'sir ettirilib olinadi.  $\text{SnCl}_4$  oson gidrolizga uchraydi:



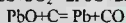
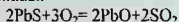
$\text{SnCl}_4$  xlorid kislotasi bilan  $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$  geksaxlorstannat kislotani hosil qiladi:



Bu kislotaning  $\text{Na}_2[\text{SnCl}_6]$  va  $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$  kabi tuzlari ma'lum.

**Qo'rg'oshin (Plumbum).** Eng ko'p tarqalgan galenit yoki qo'rg'oshin yaltirog'i -  $\text{PbS}$ . Uning anglezit  $\text{PbSO}_4$ , krokoit  $\text{PbCrO}_4$ , serussit  $\text{PbCO}_3$  minerallari bor.

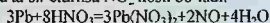
Sanoatda asosan  $\text{PbS}$  dan olinadi.



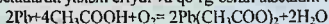
Kulrang tusli metall,  $327^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Qo'rg'oshin galogenlar, oltingugurt, vodorod bilan hosil qilgan birikmalar kovalent tabiatga ega.

Suyultirilgan kislotalar qo'rg'oshinga ta'sir etmaydi. Bu qo'rg'oshin xloridlari va sulfatarining eruvchanligi yomonligiga bog'liq.

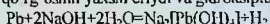
Konsentrlangan sulfat kislotaga qo'rg'oshin ta'sir ettirilsa eriydigan tuzi  $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$  hosil bo'lshi bilan boradi. Qo'rg'oshinga suyultirilgan nitrat kislotasi ta'sir ettirilsa  $\text{NO}$ , agar konsentrlangan nitrat kislotasi ta'sir ettirilsa  $\text{NO}_2$  hosil bo'ladi:



Qo'rg'oshin atsetatlarda yaxshi eriydi va qo'rg'oshin atsetatini hosil qiladi:



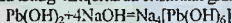
Qaynoq ishqorlarda qo'rg'oshin yaxshi eriydi va gidroksiplumbatlarini hosil qiladi:



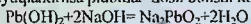
$\text{PbO}$  sariq tusli modda. Qo'rg'oshinni havoda qizdirish orqali olinadi.

$\text{Pb}(\text{OH})_2$  oq tusli modda. Qo'rg'oshin galogenidlari:  $\text{PbF}_2$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbBr}_2$ ,  $\text{PbI}_2$  oq eriydi.  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  shirin mazzali, "qo'rg'oshin shakari" deyiladi.

$\text{Pb}(\text{OH})_2$  amfoter modda uning ishqorlarda erishidan gidroksiplumbitlar olinadi:



Agar u ishqorlarda suyuqlantirilsa plumbitlar hosil bolishi kuzatiladi:



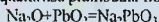
**Pb(II) birikmalari.**  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{PbS}$  va  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

$\text{PbI}_2$  sariq rangli. Qaynoq suvda yaxshi eriydi. Qayta kristallansa oltinsimon kristallar hosil qiladi.

$\text{PbSO}_4$  qo'rg'oshin (II) sulfati. Suvda erimaydi, lekin ishqorlarning konsentrlangan erimasida plumbatlar hosil qilib eriydi. Undan bo'yoqlar tayyorlanadi.

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  qo'rg'oshin (II) atsetati. Qo'rg'oshinning suvda yaxshi eriydigan tuzlaridan biri. "Qo'rg'oshin shakari" deyiladi. Tibbiyotda uzoq bitmaydigan yaralarni davolashda qo'llaniladi.

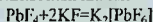
**Pb(IV) birikmalari.**  $\text{PbO}_2$  qora qo'ng'ir rangli beqaror birikma.  $\text{PbO}_2$  ham amfoter oksid uning kislotalik xossalari kuchliroq.  $\text{PbH}_4$  (plumban) amalda ajratib olinmagan, beqaror birikma.  $\text{PbO}_2$  ishqorlar bilan suyuqlantirilsa plumbatlar hosil bo'ladi:



Qo'rg'oshin (IV) oksidining asoslik xossalari beqaror birikmalar hosil bo'lganligi tufayli uncha ko'rinmaydi:

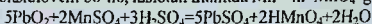


Pb(IV) galogenidlardan  $PbF_4$  (suyuql. harorati  $600^\circ C$ ) gina barqaror birikma hisoblanadi. Bu birikmaning komplekslari ham ma'lum:

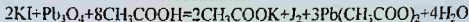


Pb(IV) galogenidlari suvli eritmalarda oson gidrolizlanadi.

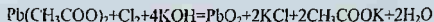
$PbO_2$  kuchli oksidlovchi bo'lib, kislotali muhitda  $Mn^{2+}$  ni  $MnO_4^-$  gacha oksidlaydi:



Surik  $Pb_3O_4$  (zarg'aldoq-qizil rangli) u  $H_4PbO_4$  ning qo'rg'oshinli tuzidir ( $Pb_2PbO_4$ ). Surik nihoyatda kuchli oksidlovchi hisoblanadi:



Pb(II) ni Pb(IV) aylantirilishi uchun qo'rg'oshin(II) atsetatiga qaynoq ishqor eritmasiga xlor ta'sir ettiriladi:



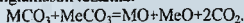
PbO billur shisha tayyorlashda ishlatiladi.  $PbCrO_4$  sariq mineral bo'yoqlar tarkibiga kiradi.

Tetraetilqo'rg'oshin -  $[Pb(C_2H_5)_4]$   $200^\circ C$  da qaynaydigan zaharli suyuqlik. U gidrolizga uchramaydi va oksidlovchi emas. Tetraetilqo'rg'oshin benzina qo'shilsa uning sifatini yaxshilaydi. Qo'rg'oshinli akkumulatorlar tayyorlashda ishlatiladi.

Qalayning (II) anorganik birikmalari, organik birikmalarga o'xshash juda zaharli emas. Qo'rg'oshinning (II) eruvchan birikmalari zaharli.

**1-masala.** Ekvimolekulyar miqdorlarda olingan ikki valentli metallar karbonatlaridan tayyorlangan aralashma qizdirilganda aralashmaning massasi boshlang'ich massasiga ko'ra 32.33 % ga kamaygan. Qaysi metallarning karbonatlari olingan bo'lishi mumkin?

**Yechish:** Reaksiya tenglamasini tuzamiz:



Masalani yechish uchun qoldiqning massa ulushini topamiz:

$$\Delta\omega = 100 - 32,33 = 67,67 \%$$

Shu asosda quyidagi tenglamani tuzish mumkin:

$$0,6767(M_{MCO_3} + M_{MeCO_3}) = M_{MO} + M_{MeO}$$

Tenglamaga ta'g'ishli qiymatlar qo'yilsa,

$$0,6767(M + Me + 120) = M + Me + 32$$

Bundan  $M = 152,18 - Me$  hosil bo'ladi. Ko'rinadiki, metalning nisbiy atom massasi 150 dan kichik bo'lishi kerak. Me ning o'miga turli metallarning nisbiy atom massalarini qo'yib, M ni topish mumkin:

$$M = 152 - 24 = 128, 24 - Mg; 128 - \text{bunday metall yo'q.}$$

$$M = 152 - 40 = 112, 40 - Ca; 112 - Cd.$$

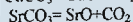
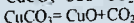
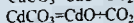
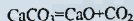
$$M = 152 - 88 = 64, 88 - Sr; 64 - Cu.$$

$$M = 152 - 137 = 15, 137 - Ba; 15 - \text{bunday metall yo'q.}$$

$$M = 152 - 52 = 100, 52 - Cr; 100 - \text{bunday metall yo'q.}$$

Demak, masalaning shartini kalsiy va kadmiy, hamda stronsiy va mis karbonatlari qanoatlantiradi.

**Tekshirish:**



$$M_{CaCO_3} + M_{CdCO_3} = 100 + 172 = 272, M_{CuCO_3} + M_{SrCO_3} = 124 + 148 = 272$$

Har ikkala holda ham ajrab chiqayotgan gazning o'ziga o'xshash karbonatlarning molyar massalari yig'indilari ham teng.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. To'rtinchi guruhning asosiy guruhchasi elementlarining umumiy xarakteristikasi. Ularning har xil oksidlanishi darajasidagi birikmalarining barqarorligini o'zgarishi. Uglerod va kremniylarning vodorodli va kislorodli birikmalari, xossalari.  $\text{SiO}_2$  ning atom tuzilishi, xossalari, olinishi. Karbid (metanid atsetilenid) va silitsidlar. Uglerod va kremniyning oksidlari, xossalari, olinishi. Karbonat (tiokarbonat) kislotalar monomer va silikat kislotalar polimer ekanligi, molekularining tuzilishi, xossalari, olinishi.

2. Germaniy guruhchasi elementlarining fizikaviy va kimyoviy xossalarini o'xshashligi va farqlari. Elementlarning erkin holda olinishi. Ularning kislorod, suv, kislota va ishqorlarga munosabati. Birikmalarida yuqori oksidlanish darajasini barqarorligini kamayishi. Elementlarning vodorod birikmalarini beqarorligi.

3. Germaniy guruhchasi elementlarini kislorodli birikmalari. Germaniy, qalay, qo'rg'oshin (II va IV) oksid va gidroksidlari. Ularning taqqoslangan barqarorligi, kislota - asos va oksidlovchilik - qaytaruvchilik xossalari. Elementlar (II va IV) dagi gidroksidlarining kation va anion shaklli tuzlari. Ularning nisbatli barqarorligi va gidrolizga moyilligi. Germaniy guruhchasi elementlarning sulfidlari va tiobirikmalari, xossalari, olinishi. Galogenokomplekslar, geksaftorsilikat va geksaxlorstannat kislotalar, ularning tuzlari, xossalari, olinishi.

### Savol va topshiriqlar

1. Metan molekulasida kislotali va donorlik xossaga ega emasligini qanday tushuntirish mumkin?

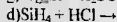
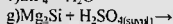
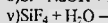
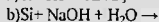
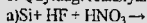
2. Valent bog'lar va molekulyar orbitalar nazariyalari asosida CO molekulasining tuzilishini izohlang, energetik diagrammasini keltiring.

3.  $\text{CO}_2$  molekulasidagi markaziy atom orbitalarini gibrirlanish holati qanday? Molekulaning geometrik shaklini ko'rsating.

4. Nima uchun kalsiy karbonat tuzi uglerod dioksid bilan to'yingan suvda yaxshi eriydi? Tegishli reaksiyaning tenglamasini yozing.

5. Natriy karbonat eritmasiga alyuminiy xlorid eritmasini qo'shganda cho'kmaga qanday modda tushadi? Nima uchun?

6. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:



7. Natriy karbonat va natriy silikat eritmasidagi  $\text{CO}_3^{2-}$  va  $\text{SiO}_3^{2-}$  ionlarning qanday modda ta'sirida birdaniga aniqlash mumkin?

8. Natriy silikat tuzining eritmasiga ammoniy xlorid tuzi qo'shilganida birinchi tuzning gidrolizlanishi darajasi qanday o'zgaradi?

9. Nima uchun  $\text{CO}_2$  natriy silikat eritmasidan  $\text{SiO}_2$  ni siqib chiqaradi, lekin  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan  $\text{SiO}_2$  aralashmasi qizdirilganda, aksincha uglerod dioksidi ajraladi?

10. Ge(II) - Sn(II) - Pb(II) qatorida qaytaruvchilik ortishi (yoki kamayishi), Ge(IV) - Sn(IV) - Pb(IV) qatorida esa oksidlovchilik xossalari ortishi (yoki kamayishi) qanday tushuntiriladi?

11. Ge(II) - Sn(II) - Pb(II) qatorida asoslik, Ge(IV) - Sn(IV) - Pb(IV) qatorida esa kislotalik xossalari qanday o'zgaradi?

12. Quyidagi nitratlardan qaysi biri suvli eritmada eng chuqur ravishda gidrolizga uchraydi: a)  $Pb(NO_3)_2$ ; b)  $Sn(NO_3)_2$ ; v)  $Ge(NO_3)_2$ ; g)  $Ge(NO_3)_4$ ; d)  $Sn(NO_3)_4$ ? Nima uchun?

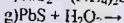
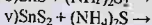
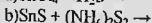
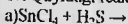
13. Eritmada  $Na_2SnO_2$  va  $Na_2SnO_3$  tuzlaridan qaysi birini gidrolizlanish darajasi kattaroq bo'ladi? Bunda qanday ionlar ta'sirida gidrolizlanishni pasaytirish mumkin?

14. Metastannat kislotalning  $\alpha$ - va  $\beta$ - modifikatsiyalari kimyoviy aktivlik bo'yicha o'zaro qanday farq qiladi?

15. Nima uchun  $SnCl_4$  suyuqlik holida havoda tutab turadi?

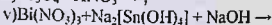
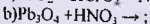
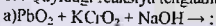
16. Quyidagi qatorda keltirilgan galogenidlarning barqarorligi qanday o'zgaradi:  $SnCl_4$  -  $PbCl_4$  -  $PbBr_4$  -  $PbI_4$ ? Nima sababdan oxirgi ikkita galogenidlar erkin holda mavjud emas?

17. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang:



18. Qanday usul bilan aralashmadagi  $PbS$  va  $SnS$  larni bir-biridan ajratish mumkin? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

19. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang:



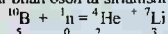
## XIV BOB. III GURUHNING p- ELEMENTLARI

III guruh p-elementlariga B, Al, Ga, In va Tl kiradi. Bu elementlarning tashqi qavatida 3 tadan elektron bor. Bular 2s va 2p bu yerda bor tipik metallmas. Qolganlarining metallik xossalari kuchsiz ifodalangan. Bu guruh elementlarining metallik xossalari IA va IIA guruh elementlariga qaraganda zaifroq. Bu elementlar birikmalarda + 3 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Faqat talliyda +1 oksidlanish darajasi kuzatiladi. Guruh bo'yicha yuqoridan pastga qarab metallik xossalar kuchayadi. Bor oksidi kislotali, alyuminiy, gallyiy va indiy amfoter, talliy(III) oksidi asosli xarakterga ega.

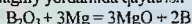
**Borning tabiiatda uchrashi.** 1808 yilda Gey-Lyussak tomonidan ochilgan. Tabiatda birikmalar holida uchraydi. Bu birikmalardan  $H_3BO_3$  borat kislota yoki sassolin.  $Na_2B_2O_7 \cdot 10H_2O$  bura,  $CaHBSiO_5$  datolit,  $2Mg_3B_8O_{15} \cdot MgCl_2$  borasit umuman bormi 87 ta minerali bor. Tabiatda  $^{10}B$ (18,45%) va  $^{11}B$ (81,55%) ikkita izotopdan iborat.

**Fizik xossalari.** Bor 2 xil: amorf va kristall allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi. Amorf bor hidsiz yuqori suyuqlanish va qaynash haroratiga ega, qo'ng'ir modda. U issiq va elektrni yomon o'tkazadi.

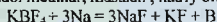
Kristall bor qora rangli (suyuql. harorati 2300°C, qayn. 2550°C atrofida) kristali panjarasi tetragonal tuzilishga ega. Yarim o'tkazgich xossasiga ega. Borning tabiatda kam tarqalganligi uning yadrosini neytronlar bilan oson ta'sirlanishi orqali tushuntiriladi.



**Olinishi.** Bor oksididan magniy yordamida qaytarish orqali olinadi:

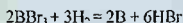


Kaliy tetraflorboratdan faol metallar, masalan, natriy bilan qaytarish orqali:



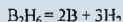
Toza bor uni floridini elektroliz qilib olinadi. Bunda vodorod ham hosil bo'ladi. Reaksiyada bormi tozaligi 99,5 % tashkil etadi.

Eng toza bor uning bromidini termik parchalab olinadi. Bunda reaksiya vodorod ishtirokida boradi:



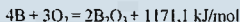
reaksiya 1000-2000°C tantal simi katalizatorligida olib boriladi.

Kristall holatdagi bor olish uchun borming vodorodli birikmalarini parchalash ham mumkin:

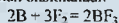


**Ishlatilishi.** Bor birikmalari neytronlarni ushlab qolishi yadro texnikasida katta ahamiyatga ega. Ulardan yadro jarayonlarini sekinlashtiruvchi modda sifatida qo'llaniladi.

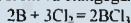
**Kimyoviy xossalari.** Odatdagi haroratda bor havo kislorodi ta'siriga chidamli, lekin 700°C da yonadi:



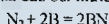
Odatdagi sharoitda faqat fluor bilan oksidlanadi:



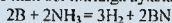
Harorat (400°C) ta'sirida xlor, brom va oltinugurt bilan ta'sirlashadi



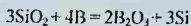
Azot bilan 1200°C haroratda ta'sir etib bor nitridlarini hosil qiladi:



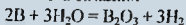
Bor ammiak bilan ta'sir etib ham bor nitridiga aylanadi:



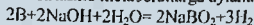
Kuchli qizdirilganda bor aktivligi barqaror oksidlar ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) nisbatan qaytaruvchi xossalari namoyon etadi.



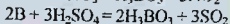
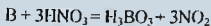
Yuqorui harorat ta'sirida suv bilan ta'sirlashib:



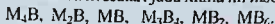
Bor ishqorlar bilan ham ta'sirlashib metaboratlarga aylanadi:



Borga konsentrlangan va issiq  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va zar suvi ta'sir qilganida ortoborat kislotasi hosil bo'ladi.

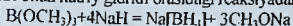


**Borning metallar bilan birikmasi.** Borning metallar bilan hosil qilgan birikmalari boridlar deb ataladi. Boridlar tarkibi va xossalari juda xilma xil hisoblanadi:



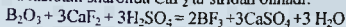
d-elementlar boridlari juda qattiq va issiqqa chidamli moddalar ( $2000-3000^\circ\text{C}$ ) va kimyoviy barqaror: sirkoniy ( $\text{Zr}_4\text{B}$ ,  $\text{ZrB}$ ,  $\text{ZrB}_2$ ); xrom ( $\text{Cr}_4\text{B}$ ,  $\text{Cr}_2\text{B}$ ,  $\text{CrB}$ ,  $\text{Cr}_3\text{B}_4$ ,  $\text{CrB}_2$ ); titan, niobiy va tantal bilan borning qotishmalari reaktiv dvigatellari tayyorlashda ishlatiladi. Ulardan gaz trubinalari tayyorlanadi.  $\text{ZrB}_2-3040^\circ\text{S}$  da suyuqlanadi.

**Gidrobortlar.** Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining tetragidrobortlari ion tuzilishli birikmalar, uku tuzilishi eslatadi.  $\text{Na}[\text{BH}_4]$  oq kristall modda bo'lib suvda yaxshi eriydi. Bu birikma borning trimetiliferi bilan natriy gidridi orasidagi reaksiyadan olinadi:

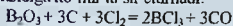


Ishqoriy metallardan boshqa, masalan, aluminii tetragidrobortlari  $[\text{Al}(\text{BH}_4)_3]$  kovalent tabiatlidir.

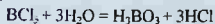
**Borning galoitdli birikmalari.**  $\text{BF}_3$  gaz (suyuql. harorati  $-127^\circ\text{C}$ ),  $\text{BCl}_3$  (qayn. harorati  $-12.5^\circ\text{C}$ ) va  $\text{BBr}_3$  suyuqlik (qayn. harorati  $90^\circ\text{C}$ ) va  $\text{BI}_3$  qattiq modda (suyuql. harorati  $43^\circ\text{C}$ ).  $\text{BF}_3$  bor oksidi va kislotali sharoitda  $\text{CaF}_2$  ta'siridan olinadi:



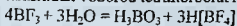
Yuqori haroratda bor oksidiga ko'mir ta'sir ettiriladi:



$\text{BF}_3$  va  $\text{BCl}_3$  organik kimyoda katalizator sifatida ishlatiladi. Borning galoitdli birikmalari gidrolizga uchraydi:



Bor floridining gidrolizlanishidan vodorod tetraflorborat hosil bo'ladi:

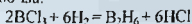


**Borning anion komplekslari.**  $\text{Na}[\text{BF}_4]$  natriy tetraflorborat,  $\text{K}[\text{BF}_3\text{OH}]$  ftorgidrobort,  $\text{K}[\text{BH}_4]$  kaliy tetragidrobort,  $\text{K}[\text{BF}_3\text{H}]$  kaliy triforgidrobora: va boshqalar. Tuzilishi jihatdan perxloratlarga o'xshaydi.

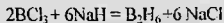
**Borning nitridlari BN.** Oq rangli geksagonal shakl o'zgarish. Tuzilishi grafitga o'xshash va oq rangli. Shuning uchun oq grafit deyiladi. Olti halqali siklda bor va azot ketma-ket keladi. Yarin o'tkazgich xossasiga ega.

Qora rangli kristall shakl o'zgarish, borazon yoki elbor deyiladi. Borazon tetragonal shakl o'zgarishga ega. Borazon juda qattiq va qattiqligi olmosdan qolishmaydi. Havoda qizdirilganda borazon  $2000^\circ\text{C}$  da oksidlanadi. Olmos bo'lsa  $900^\circ\text{C}$  da yonib ketadi. Borazon dielektrik hisoblanadi.

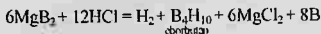
**Borning gidridlari.** Olinishi va xossalari ko'ra silanlarga o'xshaydi. Bor floridiga vodorod ta'siridan boretan hosil bo'lsa:



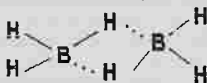
Bor xloridiga natriy gidridi ta'sirida ham boretan hosil bo'lib:



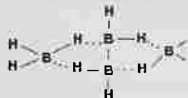
Faol boridlarning kislotalar bilan ta'siridan bo'lsa boranlar aralashmasi va ko'proq borbutan olinadi:



$\text{B}_2\text{H}_6$  ikki yadroli birikma, gaz modda (qayn. harorati  $-92,5^\circ\text{C}$ , 39-rasm):

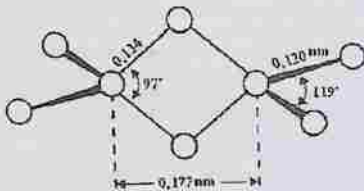


Boretan



Borbutan

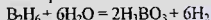
$\text{B}_4\text{H}_{10}$  ( $\text{BH}_3 \cdot \text{B}_2\text{H}_4 \cdot \text{BH}_3$ ) tarkibli birikma deyilishi mumkin. Borbutan  $18^\circ\text{C}$  da qaynaydigan gaz:



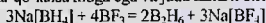
39-rasm. Boretan molekulasi tuzilishi

Borovodorodlar kimyoviy faol bo'lib havoda o'z-o'zidan oksidlanadi va ko'p issiqlik chiqazadi (masalan,  $\text{B}_2\text{H}_6$ -2025 kJ/mol issiqlik ajralsa,  $\text{C}_2\text{H}_6$  yonganda-1425 kJ/mol)

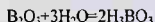
Borning gidridlari suv ta'sirida parchalanib vodorod hosil qiladi:



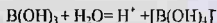
Ko'p borovodorodlar qo'lansa hidga ega va juda zaxarli birikmalardir.



**Bor angidridi** ikki xil allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi. Ulardan biri kristall bor angidridi (suyuql.harorati  $450^\circ\text{C}$ ). Borning kislorod bilan ta'siridan yoki ortoborat kislotalari suvsizlantirish orqali olinadi. Juda issiqqa chidamli modda. Suvda erib ortoborat kislotalari hosil qiladi:



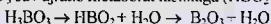
**Borning kislotalari.** Ortoborat kislota ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) oq kristall modda. Ortoborat kislota suvda kam eriydi, harorat ortishi bilan eruvchanligi ortib boradi. Juda kuchsiz kislota hisoblanadi. Odatdagi kislotalardan farqli ravishda, undan proton ajralishi  $\text{OH}^-$  ionlarini birikishi hisobiga bo'ladi:



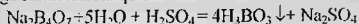
Juda kuchsiz kislota  $20^\circ\text{C}$  da dissotsialanish konstantasi

$K_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_2 = 2 \cdot 10^{-13}$ ;  $K_3 = 2 \cdot 10^{-14}$ . Bu kislota  $\text{H}_2\text{CO}_3$  va  $\text{H}_2\text{S}$  dan ham kuchsiz.

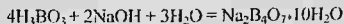
Qizdirilganda  $\text{H}_3\text{BO}_3$  suv ajratib metaborat kislotaga ( $\text{HBO}_2$ ) ga aylanadi:



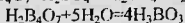
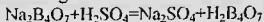
Agar issiq huraga sulfat kislota qo'shilsa ortoborat kislota hosil bo'ladi.



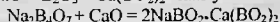
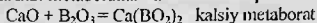
$\text{H}_3\text{BO}_3$  ni mo'l miqdorda ishqor bilan neytrallanishda -B-O-B- bog'lari hosil bo'ladi va bura hosil bo'ladi:



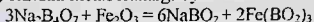
Buraning kislotalar bilan ta'siridan avval  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$  tetraorat kislota hosil bo'lib, uning gidrolizlanishi tufayli ortoborat kislotaga o'tadi:



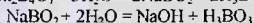
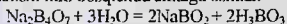
Borat kislotalarning tuzlari metaboratlar va ortoboratlar polimer tuzilishga ega:



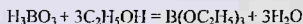
Metall oksidlarini eritish xossasidan foydalanib buradan metallarni payvand qilish uchun ishlatiladi. U temir(III) oksidini metaboratlarga aylantiradi:



Buraning gidrolizlanishi ikki bosqichda amalga oshadi:



Ortoborat kislota spirtlar bilan konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida qizdirilganda murakkab efirlar hosil qilib, olingan birikma (borning trietil efiri) yashil alanga berib oson yonadi:



**Bor organik birikmalar.** Oxirgi paytlarda bororganik birikmalar katta ahamiyatga ega bo'lmoqda. Ularda B-O-B, -B-N-B-, B-R-B, B-S-B kabi bog'lanishlar ma'lum. Masalan,  $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$  borazol, juda qiziqarli, rangsiz suyuqlik (suyuql. harorati - 58°C, qayn. harorati - 55°C). Tukibi va strukturasi benzolga o'xshaydi. Shuning uni "anorganik benzol" deb yuritiladi. Xuddi shunaqa birikmalar difenil va naftalinga o'xshaganini ham olingan. Bu moddalar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.



Borning azot bilan birikmalari uglevodorodlarga o'xshaydi:



borazan

borazen

borazin

B-N dagi to'rtinchi bog'  $\text{sp}^3$  gibridlanish tufayli yuzaga kelgan. Bunda azoming bog'lanmagan elektronlar jufti va borda  $\text{sp}^3$  gibrid orbital hosil qilishda ishtirok etadi.

**Tibbiyotda ishlatilishi.** Tibbiyotda bor birikmalaridan ortoborat kislota va bura tashqaridan ishlatish uchun antiseptik modda sifatida tavsiya etilgan.

Ortoborat kislotalarning lipidlarda yaxshi erishi lipid membranalari orqali hujayralarga tez kirib borishiga sabab bo'ladi. Ana shu sababli oqsillarning denaturatsiyasi ro'y berib mikroorganizmlar halok bo'ladi.

Buraning aniseptik xossasi ham uning gidrolizlanishidan ortoborat kislova hosil bo'lishiga asoslangan.

Bor hayotiy muhim mikroelementlardan hisoblanadi. U o'simliklarda uglevodlar va oqsillar almashinuviga ta'sir etadi. Paxta, kanaf, meva va sabzavotlar ayniqsa borga multoj hisoblanadi. Bor yetishmasligi ana shu o'simliklarning urug'ga zarar yetkazadi.

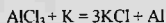
**Alyuminiyning tabiatda uchrashi.** Alyuminiy yer sharida eng ko'p tarqalgan metallardan biridir. U tuproqni, dala shpati, sluda va juda ko'p minerallarni tarkibiga kiradi.

$Al_2O_3$  korund rubin, safir, ortoklaz,  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Na_3[AlF_6]$  kriolit,  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  kaolin,  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$  boksit,  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  nefelin,  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$  alunite va juda ko'p alyumosilikatlar ma'lum.

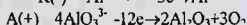
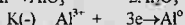
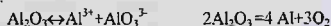
Alyuminiyning faqat bitta izotopi barqaror bo'lib u  $^{27}Al$  (100%).

**Fizikaviy xossalari.** Oq kumush rang metal (suyuql. harorati  $660^\circ S$ ), issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazadi. Undan ingichka sim tayyorlansa bo'ladi. Yupqa parda va kukunga oson o'tkazilishi mumkin.

**Olinish usullari.** Alyuminiy 1887 yilda Viyoller tomonidan alyuminiy xloridni kaliy metalli bilan qaytarib olgan:

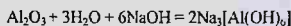


Texnikada alyuminiyning olinishi  $950^\circ C$  da  $Al_2O_3$  (8%) suyuqlanmasini elektroliz qilishga asoslangan. Bunda erituvchi sifatida  $Na_3[AlF_6]$  (92%) -kriolit ishlatiladi. Elektrolizyor katod kazifitsini, anod sifatida ko'mir ishlatiladi. Alyuminiyning zichligi kichik bo'lgani uchun u idish tubida yig'iladi:

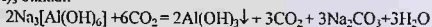


Elektroliz paytida anchagina miqdor uglerod sarf bo'ladi.

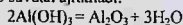
Agar boksitlar yuqori haroratda temir (III) oksidi bilan aralashirilganda ham, avval  $Al_2O_3$  eritmaga o'tadi:



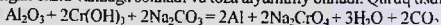
Temir oksidi va boshqa aralashmalar cho'kmada qoladi, eritmada karbonat angidrid o'tkazib  $Al(OH)_3$  olinadi:



Olingan gidroksid quritilib suvdan ajratiladi:



Tozalangan oksid vannaga solinadi va toza alyuminiy olinadi. Quruq usul:



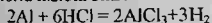
**Ishlatilishi.** Alyuminiy zar qog'ozni oziq-ovqat va farmatsevtika sanoati uchun o'rov metriali sifatida juda katta amaliy ahamiyatga ega.

Toza alyuminiydan o'tkazgichlar tayyorlanadi. Undan engil va pishiq qotishmalar olinadi. Qotishmalariga dyuraluminiy (94% Al, 4% Cu, 0,5% dan Mg Mn, Fe va Si), siluminiy (85-90% Al, 10-14% Si, 0,1% Na) kiradi. Alyuminiy asosida bo'yoqlar olinadi.

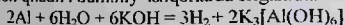
**Kimyoviy xossalari.** Havo kislorodi bilan oksidlanadi va uni sirtida  $0,101 \cdot 10^{-4}$  sm yupqa oksid parda qoplagan bo'ladi, bu uni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.  $Al_2O_3$  bir necha allotropik shakl o'zgarishlarga ega. Ularning ichida korund o'tga chidamli va yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuql. harorati  $2050^\circ C$ ). Qattiqligi jihatidan olmosga yaqinlashadi. Kristall  $Al_2O_3$  kimyoviy jihatdan ancha barqaror suv va kislotalar bilan ta'sir etmaydi.

Agar alyuminiy sirti kuchli oksidlovchilar (kons.HNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) bilan ta'sir ettirilsa metallning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Alyuminiy idishlarda nitrat kislotaga saqlash va tashish mumkin.

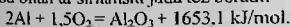
Alyuminiy suyultirilgan xlorid kislotaga bilan ta'sirlashib:



Konsentrlangan nitrat kislotaga odatda alyuminiy passivlashtiradi. Sulfat kislotaga bilan alyuminiy asosli tuzlar hosil qiladi. Alyuminiy ishqorlarda eriganida:



Alyuminiyning kislorod bilan ta'sirlanishi juda tez boradi:

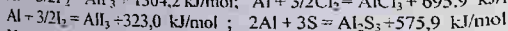
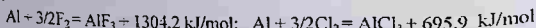


Bunda barorat 3000-3500°C gacha ko'tariladi va atrofga ultrabinafsha nurlar tarqaladi.

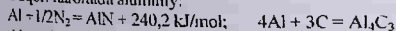
1859 yilda N.N.Beketov alyuminiy metallarni ulami oksidlaridan qaytarish uchun ishlatdi. Bu usul alyuminotermiya deyiladi. Agar 1 mol atom kislorodga to'g'ri keladigan kislorod miqdori 551,2 kJ/mol dan kam bo'lgandagina oksidlardan metallarni qaytarish mumkin.

Alyuminiy bilan CaO, BaO va MgO ni qaytarib bo'lmaydi, chunki 1g-atom kislorodga to'g'ri keladigan energiya miqdori 636,5 608,9 va 599,7 kJ/mol. Amalda temitni payvandlash katta ahamiyatga ega. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yoki Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> bilan alyuminiy metalli aralashmasi yondirilsa temir qaytariladi va bunda juda katta energiya chiqadi.

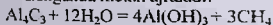
Alyuminiyning galogenlar bilan oksidlanishi ko'p mirdorda energiya chiqishi bilan boradi:



Yuqori haroratda alyuminiy:

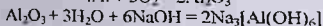
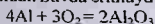


Alyuminiy karbid gidrolizlanganda metan ajraladi:

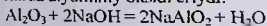


**Alyuminiyning birikmalari.** Alyuminiy oksidi tabiatda uchraydi. U qizil-rubin rangli.

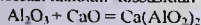
Bu oksid amfoter oksidlar qatoriga kiradi. Suvda erimaydi.



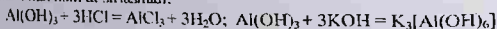
Suyuqlantirilgan ishqorlarda alyuminiy oksidi eriydi:



Alyuminiy oksidni asosli xossali kislotali xossasidan kuchli:



Alyuminiy gidroksidi amfoter gidroksid u polimer birikma, u asoslar bilan ham kislotalar bilan ham ta'sirlashadi:

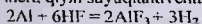


Agar Al(OH)<sub>3</sub> suvsizlantirilsa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aylanadi, va suvsizlatirilgan gidroksid alyumogel deyiladi. Bu birikma texnikada adsorbent sifatida ishlatiladi.

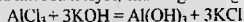
Alyuminiy tuzlari oson gidrolizga uchraydi. Suvdagi erimatlardan quruq tuzga o'tilsa kristallogidratlar hosil bo'ladi. AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O. Alyuminiyning qo'sh tuzlari kvaslar deyiladi.

Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub> alyuminiy sulfidi (suyuqlanish harorati 1100 °C) ozgina suv ta'sirida ham tezda gidrolizga uchraydigan kristall modda hisoblanadi.

**Alyuminiyning galloidli birikmalari.** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yoki Al ni suvsiz HF da erishiga asoslangan. Bu birikma kimyoviy inert, qiyin suyulanuvchan, suvda erimaydi:

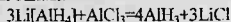


Suvsiz alyuminiy xlorid havoda tutaydi, chunki gidrolizga uchraydi:

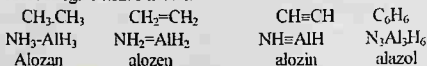


$\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{AlI}_3$  ikkita molekula birlashgan holda bo'lib  $\text{Al}_2\text{Ga}_6$  formulaga ega.

Alyuminiyning vodorodli birikmasi ( $\text{AlH}_3$ ) polimer tuzilishga ega. Oq kükun alan deyiladi.  $105^\circ\text{C}$  da vodorod ajratish bilan parchalanadi. Litiy tetragidroaluminatga  $\text{AlCl}_3$  ni efilri sharoitda ta'sir etish orqali olinadi:

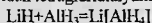


Alyuminiy va azot asosida juda qiziq birikmalar mavjud. Tarkibi jihatdan bu birikmalar uglevodorodlarga o'xshab ketadi:



**Alyuminiyning kompleks birikmalari.** Eritmada alyuminiy ionlari akva komplekslar hosil qiladi ( $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ ). Qiyin eriydigan floridli komplekslar keng tarqalgan:  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  $\text{Na}_2[\text{AlF}_5]$ ,  $\text{Na}[\text{AlF}_4]$ . Tarkibida xlor, brom va iod ionlari tutgan komplekslarning eruvchanligi yaxshi:  $\text{K}[\text{AlCl}_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlBr}_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlI}_4]$ .

$\text{AlI}_3$  ni asosli gidridlar ta'siridan tetragidridialyuminatlar hosil bo'ladi:



Bunday birikmalar kristall tuzilishga ega, oq rangli moddalar, ular organik kimyoda katalizatorlar sifatida ishlatiladi.

**Galliy guruchasi elementlari.** Galliy guruchasi elementlariga Ga, In, Tl kiradi. Agar Al Ga o'tilsa elementlarning atom radiuslari qisqarib, ionlanish potentsiali ortadi. In dan Tl qarab boradigan bo'lsa atom radiusi ortib, ionlanish potentsiali ham birmuncha ko'payadi. Bu guruh elementlarida galliy va indiyda +3 oksidlanish darajasi, Tl uchun +1 oksidlanish darajasi ko'proq uchraydi.

**Tabiatda uchrashi.** Bu guruh elementlari Al, Pb va Zn rudalari tarkibida turli minerallar holatida uchraydi.

Galliy izotoplaridan  $^{69}\text{Ga}$  (60,2%) va  $^{71}\text{Ga}$  (39,8%) tarqalgan. Sun'iy izotoplardan  $^{31}\text{Ga}$  bo'lib, uning yarim yemirilish davri 14,2 soat va radioaktiv indikator sifatida ishlatiladi.

Tabiatda indiy izotoplari  $^{113}\text{In}$  (4,33%) va  $^{115}\text{In}$  (95,67%) uchraydi. Talliyning izotop tarkibi esa quyidagicha:  $^{203}\text{Tl}$  (29,50%) va  $^{205}\text{Tl}$  (70,5%).

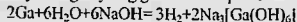
**Olinishi.** Galliy va uning analoglari polimetall rudalardan murakkab kimyoviy qayta ishlash natijasida oksidlar yoki xloridlar holatiga o'tkaziladi.

Keyin odatdagi metallar bilan qaytarish yoki elektroliz usullari ishlatiladi.

**Fizik xossalari.** Odatdagi sharoitda galliy guruchasi elementlari oq, kumush rang oson suyuqlanuvchan metallardir, Galliy eng kichik suyuqlanish haroratiga ega ( $29,8^\circ\text{C}$ )

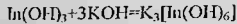
**Xossalari.** Galliy va indiyning sirti oksid pardasi bilan qoplangan. Lekin Tl oson oksidlanadi. Bu metallar oson kislorod bilan qizdirilganda ta'sir etadi, ayniqsa talliy. Xlor, brom bu metallarga xona sharoitida, yod esa qizdirilganda ta'sirlashadi.

Galliy ishqorlarda eriydi va galliyning gidroksokomplekslarini hosil qiladi:



Indiy va talliy ishqorlar ta'siriga chidamli.

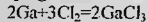
**Birikmalari.**  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  oq kristal modda.  $\text{In}_2\text{O}_3$  sariq rangga ega.  $\text{Tl}_2\text{O}_3$  jigar rangli birikma. Bu elementlar oksidlari suvda erimaydi. Ga, In va Tl ga tegishli gidroksidlar suvda erimaydi va  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ga o'xshab ketadi. Ga - In - Tl qatorida gidroksidlarning asoslik xossalari kuchayib boradi. Oksidlar va gidroksidlarning kislotalarda erishida akva komplekslar hosil bo'lishi kuzatiladi:  $[\text{Me}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ . Bunday komplekslar Ga va In (III) uchun rangsiz, lekin Tl (III) uchun och-sariq rangli. Indiy va galliyda gidroksokomplekslar hosil bo'lishi sodir bo'ladi:



Bu birikmalarda ham alumiyni ga o'xshash  $\text{KInO}_2$  va  $\text{KGaO}_2$  indatlar gaitlatlar ma'lum. Talliy (I) birikmalari asosan  $\text{TI}_2\text{O}$  (suyuql. harorati  $300^\circ\text{C}$ ) qora rangda, suvda yaxshi eriydi.  $\text{TIOH}$  kuchli asos,  $100^\circ\text{C}$  larda suvini yo'qotadi.

**Galogenli birikmalar.** Ga, In va Tl ning galogenli birikmalari (ayniqsa xloridli) oson uchuvchan, ularning bug'lar i ikki molekula i va past suyuqlanish haroratiga ega.

$\text{InCl}_3$  - och kul rang, yaltiroq kristall modda. Galliy, indiy va talliyning floridlari qiyin suyuqlanuvchan va suvda eriydigan moddalar.



### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Elementlarning umumiy xarakteristikasi Guruhda atom radiuslarining va ionlanish potentsiallarining o'zgarishi. Atomlarning valentligi va oksidlanish darajasi.

2. Bor va alumiyniy. Fizikaviy va kimyoviy xossalarning o'zgarishi. Kislorod, suv, kislota va asoslarga munosabati. Borning vodorodli va kislorodli birikmalari. Boranlar. Bor oksidi; orto -, meta - , poliborat kislotalar. Alyuminiyning oksid va gidroksidlarining amfoter xossasi. Gidridlar. Alyuminiyning metallarni olinishida ishltililishi.

3. Galliy guruhchasi elementlari. Galliy, indiy, talliy, atontlarning tuzitilishi. Fizikaviy va kimyoviy xossalari. (I) va (III) - oksidlarining barqarorligini va kislota - asos xossalarini o'zgarishi. Olinishi.

### Savol va topshiriqlar

1. Nima sababdan  $\text{BF}_3$  molekulas i boshqa molekular yoki ionlarni, masalan  $\text{H}_2\text{O}$  yoki  $\text{NH}_3$  molekularini yoki  $\text{F}^-$  ionlarini, o'ziga qo'shib oladi ?

2. Nima sababdan oddiy sharoitda  $\text{BH}_3$  o'rniga  $\text{B}_2\text{H}_6$  hosil bo'ladi?

3. Nima sababdan borat kislota kislotalik xossasini, boshqa kislotalardan farqli ravishda, suv bilan birikib  $\text{B}(\text{OH})_4^-$  hosil qilish natijasida namoyon qiladi? Ushbu reaksiya tenglamasini yozing va uning borishining sababi nimada ekanligini tushuntiring.

4. Alyumotermiya usuli bilan kalsiy olish mumkinmi? Javobingizni izohlab bering.

5. Ishqoriy va ishqoriy yer elementlarining uchinchi guruh asosiy guruhchasi elementlari bilan eng muhim o'xshashligi va farqlari nimalardan iborat? Misollar keltiring.

6. Borni borat kislotaladan, alyuminiy i uning oksididan olish reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

7. Orto borat kislotasi necha bosqichda dissotsilanadi? U qizdirilganda qanday o'zgarishlar kuzatiladi? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

8.  $\text{BO}_2^-$  va  $\text{BH}_4^-$  ionlar qanday geometrik konfiguratsiyaga ega?

9. Nima uchun  $\text{BCl}_3$  molekulas i mavjud, lekin  $\text{BH}_3$  molekulas i mavjud emas?

10. Reaksiyalar tenglamasini tugallang: a)  $\text{B}_4\text{H}_{10} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ ;

b)  $\text{H}_2\text{BO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$ ;

11. Nima uchun alyuminiy faqat ishqor qo'shilgan suvdagina vodorodni siqib chiqara oladi?

12. Nima sababdan alyuminiy gidroksidini hosil qilish uchun ishqorlarning o'rniga ammoniy gidroksidi qo'llanadi?

13. Nima sababdan  $\text{Al}_2\text{S}_3$  faqat suvsiz muhitda, masalan, suvsiz alyuminiy sulfatga yuqori temperaturada vodorod ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi? Ushbu reaksiya tenglamasini yozing.

14. Galliy guruhchasi elementlari birikmalarida eng barqaror oksidlanish darajasi nechaga teng?

15. Galliy guruhchasi elementlari qatorida (I) va (III) oksidlanish darajalarini qaysi elementlarniki eng ko'p bo'lganligini asos bo'ladi?

16. Oksidlanish darajasi (I) bo'lgan talliy birikmalarining eng barqaror ekanligini qanday tushuntirish mumkin?

17.  $GaF_3$  va  $GaCl_3$  larning suyuqlanish temperaturallari o'zaro juda katta farq qilishini (teginshicha 1000 va  $78^\circ C$ ) qanday tushuntirish mumkin?

18. Normal elektrod potentsiallarning qiymatiga asoslanib,  $Tl_2(SO_4)_3$  vositasida quyidagi moddalarni oksidlash mumkin yoki mumkin emasligini aniqlang:

a)  $HCl$ ; b)  $HBr$ ; v)  $HI$ ; g)  $H_2O_2$ ; d)  $H_2S$ .

19. Indiy (III) fitotuzini xlorididan olinish reaksiyasi tenglamasini yozing.

20.  $Tl_2SO_4 + KOH + Br_2 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

## XV BOB. VIII GURUHNING p-ELEMENTLARI

VIII guruh p-elementlariga geliy, neon, argon, kripton, ksenon va radon kirib, ular uodir gazlar yoki inert gazlar deb ataladi. Shu paytgacha geliy, neon va argon birikmalari olinmagan. Bu guruh elementlari gazlar qatoriga kirsam ham ularning molekullari tarkibida faqat bittadan atom bor.

Geliydan tashqari bu guruh elementlarining tashqi qavatidagi elektronlar soni 8 taga teng. Bunday atomlar tashqi qavati juda barqaror hisoblanadi.

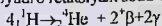
Inert gazlar ichida eng past suyuqlikka aylanish va qotish harorati geliyda kuzatiladi. Hajmiy jihatdan argon havoda 0,93 % ni tashkil etadi. Qolgan inert gazlar bir muncha kam tarqalgan.

**Geliy (Helium).** 1868 yilda astronomlar P.Janson va D.Loker tomonidan quyosh spektrini o'rganish jarayonida ochildgan. Spektrlardagi yangi chiziq (to'q sariq) yangi kimyoviy element deb qabul qilingan. Keyinchalik Ramzay shunday spektrga ega bo'lgan moddani yerda borligini topdi va u geliy deb ataldi (grekcha "geluos" - quyosh).

Xossalari jihatidan molekular vodorodga o'xshab ketadi. Geliy gaz modda (suyuql. harorati - 269 °C, qaynash harorati -272 °C -  $2.5 \cdot 10^3$  kPa). Bir l suvda 10 ml atrofida geliy eriydi.

Odatdagi sharoitda inert gaz, lekin kuchli qo'zg'atilsa molekulyar geliy ionini ( $He^{2+}$ ) hosil qiladi.

Yulduzlarda, quyoshda, kometalarda geliy borligi aniqlangan. Quyosh va yulduzlarda vodorodning geliyga aylanish termoyadro reaksiyasi sodir bo'ladi:



Suyuq geliy fizikada juda past haroratli muhit hosil qilish uchun ishlatiladi. Gazsimon geliy metallarni payvand qilishda inert muhit sifatida, oziq ovqat sanoatida konservant sifatida ishlatiladi.

**Neon va argon (neonum, argonum).** Neon ham juda past suyuql. haroratiga (-248,6 °C) va qayn. haroratiga -245,9 °C ega bo'lgan element. Neoni eruvchanligi ancha yuqori.

Neon ham molekulyar neon ionini ( $Ne^{2+}$ ) kuchli qo'zg'atilganda hosil qiladi. Neon fotoelementlar tayyorlashda, yoritgichlar yasashda ishlatiladi.

Tabiatda neonning uchta barqaror izotopi mavjud:  ${}^{20}Ne$  va  ${}^{22}Ne$ .

Oddiy modda holatida argonning suyuql. harorati (-189,3 °C) va qaynash harorati (-185,9 °C) ancha yuqori. Argonning adsorbsiya qilish xossasi ham kuchliroq.

Argon ba'zi moddalarning mag'ziga singib ketib birikmalar hosil qiladi. Suv, fenol, toluol tarkibida ana shunday birikmalar hosil bo'lishi kuzatilgan. -42,8 °C da parchalanadigan  $Ar \cdot 6H_2O$  tarkibli argon gidrati ma'lum.

Argon metallurgiya va kimyoviy jarayonlarda ishlatiladi. Argonli payvandlash ayniqsa aluminiy qotishmalarini ulashda, elektrotexnikada, yadro energetikasida keng qo'llaniladi.

Argonning ham uchta barqaror izotoplari:  ${}^{40}Ar$  (99,600%),  ${}^{38}Ar$  (0,063%) va  ${}^{36}Ar$  (0,037%) ma'lum.

**Olinishi.** Nodir gazlarni olish uchun suyuq havo fraksion haydaladi. Qaynash haroratiga qarab havo haydalganda uch qismga bo'linadi:

geliy (-269 °C), neon (-246 °C) va azot (-196 °C);

argon (-186 °C), kislorod (-183 °C);

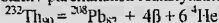
kislorod, kripton (-153 °C) va ksenon (-108,1 °C).

Geliy va neon ko'mirda adsorbsiya va desorbsiya qilish usulida bir-biridan ajratiladi.

Argon ikkinchi fraksiyadan rektifikatsiya yo'li bilan ajratiladi. Kripton va ksenon uchinchi fraksiyadan ajratiladi.

1-masala.  $^{232}\text{Th}_{90}$  atomi radioaktiv parchalanganda  $^{208}\text{Pb}_{82}$  izotopini hosil qiladi. 2 mg  $^{232}\text{Th}_{90}$  atomi parchalanishga uchraganda qanday hajmda (n.sh da) geliy hosil bo'ladi?

**Yechish.** Toriyning radioaktiv parchalanish reaksiyasini ifodalasak:



Tenglama bo'yicha 232 g toriy to'la parchalansa 6 g-atom geliy hosil bo'lsa, 2 mg miqdoridan esa  $V(\text{He})=0,002\text{g} \cdot 22400\text{ ml} / 232\text{g} = 1,158\text{ ml}$  geliy hosil bo'ladi.

2-masala. Neonning nisbiy atom massasi 20,2 g ga teng. Neon ikkita izotopdan iborat:  $^{20}\text{Ne}$  va  $^{22}\text{Ne}$ . Tabiiy neondagi har qaysi izotopning molyar ulushini aniqlang. **Yechish.** Agar tabiiy neondagi  $^{22}\text{Ne}$  molyar ulushini x va  $^{20}\text{Ne}$  molyar ulushini (1-x) bilan ifodalasak, unda x ta  $^{22}\text{Ne}$  massasi  $m_1(^{22}\text{Ne})=22x$  g va tegishli  $^{20}\text{Ne}$  izotopi massasi  $m_2(^{20}\text{Ne})=20(1-x)$  g ga teng. Agar umumiy (yoki o'rtacha molyar) massa 20,2 g ga teng bo'lsa,  $22x + 20(1-x)=20,2$  o'rinli tenglamadan foydalanib  $x=0,1$  natijani olamiz. Demak tabiiy neondagi  $^{22}\text{Ne}$  molyar ulushi 0,1 (10 %) va  $^{20}\text{Ne}$  molyar ulushi 0,9 (90%) ga teng.

3-masala. Karbonat angidrid bilan to'ldirilgan idishning massasi 422 g bo'lib, shu idishning argon bilan massasi 420 g. Teng hajmda olingan argon va noma'lum gaz bilan shu idishning massasi 414 g ga teng. Noma'lum gazning molekulyar massasini aniqlang.

**Yechish.** Agar 1 moldan gazlar olinganda  $\text{CO}_2$  ( $M_r=44$ ) va  $\text{Ar}$  ( $\text{Ar}=40$ ) massalari farqi 4 g (44-40) bo'lardi. Masala sharti bo'yicha farq 2 g ni tashkil etmoqda. Demak 0,5 moldan yoki 20 g Ar va 22 g  $\text{CO}_2$  (11,2 litr) olingan bo'lib, idish massasi 400 g ekan (420-20). Masalaning ikkinchi qismidagi shart bo'yicha 0,25 mol yoki 5,6 litr argon [ $m(\text{Ar}) = 0,25 \cdot 40 = 10$  g] va 5,6 litr noma'lum gaz ( $m_1 = 0,25M_1$ ) olinganda gazlar aralashmasi bilan idish og'irligi 414g ni tashkil etgan. U vaqtda noma'lum gazning massasi  $M_x = m_1 / 0,25 = 4 / 0,25 = 16$  bo'ladi. Metanni molyar massasi shu qiymatga to'g'ri keladi.

#### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Elementlarning umumiy tavsifi. Birikmalarida mumkin bo'ladigan valentliklari va oksidlanish darajasi. Guruhchada atoniklar radiuslari va ionlanish potensiallarining o'zgarishi. Elementlar kimyoviy nafaolliklarining sabablari. Ularning molekulyar o'zaro ta'sirini tavsifi va geliy - radon qatoridagi qotish va qaynash temperaturalarining o'zgarishi.

2. Og'ir nodir gazlarning kimyoviy birikmalari. Ksenon va kriptonlarning floridlari. Ularning olinish prinsiplari. Molekulalarning hosil bo'lishida gipervalent bog'larning ishtiroki. Floridlarning gidrolizi. Ksenonning kislorod tutgan birikmalari. Argon va uning analoglarining klatrat birikmalari.

### Savol va topshiriqlar

1. Nodir gazlarning bir atomligi qanday usul bilan isbotlangan?
2. Nodir gazlarning asosiy tabiiy manbalari va ularning olinish usullari.
3. Klatrat birikmalar deb nimaga aytiladi? Nodir gazlarning qanday klatrat birikmalari olingan?
4. Kripton, ksenon, radonlar fluor bilan bevosita ta'sirlashganda qanday birikmalar hosil qiladilar? Bu birikmalar qanday xossalarga ega?
5. Ksenon va kriptonlarning kislorod tutgan birikmalarini keltiring. Ular qanday xossalarga ega? Tegishli kimyoviy reaksiyalar tenglamalarini yozing.
6.  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{XeF}_6$ ,  $\text{XeF}_8$  va  $\text{XeO}_3$  dagi kimyoviy bog'lanishning tabiati va molekulyar tuzilishini tushuntiring.
7. Reaksiya tenglamalarini tugallang a)  $\text{Ba}_3\text{XeO}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ ; b)  $\text{MnSO}_4 + \text{Na}_4\text{XeO}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
8. Valent bog'lar va molekulyar orbitalar usuli nazariyalariga asoslanib,  $\text{HeH}$ ,  $\text{HeH}^+$ ,  $\text{HeF}$  va  $\text{He}_2^+$  zarrachalarning mavjud bo'lishi mumkinligini tushuntiring.
9. Nodir gazlar birikmalarining yuqori oksidlovchilik xossasiga egaligini hisobga olgan holda, kaliy bromatning ksenon difloridi bilan kaliy perbromatgacha oksidlanish reaksiyasining tenglamasini yozing.

## XVI BOB. VI VA VII GURUHLARNING d-ELEMENTLARI

### 16.1. VI guruh d-elementlari

VI guruh d-elementlariga xrom, molibden va volfram kiradi. Shu qator boylab ionlanish energiyasi va suyuqlanish harorati ortib boradi. Molibden va xrom o'xshash xossalarga ega. Xrom uchun +3 va +6 oksidlanish darajasi xarakterli, chunki +2 oksidlanish darajasiga ega birikmalar beqaror. Molibden va volframda +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ko'p uchraydi. Umuman bu guruhcha elementlari uchun 0, +1, -2, +3, +4, +5, +6 oksidlanish darajasiga ega birikmalari uchrashi kuzatiladi.

Oddiy moddalar holatida xrom, molibden va volfram oq kumushrang yaltiroq metallardir. Ularning orasida volfram eng yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Ularning xossalari qo'shimchalar ta'sir etadi. Texnik xrom eng qattiq moddalardan biri bo'lgan holda toza xrom bunday xossaga ega emas.  $H_2CrO_4$  va  $H_2Cr_2O_7$  va ularning tuzlari kuchli oksidlovchilardir.

$Cr^{+6}$ - $Mo^{+6}$ - $W^{+6}$  qatorida chapdan o'ngga birikmalarning barqarorligi ortadi, lekin oksidlovchilik xossalari zaiflashadi.  $H_2CrO_4$ - $H_2MoO_4$ - $H_2WO_4$  qatorida kislotalarning kuchi keskin kamayadi.

Tabiatda xromning to'rtta, molibdenda yettita, volfranda beshta barqaror izotoplar uchraydi. Bu metallarning hammasi hajmiy markazlashgan panjarada kristallanadi.

**Xromning tabiatda uchrashi.** Temirli xromtosh holda uchraydi.  $Cr_2FeO_4$  yoki  $Fe(CrO_2)_2$  xrom miqdori foizlarda 15% dan 40% gacha boradi. Qo'rg'oshinli qizil ruda  $PbCrO_4$  (krokoit ham deyiladi). Xromli oxra  $Cr_2O_3$ .

Molibden  $MoS_2$ -molibdeuit tarkibida, volfram bo'lsa – sheelit ( $CaWO_4$ ) va volframit [ $(Fe.Mn)WO_3$ ] holatida uchraydi.

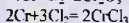
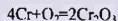
Xrom tutgan mineral 1766 yilda I.G.Leman tomonidan ochilgan "Sibir qizil qo'rg'oshini" deb atalgan. Xrom dastlab 1797 yilda Vokelen tomonidan bo'yoq modda  $PbCrO_4$  tarkibidan ajratib olingan. "Xrom" so'zi "rangli" degan ma'noni anglatadi. Haqiqatda xromning ko'p birikmalari yorqin rangga ega

**Xossalari.** Xrom – oq yaltiroq metall. qattiq, mo'rt. U qaytaruvchi, 2 tadan 6 tagacha elektron beradi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarda sharoitga qarab +2, +3 va +6 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi.

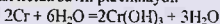
Kimyoviy jihatdan passiv element. Buning sababi uning sirti juda yupqa va ko'z ilg'amaydigan pishiq oksid pardaning borligidir. Juda qattiq metall ( $\delta=7.2 \text{ g/sm}^3$ ; 1890 °C da suyuqlanadi, 2430°C da qaynaydi).

Xrom metalli hajmi markazlashgan kub shakilda kristallanadi. Kristall panjarada koordinatsion son 8 ga teng. Kons. nitrat kislota yoki zar suvi ( $HNO_3+3HCl$ ) xromni passivlaydi.

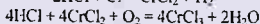
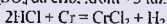
Unga odatdagi sharoitda kislod va nam ta'sir etmaydi. Qizdirilganda sirti oson oksidlanadi:



Flor bilan oson reaksiyaga kirishadi. Harorat ta'sirida oltingugurt, kremniy va brom bilan ta'sirlashadi. Maydalangan holda suvni parchalaydi.

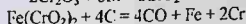
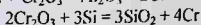
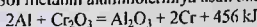


Suyultirilgan HCl da va  $H_2SO_4$  da erib, xrom +3 tuzlariga aylanadi:

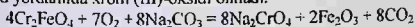


$\text{HNO}_3$ , zar suvi (1:3  $\text{HNO}_3$  va  $\text{HCl}$ ) oddiy haroratda xromni passivlashtiradi. Lekin  $\text{HCl}$  da uzoq vaqt qaynatilsa vodorod ajraladi. Keyin bu reaksiya sovuqda ham davom etadi. Passivlangan xrom o'zini nodir metallga o'xshab tutadi,

**Xromning olinishi.** Sof metallni aluminotermiya usuli bilan olish mumkin.

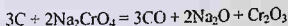


Sanoatda xrom olish uchun temir xromitdan dastlab xrom (III) oksid olinadi. Buning uchun xromli temirtosh kislorod va soda bilan suyuqlantiriladi. Keyin natriy xromatdan uglerod yordamida xrom (III)-oksid olinadi.



$$\begin{cases} \text{Fe}^{+2} - 1e = \text{Fe}^{+3} & 7 \\ 2\text{Cr}^{+3} - 6e = 2\text{Cr}^{+6} & 7 \\ \text{O}_2 + 4e = 2\text{O}^{-2} & 4 \end{cases}$$

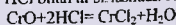
Hosil bo'lgan  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  suvda eritilib qo'shimchalardan tozalanadi va quritilib ko'mir bilan qaytariladi:



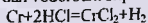
**Texnikada ishlatilishi.** Tarkibida 1-2% Cr tutgan po'lat qattiq va mustahkam bo'ladi. Po'latda 12% xrom bo'lganda zanglamaydigan po'lat hosil bo'ladi. Xrom metall buyumlarini qoplashda ishlatiladi, masalan, etiral, nixrom, xromal.

**Xrom(II) birikmalari.**  $\text{Cr}^{+2}$  nihoyatda beqaror birikmalar hosil qiladi. Ular kuchli qaytaruvchilardir.  $\text{CrO}$  - qora kukun.

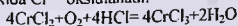
Qizdirilganda suyultirilgan  $\text{HCl}$  bilan ta'sirlashadi. Xrom (II) oksid kislotalarda eriydi:



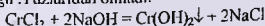
Maydalangan xrom kislotalardan vodorodni siqib chiqazadi:



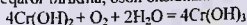
Havo kislorodi ishtirokida  $\text{Cr}^{2+}$  oksidlanadi:



$\text{Cr}(\text{OH})_2$  - sariq rangli. Tuzlaridan olinadi:



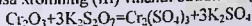
Xrom(II) gidroksidi beqaror birikma, oson oksidlanadi:



$\text{CrCl}_2$  - rangsiz kristall suvda eriydi. Eritmada havo rangli  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  akka komplekslar hosil qiladi. Eng barqaror birikmasi  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

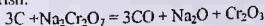
**Xrom (III) birikmalari.** Terichilik sanoatida xrom tuzlaridan pishiq xromli terlar olishda ishlatiladi.  $\text{Cr}^{3+}$  birikmalari barqaror.

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  - xromli oxra, yashil rangli kukun, suyuqlanish harorati  $2265^\circ\text{C}$ . Qiyin suyuqlanuvchan kimyoviy jihatdan inert. Suvda, kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Kattiy piro-sulfat bilan suyuqlantirilsa xromning (III) valentli birikmalariga o'tadi:

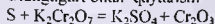


Xrom(III) oksidni olinish usullari:

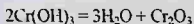
Uglerod bilan qaytarish:



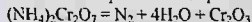
Oltinugurt bilan qaytarish:



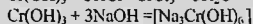
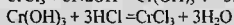
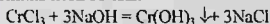
Harorat ta'sirida parchalanish:



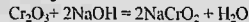
Dixromatlarni parchalash orqali ham oson olinadi:



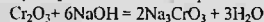
Xrom (III) – oksidini soda yoki ishqorlar bilan suyuqlantirish natijasida meta- va ortoxromitlar hosil bo'ladi.



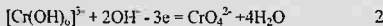
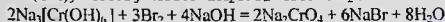
$\text{HCrO}_2$  – metaxromitlar, tuzlari mavjud:



$\text{H}_3\text{CrO}_3$  – ortoxromitlar, faqat tuzlar holida olingan:



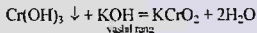
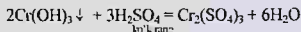
Xrom (III) gidroksidi kuchli oksidlovchilar ta'sirida ishqoriy muhitda  $\text{Cr}^{16}$  birikmalariga o'tadi.



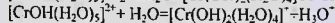
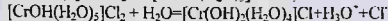
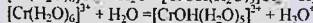
$\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  o'miga  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  ni olish mumkin. Oksidlovchilar sifatida bo'lsa  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{NaClO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  ba boshqalar olinadi.

Xrom birikmalarida  $\text{Cr}^{3+}$  kationi ko'k rangli (xrom (III) sulfat, xrom (III) nitrat, xrom (III) xlorid), xrom (III) anion holda bo'lsa ( $\text{CrO}_2^-$ ), yashil rangli bo'ladi (natriy xromit, kaliy xromit).

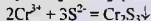
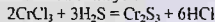
Kaliy xromli achchiqotshga oz miqdorda ishqor qo'shsak, xrom (III) gidroksid cho'kmaga tushadi. U amfoter bo'lganligi uchun kislotalarda ham ishqorlarda ham oson eriydi:



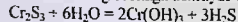
Xrom(III) tuzlari gidrolizga uchraydi. Jarayon kation mexanizm bo'yicha beradi:



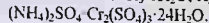
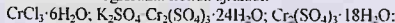
$\text{Cr}_2\text{S}_3$  – qora kristall modda, suvda erimaydi.



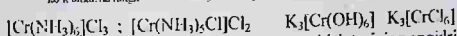
Bu tuz kuchli gidrolizga uchraydi va to'la gidroliz sodir bo'ladi.



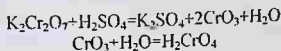
$\text{Cr}^{3+}$  tuzlari eritmadan kristallogidratlar holida ajraladi:



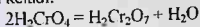
Xrom (III) birikmalarining koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar hosil qiladi:



**Xrom (VI) birikmalari.** Xrom (VI) oksidi, xromat kislotasining anhidridi – to'q qizil rangli ignasimon kristallga ega (suyuql. harorati 197 °C). Suvda oson eriydi. Bunda xromat kislotasi hosil bo'ladi:

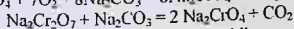
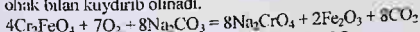


Bu kislotada erkin holda olinmagan. O'rtacha kuchli kislotada. Xromat anhidridiga xromat kislotada va dixromat kislotada to'g'ri keladi.

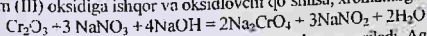


Suyultirish ortishi bilan muvozanat  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  tarafiga qarab suriladi.

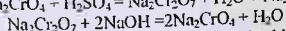
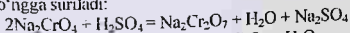
Xrom (VI) oksidi zaharli. Natriyli yoki kaliyli xromat texnikada xromli temirtoshni soda, potash yoki ohak bilan kuydirib olinadi.



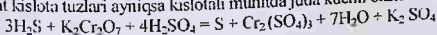
Agar xrom (III) oksidiga ishqor va oksidlovchi qo'shilsa, xromatlarga o'tadi:



Agar natriy xromatga kislotada qo'shilsa, muvozanat chapga suriladi. Agar ishqor qo'shilsa, muvozanat o'ngga suriladi:

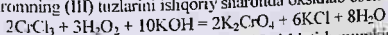


Dixromat kislotada tuzlari ayniqsa kislotali muhitda juda kuchli oksidlovchidir.



$\text{H}_2\text{S}$  omiga  $\text{KJ}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$  olish mumkin.

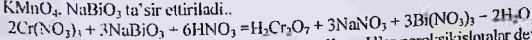
Xromatlar xromning (III) tuzlarini ishqoriy sharoitda oksidlab oson olinadi:



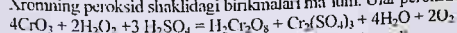
$\text{H}_2\text{O}_2$  o'miga boshqa oksidlovchilar  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$  ishlatish mumkin.

Bixromatlar olish uchun xrom (III) tuzlariga kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar

$\text{PbO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{NaBiO}_3$  ta'sir ettiriladi..

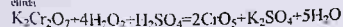


Xromning peroksid shaklidagi birikmalari ma'lum. Ular peroksisislotalar deyiladi.



$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12}$  – ko'k rangli etirda barqaror.  $\text{H}_3\text{CrO}_8$  – qizil rangli.

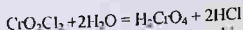
efind,



Reaksiya paytida efir qavatining siyoh rangga bo'yalishi kuzatiladi.

Xromning birikmalaridan  $\text{Cr}_2\text{O}_2\text{Cl}_2$  qizil qo'ng'ir rangli suyuqlik (suyuq. harorati -96.5

°C, qaynash harorati 117 °C).



$\text{K}_2\text{CrO}_4$  kaliy xromat suvsiz kristallanadi. Suvda yaxshi eriydi (20 °S da 100 g suvida 62.9 g tuz eriydi).  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  kristallari tarkibida 4, 6, 10 molekula suv ushlaydi. Uning suvda eruvchanligi yaxshi. Natriy dixromatga kaliy xlorid ta'sir ettirilib kaliy dixromat olinadi.

Suvda yomon eriydigan xromatlar qatoriga  $\text{PbCrO}_4$  va  $\text{BaCrO}_4$  kiradi. Ular sariq bo'yoq sifatida ishlatiladi.

$\text{CrF}_6$  kam o'rganilgan, beqaror, sariq, limonga o'xshash rangli kukum.  $\text{MoF}_6$  va  $\text{WF}_6$  ham ma'lum.

Xrom va uning analoglari geksakarbonilli neytral komplekslar hosil qiladi  $[E(CO)_6]$ . Geksakarbonilxrom  $[Cr(CO)_6]$  rangsiz kristall modda. Metallarning karbonillaridan toza metallar olish uchun foydalaniladi.

$MoO_3$  oq-sarg'ish modda (suyuql. harorati  $795^\circ C$ ), suvda kam eriydi. Bu oksid ishqorlarda erib molibdatlar hosil qiladi. Molibdatlarga nitrat kislotasi ta'sir ettirilsa  $H_2MoO_4$  ning ignasimon kristallari hosil bo'ladi. Tabiatda  $FeWO_4$  va  $MnWO_4$ ,  $CaWO_4$  volframat kislotasining tuzlari uchraydi.  $WF_6$ ,  $WO_3$ ,  $WCl_6$  sof holda barqaror moddalaridir.

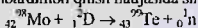
**Qo'llanilishi.** Xrom (III) va (VI) birikmalari odam uchun zaharli hisoblanadi.  $K_2Cr_2O_7$  katta yoshdagi odam uchun o'ldirish dozasi 0,3 g ni tashkil etadi. Xrom birikmalari terini qizartirib dermatitlar paydo bo'lishiga olib keladi. Kaliy dixromat terichilik, tekstil, lak bo'yoq va fannatsevtika sanoatida ishlatiladi. Qo'rg'oshin xromat sariq bo'yoq tayyorlashda qo'llaniladi. Kaliy dixromatni to'yingan eritmasi hamda konsentrlangan sulfat kislotaga teng hajmda aralashtirilsa, xrompik deyiladi. Bu aralashma juda kuchli oksidlovchi u bilan kimyoviy idishlarni yuviladi.

Biperoksixrom kislotasi ( $H_2CrO_6$ ) yoki peroksixrom kislotasi ( $HCrO_5$ ) ko'k rangli bo'lganligi uchun o'ziga xos rang hosil bo'ladi.

## 16.2. VII guruh d-elementlari

VII guruh d-elementlariga manganets, texnitsiy va reniy kiradi. Metallarning atom radiusi manganetsga qarab kamaygan. Ularning elektron tuzilishi  $(n-1)d^5ns^2$  elektron konfiguratsiyaga ega. Manganets uchun +2,+4,+7 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari barqarordir. Lekin +3,+5,+6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ham uchraydi. Texnitsiy va reniyda +7 birikmalar ancha barqaror. Mn-Te-Re qatorida kimyoviy faollik kamayadi.

Manganets 1774 yilda Sheele tomonidan ochilgan. 1808- y. ingliz olimi Djon tomonidan toza holda olingan. Re-1925- y. ochilgan nodir element. uning mavjudligini 1871 yil D. I. Mendeleev oldindan (ekamanganets) aytgan. Te-1937- y. sun'iy yo'l bilan olingan, Molibdenni deytronlar bilan bombardimon qilish natijasida sintez qilingan.



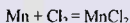
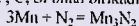
Tabiatda manganetsning  ${}_{25}^{55}Mn$  (100%) izotopi uchraydi. Reniyning eng barqaror izotopi  ${}_{75}^{185}Re$  (36,07%) ni tashkil etsa, texnitsiyning 15 ta izotopi borligi ma'lum.  ${}_{43}^{99}Tc$  eng barqaror izotop (yarim emirilish davri  $2 \cdot 10^5$  yil).

**Manganetsning tabiatda tarqalishi.** Manganets piroluzit -  $MnO_2$  minerali holatida. braunit-  $Mn_2O_3$ , gausmanit  $Mn_3O_4$ , manganit-  $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ ,  $MnSO_4$ , gauerit- $MnS_2$ , manganets yaltirog'i -  $MnS$  holatlarida uchraydi.

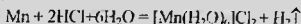
**Xossalari.** Manganets qattiq, mo'rt, temirga o'xshab ketadi. Suyuql. harorati  $1245^\circ C$ . Manganets 4 ta allotropik shakl o'zgarishi holatida uchraydi.  $\alpha$ -Mn,  $727^\circ C$  gacha barqaror.  $\beta$ -Mn  $1101^\circ C$  (bu ikkala allotropik shakl o'zgarishlar ham aluminotermiya usuli bilan olinadi. U mo'rtligi va qattiqligi bilan tavsiflanadi).  $\gamma$ -Mn  $1101-1137^\circ C$  haroratda mavjud.  $\tau$ -Mn  $1137^\circ C$  dan yuqori haroratda hosil bo'ladi.

Manganets va uning analoglari uchun oddiy holda karbonilli neytral komplekslar  $[Me_2(CO)_6]$  formulaga ega. Odatdagi sharoitda  $[Mn_2(CO)_6]$  sariq qattiq modda suyuql. harorati  $155^\circ C$ , oson haydaladi.

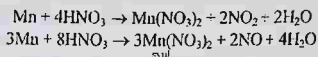
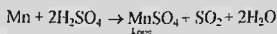
**Kimyoviy xossalari.** Odatdagi haroratda barqaror. Maydalanagan holda u oson oksidlanadi. Al, Sb, Cu bilan ferromagnitli qotishmalar hosil qiladi. Qizdirilganda galojenlar. S, N, P, C, Si bilan birikadi:



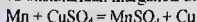
Marganets azot, fosfor va kremniy bilan o'zgaruvchan tarkibli birikmalar hosil qilishi ma'lum:  $Mn_3P$ ,  $MnP_4$ ,  $Mn_2P$ ,  $Mn_3P$ ,  $Mn_3C$ ,  $Mn_5C_2$ ,  $Mn_{13}C_4$ ,  $Mn_7C_3$ ,  $Mn_8C_7$ ,  $MnSi$ ,  $Mn_3Si$ ,  $Mn_5Si$ .



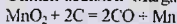
Eritmada akvakomplekslar hosil bo'ladi. Qizdirilganda suvni parchalaydi. Konsentrlangan  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  bilan xona haroratida ta'sirlashmaydi, qizdirilganda reaksiyaga kirishadi:



Ko'p metallarning tuzlari va oksidlaridan marganets ulami qaytaradi.



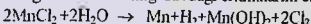
**Olinish usullari:** Marganets oksidini uglerod bilan qaytarish orqali:



Alyuminiotermiya usuli:  $3MnO_2 + 4Al = 2Al_2O_3 + 3Mn + 391$  kkal

Kremniytermiya:  $MnO_2 + Si = Mn + SiO_2$

Marganets tuzlarining suvdagi erimalarini elektroliz qilib olinadi:



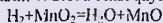
**Metall marganetsning qo'llanilishi.** Tarkibida marganets saqlaydigan po'latlar tenir yo'l strekallari, o'q o'tmaydigan tank korpuslari qurishda ishlatiladi. Uning asosida elektr o'tkazuvchanligi kam manganat qotishmasi olinadi. (12% Mn, 84% Sn, 4% Ni). Eng asosiy qotishmasi ferromarganets (60-90% Mn va 40-10% Fe).

Oz miqdorda marganets alyuminiyning qotishmalariga qo'shiladi. U oz miqdorda tuproqda, mineral suvlarda, o'simlik va tirik organizmlarda bo'ladi.

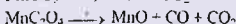
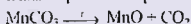
Texnitsiy korroziyaga chidamli, neytronlar ta'siriga barqaror, shuning uchun atom reaktorlarida qurilish materiali sifatida ishlatiladi. Reniy elektrotexnikada va kimyoviy jarayonlarda samarali katalizator sifatida ishlatiladi.

**Marganets birikmalari.** Kislorod bilan quyidagi birikmalari ma'lum:  $MnO$  va  $Mn_2O_3$  asosli,  $MnO_2$  amfoter,  $MnO_3$  va  $Mn_2O_7$  kislotali.

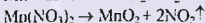
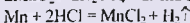
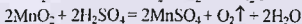
**Marganetsning (II) birikmalari.** Marganets (II) oksidi  $MnO$  - yashil kukun. Suyuqlarorati  $1780^\circ C$  suvda erimaydi. O'zgaruvchan tarkibga ega ( $MnO$ - $MnO_{1,5}$ ). Yuqori oksidlarini vodorod bilan qaytarish orqali olinadi:



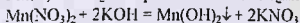
tuzlarni qizdirish orqali:



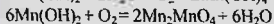
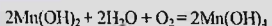
Marganets (II) tuzlari qattiq holda pushti rangli, lekin erimatlari rangsiz. Ular odatda marganets(IV) tuzlariga kislota ta'sir qilib olinadi.



$Mn(II)$  tuzlariga ishqorlar ta'siridan marganets(II) gidroksidi hosil bo'ladi:

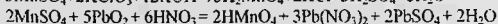


Oq cho'kma ( $Mn(OH)_2 \downarrow$ ) oksidlanib qorayib qoladi:



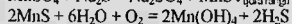
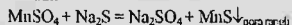
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  ning beqarorligini ko'rsatadi.

Kuchli oksidlovchilar ta'sirida  $\text{Mn}^{2+}$  birikmalari qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi. Ishqoriy muhitda oksidlansa manganatlar, agar kislotali muhitda oksidlansa permanganatlarga o'tishi ma'lum:



$\text{MnCl}_2$  - gazlamalarni jigar rangga bo'yash uchun ishlatiladi.

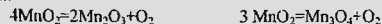
$\text{MnS}$  qovoq rangli qattiq modda. Uni olish uchun manganets (II) tuzlariga sulfidlar ta'sir ettiriladi:



$\text{MnSO}_4$  oson qo'sh tuzlar hosil qiladi:  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{MnSO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  gazlamalarni bo'yashda ishlatiladi. Manganets(II) ning ko'p tuzlari suvda yaxshi eriydi ( $\text{MnS}$ ,  $\text{MnF}_2$ ,  $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MnCO}_3$  lardan tashqari).

**Manganets (III) birikmalari.** Tabiatda  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  braunit holatida uchraydi. Qora tusli qattiq modda. Uning suyql. harorati  $1650^\circ\text{C}$ .  $\text{MnO}_2$  ni yuqori haroratda ( $600-900^\circ\text{C}$ ) qizdirib olinadi:



Manganets(III) gidroksid  $\text{MnO}(\text{OH})$  tarkibga ega deb ham qaraladi. Manganets oksidlari ichida eng barqarori  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  bo'lib, bunday tarkib  $\text{H}_4\text{MnO}_4$  kislota tuzi  $\text{Mn}_2\text{MnO}_4$  sifatida qaralishi mumkin.

Manganets (IV) birikmalari.  $\text{Mn}(\text{OH})_4$  amfoter modda, bunday birikmalar ikki xil boladi:

**$\text{Mn}^{4+}$  birikmalari.** Ular 3 valentli manganets birikmalaridan beqaror. Eng barqarori  $\text{Mn}(\text{H}_2\text{AsO}_4)_3$  va disulfid  $\text{MnS}_2$  - gausrit.  $\text{MnS}_2$  - jigar rangli qattiq modda. Odatdagi sharoitda barqaror. Qizdirilsa  $\text{MnS}$  va  $\text{S}$  ga parchalanadi. Manganetsning kompleks birikmalari ancha barqaror:  $\text{Me}_2[\text{MnF}_6]$ .

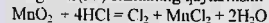
$\text{MnO}_2$  qora qo'ng'ir rangli, o'zgaruvchan tarkibga ega, amfoter oksid.  $530^\circ\text{S}$  gacha qizdirilsa o'zidan kislorod ajratadi. Suvda erimaydi, qizdirilsa ko'p kislotalar ta'siriga chidamli

$$\text{MnO}_2 + \text{CaO} = \text{CaMnO}_3$$

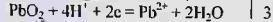
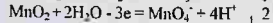
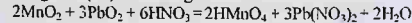
2-guruhga orto va metamanganets kislotalarining  $\text{H}_4\text{MnO}_4$  (ortemanganit),  $\text{H}_2\text{MnO}_3$  (metamanganit) tuzlari kiradi. Bu kislotalar erkin holda olinmagan, lekin ularning tuzlari ma'lum:



Manganets(IV) oksidining qaytarilishi:

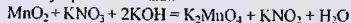


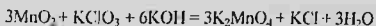
Manganets (IV) oksidining kislotali muhitda oksidlanishi :



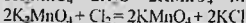
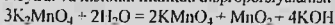
**$\text{Mn}^{3+}$  birikmalari.**  $\text{H}_3\text{MnO}_4$  beqaror va mavjud emas, shu paytgacha olinmagan. Bu kislotaning tuzlari  $\text{Na}_3\text{MnO}_4$  va  $\text{K}_3\text{MnO}_4$  olingan.

**$\text{Mn}^{2+}$  birikmalari.**  $\text{MnO}_3$  va  $\text{H}_2\text{MnO}_4$  erkin holda olinmagan, ular beqaror. Manganatlar metall holidagi, yoki manganets oksidlari, tuzlarini kislorod bilan ishqor ishtirokida suyuqlantirib olinadi.

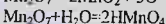
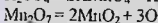
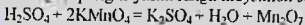




Neytral va kislotali muhitda disproporsiyalanish reaksiyasi ketadi:



$\text{Mn}^{+7}$  birikmalari.  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  permanganat kislotasi tuzlariga konsentrlangan sulfat kislotasi ta'sir ettirib olinadi.  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  qora-yashil rangli modda bo'lib, suyuq. Harorati  $5,9^\circ\text{C}$ . Odatdagi sharoitda  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  qo'ng'ir yashil rangli moysimon suyuqlik.



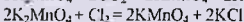
Kislota va uning tuzlari eritvasi pushti rangli. Juda kuchli kislotasi, faqat suvdagi eritmada 20% gacha mavjud, 0,1 n eritma uchun  $\alpha=93\%$ .

Agar kristall holandagi kaliy permanganatga 2-4 tomchi kons. sulfat kislotasi qo'shib, shisha tayoqcha bilan aralashtirilsa va bu tayoqcha efir yoki spirt bilan ho'llangan paxtaga tegizilsa u darhol o'z-o'zidan alanga berib yonib ketadi. Juda kuchli oksidlovchi. Ko'p yonadigan moddalar qog'oz, spirt, efir bu oksidga tegishi bilan o'z-o'zidan yonib ketadi.

$\text{KMnO}_4$  deyarli qora rangdagi kristall modda, suvda erisa qizg'ish pushti rang hosil qiladi.  $200^\circ\text{C}$  haroratda parchalanadi. Bu reaksiya laboratoriyada kislorod olish uchun ishlatiladi:



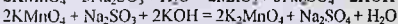
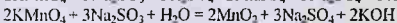
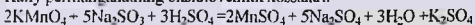
**Texnikada kaliy permanganatning olinishi.** Marganets (IV) oksidiga KOH bilan kislorod qo'shib olinadi.



Texnikada  $\text{KMnO}_4$  organik moddalarni oksidlovchi agent sifatida ishlatiladi.

Shuningdek jun, gazlamalarni oqartirishda ham ishlatiladi. Permanganatlar bilan oksidlash sharoitiga qarab har xil ketadi.

Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossalari:



Bu yerda natriy sulfit o'miga kaliy yodid, natriy tiosulfat, kaliy nitrit,  $\text{H}_2\text{S}$  yoki istalgan boshqa qaytaruvchini olish mumkin.

**1-masala.** Tarkibida 31,58 % kislorod bo'lgan 50 g metall oksidi vodorod atmosferasida qizdirilganda 38 g qoldiq qolgan. Reaksiya uchun qaysi metall oksidi olingan?

Qoldiqning tarkibi qanday?

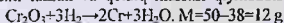
**Yechish:**  $\text{Me}_x\text{O}_y + y \text{H}_2 \rightarrow x \text{Me} + y \text{H}_2\text{O}$ . Modda tarkibida 31,58 % kislorod bo'lsa, undagi ikkinchi tarkibiy qism - metallning massa ulushi:

$$\omega_{\text{Me}} = 100 - 31,58 = 68,42 \%$$

$$\omega_{\text{Me}} = \frac{68,42}{31,58} \cdot 8 = 17,33. A_r = 17,33 \cdot 2 = 34,66 \text{ bunday metall yo'q. } A_r = 17,33 \cdot 3 = 52 \text{ bu -}$$

xrom. Demak,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  haqida gap bormoqda.

Reaksiya tenglamasini tuzsak va qoldiq massasi qiymatidan foydalansak:



Kelib chiqad. Dastlabki moddaning massasi 12 g ga kamaygan va bu kamayish kislorodning suv bug'lariga bog'lanib chiqib ketishi bilan bog'liq. Qoldiqning tarkibi haqida xulosa qilishdan oldin, reaksiya tenglamasi asosidagi qoldiqning massasini topamiz:

$$152:104=50:x; x=32,24 \text{ g.}$$

Bu qiymat masala shartidagi qoldiq bilan mos emas, demak, qoldiq tarkibida parchalanmay qolgan oksid bor. Uning massasi:  $104:3-16=x:12$ ;  $x=26$  g. Demak, qoldiq tarkibida 26 g xrom va  $\Delta m=38-26=12$  g  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  bor ekan.

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Xrom guruhchasi elementlarining umumiy tavsifi. Atom radiuslari va ionlanish potensiallarining guruhchada o'zgarishi. Xrom (II, III va VI) oksidlari va gidroksidlari; ularning o'zaro nisbiy barqarorligi. kislotalik-asoslik, oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari; suv, kislota, ishqorlarga munosabati. Molibden va volfram (VI) oksid va gidroksidlari, xossalari, olinishi. Xrom - molibden - volfram qatoridagi kislotalarning barqarorligi, kislotalik - asoslik xossalarning o'zgarishi, izo - va geteropolikislotalar. Peroksobirikmalari.

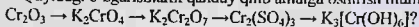
2. Marganets guruhchasi elementlarining umumiy tavsifi. Kimyoviy xossalarning guruhchada o'zgarishi; oddiy moddalarning suv, kislota, ishqorlarga munosabati. elementlarning yuqori oksidlanish darajasiga to'g'ri kelgan birikmalarining barqarorligini guruhchada o'zgarishi. Marganetsning (II), (III), (IV), (VI), (VII) oksid va gidroksidlari. Ularning barqarorligi kislotalik - asoslik va oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari. Texnetsiy va reniylarning (VII) oksid va gidroksidlari. Marganets, texnetsiy va reniy kislotalarining tuzlari. Permanganat ionining kislotali, neytral va ishqoriy muhitlardagi oksidlovchilik xossalarini o'zgarishi.

### Savol va topshiriqlar

1. Xrom guruhchasi elementlari xossalarning VI guruh asosiy guruhchasi elementlariniki bilan o'xshashligi va farqi nimalarda namoyon bo'ladi?

2. Xrom (VI) ning oksidlovchilik, xrom (III) ning esa qaytaruvchilik xossalari qanday muhitda kuchliroq namoyon bo'ladi?

3. Quyidagi o'zgarishlarni qanday qilib amalga oshirish mumkin:



3.  $\text{CrCl}_3 + \text{NaBiO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)

5. Quyidagi juft holda keltirilgan eritmalar o'zaro aralashirilganda qanday o'zgarish ro'y beradi: a)  $\text{Na}_3\text{Cr}(\text{OH})_6$  va  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; b)  $\text{Sr}_2(\text{SO}_4)_2$  va  $\text{Na}_2\text{S}$ ; v)  $\text{Sr}_2(\text{SO}_4)_2$  va  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing

6.  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)

7.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ga sulfat kislotali muhitda vodorod peroksidni ta'sir qilinsa xrom peroksidi  $\text{CrO}_5$  hosil bo'ladi. Reaksiya tenglamasini va xrom peroksidining grafik formulasini yozing.

8.  $\text{CrO}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \dots$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

9. Quyidagi oksidlardan qaysi biri suvda eriydi, qizdirilganda parchalanadi va kuchli oksidlovchi bo'ladi  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{WO}_3$ ?

10. Xrom guruhchasi elementlarning  $\text{H}_2\text{EO}_4$  tarkibli kislotalaridan qaysi biriniki eng kuchli bo'ladi? Javobingizni izohlang.

11. Xromning tarkibida ikkita yoki uchta xrom atomi bir bo'lgan polikislotalarining grafik formulalarini yozing.

12. Erivchan molibdat va volframat eritmalariga mo'l  $\text{H}_2\text{S}$  bilan ta'sir qilinsa tiotuzlar hosil bo'ladi. ular kislotalar ta'sirida  $\text{MoS}_3$  va  $\text{WS}_3$  hosil qilib oson parchalanadi. Bunday jarayonlarga mos bo'lgan reaksiyalar tenglamalarini yozing.

13. Quyidagi kompleks birikmalarning koordinatsion formulalarini yozing:  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{KCN}$ ;  $\text{CrBr}_3 \cdot \text{KBr} \cdot 2\text{NH}_3$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot \text{KCN} \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{NH}_3$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot 2\text{KCN} \cdot \text{NH}_3$ ;  $\text{Cr}(\text{NO}_2)_3 \cdot 2\text{Na} \cdot \text{NaBr}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

14.  $(\text{NH}_4)_6\text{W}_7\text{O}_{24} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).

15. Mn(II) dan Mn(VII) ga o'tganda oksid va gidroksidlarning kislotalik-asotik xossalari qanday o'zgaradi? Nima uchun?

16. Oq rangli Mn(OH)<sub>2</sub> gidroksidi nam holda havoda barqarormi? Aks holda qanday jarayon sodir bo'ladi?

17. Marganetsdan qanday bo'lgan elementlarning oksidlanish darajasi yuqori va past bo'lgan birikmalarining barqarorligi qanday o'zgaradi?

18. Oksidlanish reaksiyasini amalga oshirish uchun kaliy permanganat yoki kaliy perrenatlardan qaysi biridan maqsadga muvofiq foydalanish kerak?

19. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang: a)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow$ ; b)  $\text{NH}_4\text{ReO}_4 \rightarrow$ ; v)  $\text{MnCl}_2 + \text{NaOH} + \text{Br}_2 \rightarrow$ ; g)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_2 \rightarrow$ ;

21. Nima uchun  $[\text{MnCl}_6]^{2-}$  va  $[\text{CrCl}_6]^{3-}$  kompleks anionlar bir xil magnit xossaga ega?

22. MnSO<sub>4</sub> va KMnO<sub>4</sub> larning suvli eritmasida teskari disproporsiyalanish reaksiya sodir bo'lishi mumkin. Unda nima hosil bo'ladi? Reaksiya tenglamasini yozing.

23. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang.

a)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; b)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ ;

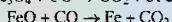
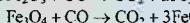
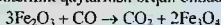
23. Mn(II) ning akvakompleksi ichki orbitallik bo'ladimi yoki tashqi orbitallik?

## XVII BOB. VIII GURUHNING d-ELEMENTLARI

Temir triadasi elementlarining valent elektron konfiguratsiyasi  $3d^4 4s^2$  (Fe),  $3d^7 4s^2$  (Co),  $3d^8 4s^2$  (Ni). Bu elementlarda valent elektronlar soni guruh nomeridan katta, ammo ular birorta birikmasida VIII guruhga mos bo'lgan (+8) oksidlanish darajasini namoyon qilmaydilar. Ularning o'ziga xos uchinchi xususiyati gorizontaal bo'yicha uchta element xossasi o'zaro o'xshashlik namoyon qiladilar. Ularning o'zaro o'xshashligi va platina metallaridan farq qilishida elementlarning kaynosimmetrikligi ham alohida o'rin tutadi. Ular deyarli bir xil ionlanish potentsialiga, yaqin atom radiusiga va NEMga ega.

3d-orbitallarning kaynosimmetrikligi va shuning bilan birga 3d-orbitallarning yadro bilan kuchli bog'langanligi tufayli +3 dan yuqori bo'lgan oksidlanish darajalari kam xosdir. Ular uchun ko'proq +2, +3 oksidlanish darajalari xos. Shuning bilan birga temir uchun +3 barqarorroq (+2 ga nisbatan), chunki  $3d^5$  bo'lishi uchun bitta elektron ortuqlik qiladi. d-orbitallarda yana elektronning ortib borishi ularning kimyoviy ta'sirlashishda qatnashishini kamaytiradi. Shuning uchun kobaltda +2 va +3 larning imkoniyatlari tengroq. Ni uchun esa +2 barqarorroq, kuchliroq oksidlovchilar ta'sir etirilsa +6 oksidlanish darajasi ham namoyon bo'lishi mumkin. Temir tabiatda tarqalishi bo'yicha kislorod, kremniy va alyuminiydan so'ng to'rtinchi elementdir (5,1 mass%). Kobalt -  $3 \cdot 10^{-3}$  va Ni -  $8 \cdot 10^{-2}$  mass%.

Temir oksidlaridan karbotermik qaytarilish orqali olinadi:



Kobalt va nikel olish uchun ularning minerallaridan oksidlari olinib, elektropechlarda uglerod bilan qaytariladi. Juda ham toza metallar (99,99%) karbonil usuli bilan olinadi.

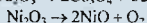
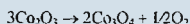
Kompakt holatda Fe, Co, Ni kumushsimon oq metallar (Fe - kulrangroq, Co - pushtiroq, Ni sarg'ishroq). Toza metallar plastik bo'lib, ozgina qo'shimcha qo'shilsa ham mo'rt bo'ladi. Uchchala metall ham ferromagnit xususiyatga ega.

Temir va kobalt uchun polimorfizm, nikel uchun esa monoformizm xos. Temir uchligi yuqori temperaturada eriydi va Fe-Co-Ni qatorida erish temperaturasi pasayadi. Kimyoviy jihatdan Fe, Co, Ni o'rtacha faollikka ega bo'lgan metallar hisoblanadi. Faollik qatorida vodoroddan chaproqda joylashgan (rux va qalay orasida) ligi sababli ular oksidlovchi bo'lmagan mineral kislotalar bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradilar.

Temir qizdirilganda  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  gacha oksidlanadi. Bu oksid temirning eng barqaror oksididir. Kobalt va nikelning oksidlanishi yana ham yuqoriroq temperaturada sodir bo'ladi. Bunda asosan NiO va CoO hosil bo'ladi.

Yuqori temperaturada Fe, Co, Ni faoldirlar va barcha metallar bilan reaksiyaga kirishadilar.

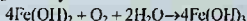
Elementlarni qizdirib +2 oksidini ham, +3 oksidini ham olib bo'lmaydi, chunki aralash oksidlari hosil bo'ladi. Shuning uchun ularni birikmalaridan olinadi. Co ni barcha elementlar uchun olish oson, ammo temir uchun  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  barqaror bo'lsa, kobalt va nikel uchun 3 oksidlari barqaror va parchalanadilar:



Temir va kobalt uchun  $\text{E}_3\text{O}_4$  tarkibli oksidlar xosdir.

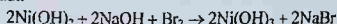
EO oksidlari ko'proq ion bog'lanishli, ammo biroz kovalent bog'lanishning xossasi borligi ham kuzatiladi.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  da esa bog'ning kovalentligi yana ham ko'proqdir (FeO ga nisbatan). EO turidagi oksidlar suvda erimaydi va ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi. Kislotalar

bilan +2 oksidlanish darajali birikmalar hosil qiladi. Demak kimyoviy jihatdan asos xossasini namoyon qiladilar. Bu qonuniyat E(OH)<sub>2</sub> turidagi gidroksidlar uchun ham xos. Fe(OH)<sub>2</sub> turidagi gidroksidlar Fe(OH)<sub>2</sub> ni oddiy sharoitda oksidlanishidan hosil bo'ladi:

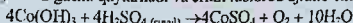


Shunga o'xshash reaksiya kobalt uchun ham kamroq darajada xos. Ni(OH)<sub>2</sub> havo kislorodi ta'siriga barqaror. Demak, Fe-Co-Ni qatorida +3 oksidlanish darajasining barqarorligi kamayadi.

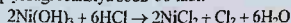
Odatda Fe(OH)<sub>3</sub> va Co(OH)<sub>3</sub> tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi. Ni(OH)<sub>2</sub> ishqoriy muhitda oksidlab olinadi:



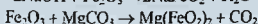
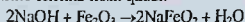
+3 gidroksidlarining barqarorligi turlicha bo'lganligi tufayli, ular kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda turlicha xossa namoyon qiladilar. Agar Fe(OH)<sub>3</sub> tuzlar hosil qilsa (+3), Co(OH)<sub>3</sub> va Ni(OH)<sub>2</sub> har +2 gacha qaytariladi va erkin kislorod ajralib chiqadi:



Boshqa hollarda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

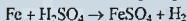
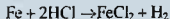


Fe(OH)<sub>3</sub> ma'lum darajada kislota xossasini namoyon qiladi. U qaynoq, konsentrlangan ishqor eritmaları bilan ta'sirlashib ferritlar hosil qiladi:

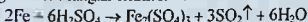


Kobalt va nikel dan farq qilib, temir uchun +6 birikma qam xos. Erkin xolda temir kislotasi va unga xos oksidi FeO<sub>3</sub> olinmagan.

Shuni e'tiborga olish kerakki, suyultirilgan sulfat va xlorid kislotalarida Fe<sup>2+</sup> hosil bo'ladi:



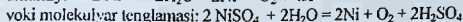
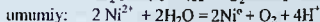
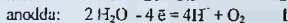
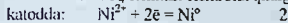
Agar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning konsentrlangan eritmasi bo'lsa Fe<sup>3+</sup> hosil bo'ladi:



Ammo 100%li yoki shunga konsentratsiyasi yaqin bo'lgan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bo'lsa Fe u bilan reaksiyaga kirishmaydi, chunki u passivlashib qoladi.

**1-masala.** Metal namunalari NiSO<sub>4</sub> eritmasini saqlagan elektrolitik hammomida elektrokimyoviy usul bo'yicha nikel bilan qoplanadi. Elektrolitik hammomning klemmalariga 2.5 V kuchlanish beriladi. Radiusi 2,5 sm va balandligi 20 sm li 10 ta metal silindrlarini 0,4 mm qalinlikda nikel bilan qoplash uchun saflanadigan elektr energiya miqdorini hisoblang (kVt·soat) (Nikelning zichligi ρ=8.9 g/sm<sup>3</sup>, Ar(Ni)=58.7; tok bo'yicha unum η=90%).

**Yechish:** NiSO<sub>4</sub> eritmasi elektroliz qilindagina quyidagi jarayonlar kechadi:



Har bir silindr nikel bilan qoplanishidan oldin quyidagi hajmga ega edi:

$$V_0 = \pi r_0^2 h_0 = 3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 20 = 392,5 \text{ sm}^3$$

Nikel bilan qoplash jarayonida har bir silindrning radiusi 2,54 sm gacha, balandligi esa 20,08 sm gacha ortadi va bunda hajm quyidagicha o'zgaradi:

$$V_1 = \pi r_1^2 h_1 = 3,14 \cdot 2,54^2 \cdot 20,08 = 406,8 \text{ sm}^3$$

yani har bir silindrida  $\Delta V = V_1 - V_0 = 406,8 - 392,5 = 19,3 \text{ sm}^3$  nikel ajraladi. 10 ta silindrni qoplash jarayonida nikelning umumiy massasi

$$m = 10 \rho \cdot \Delta V = 10 \cdot 8,9 \cdot 19,3 = 1717,3 \text{ g}$$

bu esa  $1717,3 : 58,7 = 29,2$  mol miqdor nikelni tashkil etadi.

1 mol Ni ajralishi uchun  $1 \cdot 2 \cdot F = 2 \cdot 96500 \text{ Kl}$  sarflansa tok bo'yicha umum 90% bo'lgan holatda 21,7 mol Ni ni olish uchun sarflanadigan tok miqdorini topamiz:

$$Q = \frac{21,7 \cdot 2 \cdot 96500}{0,9} = 4,65 \cdot 10^6 \text{ Kl}$$

Elektr energiyasining sarfi esa quyidagini tashkil etadi:

$$W = Q \cdot U = 4,65 \cdot 10^6 \cdot 2,5 = 1,16 \cdot 10^7 \text{ Dj}$$
 yoki  $\approx 3,2 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$  ( $1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Dj}$ )

**2-masala.** Yuqori haroratda suv bug'i bilan cho'g'langan temir muvozanatda bo'ladi.  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2$ . Agar  $900^\circ\text{C}$  da gazlarning muvozanat holatdagi aralashmasi 86,1%  $\text{H}_2\text{O}$  va 13,9%  $\text{H}_2$  (massada) saqlasa bu reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblang.

**Yechish:** Reaksiya tenglamasiga binoan vodorod va suv bug'igina gaz holatida bo'lib, reaksiya uchun muvozanat konstantasini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$K_M = \frac{[\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{v_{\text{H}_2}/V}{v_{\text{H}_2\text{O}}/V} = \frac{v_{\text{H}_2}}{v_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Faraz qilamizki 100 g gazsimon aralashma bo'lib, unda 86,1 g  $\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 18 \text{ g/mol}$ ), bu  $86,1/18 = 4,78 \text{ mol}$  va 13,9 g  $\text{H}_2$  ( $M_r = 2 \text{ g/mol}$ ) yoki  $13,9/2 = 6,95 \text{ mol}$   $\text{H}_2$  mavjud. Demak ko'rsatilgan sharoitda muvozanat konstantasini hisoblaymiz:

$$K_M = \frac{6,95}{4,78} = 1,45$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Sakkizinchi guruh d-elementlarning umumiy tavsili Temir - nikel va temir -osmiy qatorlarida kimyoviy xossalarning o'zgarishi. Elementlarning temir oilacha va platina oilachalarga bo'linishi. Elementlarning birikmalarda har xil oksidlanish darajasini namoyon qilishi. Elementlarning kation va anion shaklidagi hamda kompleks birikmalarni hosil qilish moyilligi.

2. Temir, kobalt, nikelning (II) va (III) oksid va gidroksidlari. Kislota - asos, oksidlovchilik - qaytaruvchilik xossalari; suv, kislota, ishqorlarga munosabati. Temir, kobalt va nikelning (II) va (III) oksidlanish darajali tuzlari. Elementlarning oksidlanish darajasi (III) bo'lgan anionlar va kationlar shakldagi tuzlari. kristallogidratlar. Asos, tuzlarning xossalari. (III) - ferratlar va ularning ferromagnit xossalari. (VI) - Ferratlar, barqarorligi, gidrolizlanishi, oksidlovchilik xossasi. Olinishi.

3. Temir, kobalt, nikelning kompleks birikmalari. Temir, kobalt, nikel (II,III) lar oddiy va kompleks tuzlarining nisbiy barqarorligi. Akva - , ammin -, gidrokso -, tsiano -, oksalatokomplekslar. Karbonillar. Ferrotsen.

4. Platina guruhchasi metallarning (platinoidlarning) fizik va kimyoviy xossalari. Kislorod, vodorod, suv, kislotalar, ishqorlar, zar suvlariga munosabati. Ruteniy (IV, VI), osmiy (VI,VIII), rodiiy (III), palladiy (II) va platina (II, IV) larning oksid va gidroksidlari. Xossalari. Platina (II, IV) ning anion, kation va neytral kompleks birikmalari. Ammino - va sianokomplekslari. Geksaxlorplatinat kislota va uning tuzlari.

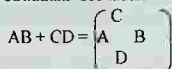
### Savol va topshiriqlar

1. Qanday alomatlar asosida d-elementlar temir va platina guruhchasi metallari oilachalariga bo'lingan?
2. Temir, kobalt va nikel birikmalaridan ushbu elementlarning eng barqaror oksidlanish darajasi qanday?
3. Fe - Co - Ni E(II) va E(III) birikmalarining barqarorligi qanday o'zgaradi? Birikmalarning qanday turi Co(III) uchun eng barqaror?
4. a)  $\text{FeCl}_2$  va  $\text{FeCl}_3$ ; b)  $\text{FeCl}_3$  va  $\text{NaFeO}_2$  tuzlarining gidrolizlanish darajalarini taqqoslang.
5. Quyidagi birikmalar juftining eritnada o'zaro ta'sirlashuvi natijasida temir(III) sulfid olish mumkinmi: a)  $\text{FeCl}_3$  va  $\text{H}_2\text{S}$ ; b)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  va  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ? Javobingizni miqdoriy dalillar asosida tasdiqlang.
6. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang;  
a)  $\text{NiSO}_4 + \text{NaOH} + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$ ; b)  $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$
7. Kaliy ferrat  $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ni quyidagi yo'llar bilan oling: a)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ni  $\text{KNO}_3$  va  $\text{KOH}$  aralashmasi qo'shima suyuqlantirib; b)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ni cho'kmasiga ishqor ishtirokida  $\text{KClO}$  ni ta'sir ettirib.
8. Quyidagi reaksiyalar tenglamalarini tugallang:  
a)  $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
b)  $\text{FeCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ ;  
v)  $\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
9.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ni  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan va  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ni  $\text{NaOH}$  bilan qo'shib suyuqlantirib natriy ferrit  $\text{NaFeO}_2$  ni oling. Bunday reaksiyalar temir (II) birikmalar uchun kuzatilish mumkinmi?
10. Nima uchun temir (III) sulfid va yodidlar hosil bo'laolmasligini tushuntiring. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang:  
a)  $\text{Fe}^{3+} + \text{I}^- \rightarrow$ ; b)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$ ;
11. Neytral va kislotali muhitlarda ferrat ioni saqlanib qolaoladimi? Quyidagi reaksiya tenglamasini tugallang:  $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$ ;
12. 0,01 M li  $\text{ESO}_4$  (E - Fe, Co, Ni) larning ayrim - ayrim eritmalaridan  $\text{H}_2\text{S}$  ni o'tkazib  $\text{FeS}$ ,  $\text{CoS}$  va  $\text{NiS}$  che'kmalarni hosil qilish mumkinmi?
13. Temirni korroziyadan saqlashning qanday usullari ma'lum?
14.  $\text{Fe}(\text{III})$  ioni uchun xos bo'lgan sifat reaksiyalarni keltiring.
15. Temir, kobalt va nikel (II) va (III) larning karbonatlari suvli eritmalarda mavjud bo'laoladimi? Javobingizni isbotlang.
16. Platina guruhcha metallarining o'zaro o'xshashliklari nimalar va ular qanday faktorlarga bog'liq?
17. Fe, Ru, Os; Co, Rh, Ir va Ni, Pd, Pt vertikalari bo'yicha metallarning o'zaro o'xshashligi nimada ko'rinadi?
18.  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini yozing).
19. Oksidlanish darajasi (III) bo'lgan platina qatori metallari kompleks ionlari qanday shaklga ega? Koordinatsion poliedrlarning bunday shaklini qanday AO larning gibridlanishi bilan tushuntirish mumkin?
20. Platina qatori metallarining qaysi biri o'z birikmalarida (IV) oksidlanish darajasini namoyon qiladi? U birikmalar uchun qanday koordinatsion son xos bo'ladi?
21.  $\text{Os} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
22. Platina qatori metallaridan qaysilari o'z birikmalarida (VIII) oksidlanish darajasini namoyon qiladi? Misollar keltiring
23.  $\text{OsO}_4$  va  $\text{RuO}_4$  lar kislota oksidlarimi yoki asos oksidlarimi?

## XVIII BOB. KOORDINATSION BIRIKMALAR

Kompleks birikmalar ikki asr oldin ham sintez qilingan. ular azaldan juda ko'p uchraydi va keng ishlatiladi. Masalan, xlorofill, gemoglobin, qizil qon tuzi, sariq qon tuzi va hokazo.

Oddiy valent to'yingan birikmalar bir-biri bilan bog'lanib, murakkab moddalar hosil qiladi. Bulami Berselius molekulyar birikmalar deb atadi.



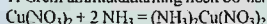
Shuni e'tirof etish lozimki, oddiy moddalardan kompleks birikmalar xossalari bilan keskin farq qiladi. Uzoq yillar davomida atom-molekulyar ta'limga molekulyar moddalarning tuzilishi va xossalari tushuntirishga qiynaldi, chunki valentligi to'yingan birikmalar o'zaro qo'shincha reaksiyaga kirishadi.

Qadimgi vino mahsulotlarini Fe(II) va Pb(II) ionlaridan tozalash uchun  $K_4[Fe(CN)_6]$  ishlatilar edi, lekin bu birikma zaharli xususiyatga ega va u fosfor komplekslariga almashtirildi.

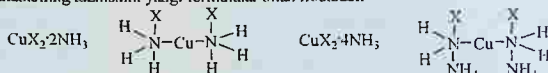
Dastlab, kompleks birikmalar kimyosi asosan noorganik kimyoning bo'limi deb qaralgan, bu qarash XX asr 50-yillarigacha saqlandi. Endilikda koordinatsion birikmalar kimyosi umumiy kimyo fanlarining barchasini birlashtiruvchi fan sifatida qaraladi.

Birinchi marta mis va kobalt ammiakatlari misolida kompleks birikmalarini o'rganish boshlandi. Ularning tuzilishi ammoniy tuzlariga qiyoslandi.

T. Grem ammiakatlarning hosil bo'lishini quyidagicha tasavvur etdi:

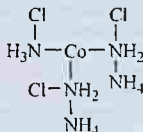


Bulardan xulosa chiqargan K. Gofman  $CuX_2 \cdot 2NH_3$  va  $CuX_2 \cdot 4NH_3$  kabi ammiakatlarning tuzilishini yangi formulalar bilan ifodaladi:



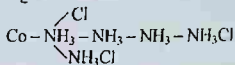
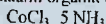
Ammo hozirgacha koordinatsion birikmalar kimyosi tarixini 1798 yilda Tasser laboratoriyada  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  ni olish bilan boshladi deb hisoblashardi. Biroq, 1704-yilda  $K_4[Fe(CN)_6]$  birikmasini ajratgan Disbax uni qo'shaloq tuz sifatida yozishni taklif etgan. Grem va Gofmanning urinishlari  $CoCl_3 \cdot 6 NH_3$ ;  $CoCl_3 \cdot 5 NH_3$ ;  $CoCl_3 \cdot 4 NH_3$  kabi murakkab moddalar tuzilishini aniqlay olmadi, ularni kristallogidratlardek tuzilishda bo'ladi deb hisoblashgan.

Masalan, 1 mol  $CoCl_3 \cdot 5 NH_3$  eritmadan nima uchun kumush nitrat ta'sirida cho'kishni mavhum edi. Holbuki, Gofmanning tuzilish formulasiga ko'ra uchta xlor atomi ham ekvivalent hisoblandi:

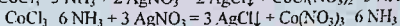
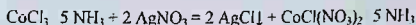


Oddiy moddalar tuzilishini ko'rsatuvchi radikallar nazariyasi kompleks birikmalar tuzilishini aniqlashga o'zlik qildi.

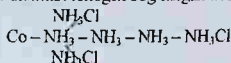
Ular o'rniga Blomstran-Iyegensenning zanjirli nazariyasi paydo bo'ldi. Bu nazariyaga ko'ra kation va anion orasiga har xil guruhlar (shu jumladan, suv, ammiak va hokazo) joylashadi va kompleks birikmalar hosil bo'ladi deb taxmin etishdi. Qisman kompleks birikmalarni organik moddalarga o'xshatishdi:



Bir atom xlor reaksiyon jihatdan kobalt bilan bog'langani uchun cho'kmaga tushmaydi deb hisoblanardi. Unga uzoq vaqt ammiak ta'sir etilganda kobaltning qizil (purpurco-) tuzi sariq (luteotuzga, lutios-sariq degani) tuzga aylanadi va barcha xlor atomlari o'zaro ekvivalent bo'ladi:



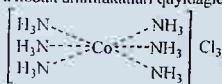
Ya'ni luteotuzda xlor atomlari ionogen bog'langan deb hisoblashardi:



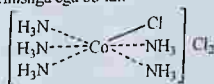
Bu tushunchalar ko'p hodisalarni, masalan, izomeriya hodisasini tushuntirishga o'zlik qildi. Nega ayrim atomlar yuqori valentlikni namoyon qiladi, nima uchun  $\text{CoX}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$  kabi tuzlarning ayrimida ionogen bog' tutgan anionlar uchramaydi?

1893 yilda A. Verner koordinatsion birikmalar haqida dastlabki tushunchalarni e'lon qildi va koordinatsion birikmalar tuzilish nazariyasini "Noorganik kimyo sohasidagi yangi mulohazalar" nomli maqolasida 1898 yilda chop ettirdi. "Kompleks birikmalar" termini 1905 yildan so'nra A. Vernerning e'lon qilgan maqolasidan keyin keng ishlatilmoqda.

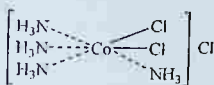
Uning fikricha kompleks birikmalarda "markaziy" tuzilish bor, elementlar ikki xil (asosiy va qo'shimcha) valentlikka ega. Birinchi tartibli birikmalarda asosiy valentlik to'yinadi, qo'shimcha valentlik hisobidan yuqori tarkibli moddalar hosil bo'ladi. A. Verner asosiy valentlikni tutash chiziq bilan, qo'shimcha valentlikni punktir chiziq bilan belgilashni taklif etdi va kobalt ammiakatlari quyidagicha ko'rinishga ega bo'ldi:



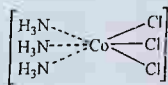
I



II

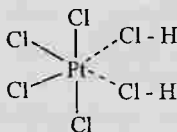


III



IV

I moddada 3 ta xlor atomlari cho'kmaga tushsa, II da esa 2/3 qismi, III da 1/3 qism xlor  $\text{Ag}^+$  ioni bilan cho'kma hosil qiladi. IV modda noelektrolit va u cho'kma bermaydi. Verner nazariyasi Pt(II) va Pt(IV) birikmalarini tuzilishini ham oson tushuntirdi, ularning formulasini  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$  va  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$  deb tasavvur etdi. Kompleks birikma hosil bo'lgandan keyin 6 ta  $\text{Cl}^-$  ioni o'zaro ekvivalent ekanligi aniqlandi. Kimyoviy reaksiyalar vaqtida bu birikma buzilmaydi. IIgari

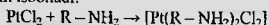


degan tasavvur endi  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$  bilan almashindi.

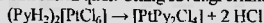
A. Vernerning koordinatsion birikmalar tuzilish nazariyasi keyinchalik juda ko'p eksperimental tekshiruvlardan o'tdi. Shuning uchun ham keyingi 20 yillik davr Verner laboratoriyasi xodimlari uchun chuqur izlanishlar davri bo'ldi, chunki olimlarning ongiga bu yangi nazariyani singdirish lozim edi.

1913 yilda A. Vernerga Nobel mukofotining berilishi bu nazariyaning butunjahon olamshumul tan olinishi sifatida qarash mumkin.

Keyingi fizik-kimyoviy tadqiqot usullari bu fikrlar to'g'riligini isbotladi. Kompleks birikmalarning noorganik kimyo sohasi deb qarashning sababi, o'sha paytda barcha ligandlar noorganik anion yoki molekula edi. Keyinchalik ammiak o'rimga alksilaminlar, piperidin (Pipe), piridin (Py), alkil-, arilfosfinlar, elementoranik birikmalar ham ishlatildi. Birinchi marta Sh. Vyurs  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$  kabi organik moddalar  $\text{PtCl}_2$  bilan kompleks birikma hosil qilishini isbotladi:



Anderson suyakni quruq haydab piridinini ochildi va  $(\text{PyH}_2)_2[\text{PtCl}_6]$  kompleks birikmasini sintez qildi. Uning suvdagi eritmasini qizdirib, qayta guruhlantirishini ko'rsatdi:



Bu reaksiyaning to'g'ri talqini ham Verner nazariyasi bilan isbotlandi.

A. Verner nazariyasigacha har xil kompleks birikmalar rangi, muallif nomi yoki olingan joy nomi bilan atalgan edi:

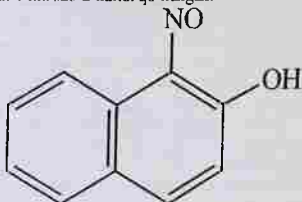
$\text{Sis}-[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$	Peyrone xloridi,
$\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$	Koss tuzi,
$\text{K}[\text{Pt}(\text{C}_2\text{H}_3)\text{Cl}_3]$	Seyze tuzi,
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	sariq qon tuzi,
$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]^+$	berlin zangorisi (sariq qon tuzi hosilasi),
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	qizil qon tuzi,
$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	tumbul ko'ki,
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$	Gro xloridi,
$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	luteo (sariq),
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	purpureo tuz (purpureos-qizil),
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	prazeo (yashil) va violo (binafsha) izomerlar,
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$	Magnusning yashil tuzi,
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	bo'z-zangori rangli,
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	och-ko'k rang,
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	to'q ko'k rang,
$[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4][\text{PdCl}_4]$	Vokelen tuzi,
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$	Chugayev tuzi.

Kompleks birikmalar kimyosining alohida fan sifatida e'tirof etilishi L.A. Chugayev nomi bilan bog'langan. Uning o'zi kimyogar-organik bo'lgani uchun suksinimid, dioksimlar kabi murakkab organik moddalarni ligand sifatida ishlatgan. Magistrlik dissertatsiyasi himoyasidan keyin L. Chugayev MVTU professori lavozimiga saylandi, organik kimyo bilan birga noorganik kimyo fanidam ham ma'ruza o'qidi. Suksinimidning metallammiakli

birikmalari bilan olib brogan tadqiqot ishlarini 1906 yilda "Kompleks birikmalar sohasidagi tadqiqotlar" nomli monografiyasida e'lon qildi. Shu yilning o'zida bu monografiya doktorlik dissertatsiyasi sifatida muvaffaqiyat bilan himoya qilindi. O'z eksperimental tadqiqotlarini nazariy talqin qilish uchun L. Chugayev A. Verner nazariyasidan umumli foydalandi. Bu ishlardan 1906 yilda dimetilglioksimning Ni(II) uchun reagent sifatida aniqlanishi muhim o'rin tutadi. Bu bilan analitik kimyodagi sifat miqdoriy analiz uchun organik moddalardan foydalanishga asos solindi.

L. Chugayevning bu ishlari Iyergenson va uning shogirdlari tomonidan koordinatsion birikmalar tuzilish nazariyasiga hujum qilishni to'xtatdi va ularga zarba berdi. 1908 yilning boshida L. Chugayev Peterburg universiteti noorganik kimyo kafedrasining mudiri sifatida taklif qilindi va uning keyingi ilmiy faoliyati shu yerda davom ettirildi, bu izlanishlar platina metallari tadqiqotini va kompleks birikmalarni o'rganishga bag'ishlandi. Ingliz olimi Djozef Chatt shuni qayd qiladiki, barcha kimyogarlarning fikricha A. Vernerning vafotidan keyin koordinatsion birikmalar kimyosi eng intensiv va sermahsul rivojlangan davlat bu Rossiyadir.

Metall ionlarini ( $\text{Co}^{3+}$ ) aniqlashda birinchi sintetik organik modda sifatida 1884 yilda M.A. Il'inskiy tomonidan 1-nitrozo-2-naftol qo'llangan:



Ayni shu davrda Z. Skraup  $\text{Me}^{III}$  ionlari bilan 8-oksixinolin (oksin) ning birikmalari tuzilishini o'rgandi. Shunday qilib, koordinatsion birikmalar kimyogar-analitiklarning o'rganish ob'yektiga aylandi.

Hoziri kunda kimyogarlarning ko'pchiligi koordinatsion birikmalarni o'z ob'yektlari sifatida o'rganishadi. Elementorganiklar Seyze tuzi va karbonilli birikmalar kabi  $\pi$ -komplekslarga qiziqishadi. metallkompleks kataliz - zamonaviy kimyo fanining dolzarb yo'nalishi, eritmalar nazariyasini o'rganuvchi olimlar "koordinatsion solvatatsiya" terminidan foydalanishadi va birinchi solvat qatlarni kompleks birikmaning ichki sferasi deb hisoblashadi.

Bugungi kunda koordinatsion kimyo barcha kimyo fanlarini umumlashuvchi integrator sifatida tan olingan. Kristallokimyoda koordinatsion son tushunchasining kiritilishi A.Ye.Fersman fikricha: "kristallokimyo qonunlarini tushunishga katta qadam qo'ydi, aslida koordinatsion son so'zi birikmalar strukturasi tushuntiradi".

Kimyoviy adabiyotda "kompleks birikma" so'zini Ostvald kiritdi, rus tiliga bu tushunchani V.A. Kistjakovski qo'lladi, ularning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra qo'shaloq tuz va kompleks birikmalarni bir-biridan ajratdi. Bugungi kunda "kompleks birikma" yoki "koordinatsion birikma" so'zini ishlatish orasidagi farq deyarli yo'q. Ammo "kompleks birikma" murakkab modda deganini e'tiborga olsak, masalan, xingidron  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$  kabi modda tarkibida metall yo'q. Shuning uchun bugungi kunda ilmiy adabiyotda "koordinatsion kimyo" tushunchasi ishlatilsa ham, ionlarga nisbatan "kompleks ion" iborasi ko'p ishlatiladi. Bu birikmalarning olinish jarayoni комплексобразование-kompleks hosil qilish deh yuritiladi. Bugungi kunda: "Kristall holda va eritnada ham markaziy ion (akseptor)

va uning atrofida ligandlar (elektron donorlari) tutgan moddalarga koordinatsion birikmalar" deyiladi (Yu.N.Kukushkin).

Ligandlar markaziy iondan bosqichli ajralishi mumkin. Bosqichli dissotsiatsiya mahsulotlariga kompleks deb qarash mumkin. Masalan,  $HgI_4^{2-}$ ,  $HgI_3^-$ ,  $HgI_2$  va  $HgI^+$ . Aslida eritmada dissotsilanish natijasida ligand o'rnini erituvchi molekulasi egallaydi va ularni  $[HgI_3(H_2O)]^+$ ,  $[HgI_2(H_2O)_2]$  va  $[HgI(H_2O)_3]^+$  shaklida yozish to'g'ri hisoblanadi.

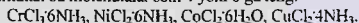
K.V. Yatsimirskiy fikricha "Kompleks birikmalarining eng birinchi belgisi markaziy ionning koordinatsion soni bilan oksidlanish darajasining mos tushmasligi" deb hisoblaydi.

Bugungi zamon kimyosida "addukt" so'zi ko'p ishlatiladi, ammo adduktlarda koordinatsion markaz bo'lmaydi, masalan, pikrin kislota bilan nafilamin adduct hosil qiladi:  $HOC_6H_2(NO_2)_3C_{10}H_7NH_2$

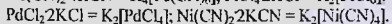
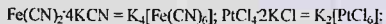
Ba'zida klatrat birikmalarga komplekslar deb qarashadi (klatrat – комплексы исключения, ya'ni bir-biriga singgan moddalar). Ularda bir modda molekulasi ("mehmon") ikkinchi modda molekulasi bo'shliqlariga ("mezbon") singadi. Bu murakkab moddalarda kimyoviy bog' bo'lmagan, molekulararo Van-der-Vaals kuchlari bilan tortishadi. Bunga misol sifatida gidroxinonning metanol yoki inert gazlar bilan birikmasini ko'rsatish mumkin. Ularning kompleks birikma deyilishi murakkab tuzilishiga ishoradir.

Koordinatsion birikmalar kimyosining qoida va qonuniyatlari asosan Cr(III), Co(III), Pt(II) va Pt(IV) birikmalarini o'rganish oqibatida shakllandi. Chunki bu birikmalar ancha barqaror va inertdir. Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullarining rivojlanishi ko'pgina elementlar: barcha d-elementlar, aktinoidlar, siyrak yer metallarining kompleks birikmalarini o'rganishga imkoniyat yaratdi. Ayniqsa, YaMR usuli eritmadagina barqaror bo'lgan "kompleks birikmalar" xossalari o'rganishga katta imkoniyat yaratdi.

XIX asr oxirida organik kimyoda kimyoviy tuzilish nazariyasi tan olindi. Bu nazariya A.M. Butlerov fikricha molekuldagi elementlar atomlarining kimyoviy bog'lanish usulini tushuntiradi, izomeriya hodisasini izohlaydi. Tuzilish nazariyasining keyingi bosqichli Le-Bel va Vant-Goffning stereokimyoviy ta'limoti bo'ldi. Kimyoviy tuzilish nazariyasi faqat organik moddalar emas, balki uglerod birikmalariga ham qo'llandi. Molekula tuzilishini aniqlashda uning tarkibidagi atomlarning valentligi muhim o'rin tutadi. Bu tushuncha oddiy moddalarga xos bo'lib,  $CoCl_2$ ,  $PtCl_2$ ,  $CuSO_4$  kabi tuzlar an'anaviy valentlik tushunchasiga ko'ra to'yinagan bo'lsa ham,  $NH_3$  molekullari bilan murakkab birikmalar hosil qiladi. A. Verner e'tirof etishicha tuz bilan birikkan bu molekular soni 4 yoki 6 ga teng:



Qo'shaloq tuzlarni ham umumiy holda yozsak, 4 yoki 6 ta kislota qoldig'ini tutishini ko'ramiz:

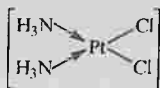


Bularni tahlil qilgan A. Verner kompleks birikmalarda har xil metallardan tashkil topgan "markaziy atom" (metall ion) borligini e'tirof etdi. Uning atrofida neytral molekula yoki kislota qoldig'i joy egallaydi, ularni *ligand* deb atadi (ligand-bog'langan degani). Ligandlarning markaziy atom (ion) atrofida tartibli joylashuvini koordinatsion bog' hosil qildi deb tushuntirildi (koordinatsiya lotincha *co-* birga, *ordinato*-tartibli joylashuv degani).

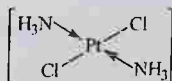
$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$  – DDP, platinoL uning suyultirilgan eritmasi onkologik kasallikni davolaydi.  $Pt^{2+}$  - markaziy ion, ionning zaharli xossalari yo'qolgan,  $NH_3$  va  $Cl^-$  - ligandlar.

Bu tuz *cis-trans* holatida bo'ladi.

Ligandlar doimo elektrondonor guruh bo'lib, kovalent bog' bilan markaziy ionga bog'lanadi. Markaziy ion, albatta, bo'sh elektron orbitallariga ega bo'lishi lozim.  $M^{n+}$  va L - lar kompleks birikmalarining *ichki sferasi*ni tashkil etadi.



Peyrone tuzi (sis-platinol)  
qovoq rangli



Reyze tuzi (trans-platinol)  
och-sariq rangli

Bu kompleks birikma noelektrolit, ya'ni uning ichki sferasi zaryadsiz elektroneytraldir. Kompleks birikmalarning biofaolligi ichki sfera tuzilishi bilan belgilanadi.

Kompleks birikmalarning ichki sferasidan tashqarida joylashgan barcha ion va ionlar guruhi uning tashqi sferasi deyiladi.

Markaziy ion koordinatsion soni (KS) bilan xarakterlanadi. Koordinatsion son markaziy ion bilan ligandlar orasidagi hosil bo'lgan  $\sigma$ -bog'lar soniga aytiladi.

Markaziy atom koordinatsion soni ichki sfera tuzilishini belgilaydi, bu tuzilish ma'lum shakl va simmetriyalii bo'ladi.

KS = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

KS	Molekula tuzilishi	Markaziy atomning gibrirlanishi	Misollar
2	chiziqli	$sp, dp, ds, p^2, d^2$	Ag(I), Au(I), Cu(I), Hg(II) [Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup> , [CuCl <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> , [AgO <sub>2</sub> ] <sup>2-</sup>
3	Uchburchak, markaziy atom cho'qqida-gi trigonal piramida	$sp^2, dp^2, dsp, d^2s, d^3$	
4	Tekis kvadrat tetraedr	$dsp^2, sp^3, sd^2$	[Pt(SCN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> , [Cu(acac) <sub>3</sub> ] <sup>0</sup> [Co(NCS) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> , [NiCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>
6	oktaedr	$d^2sp^3$ yoki $sp^3d^2$	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] Cr(III), Co(III), Pt(IV)

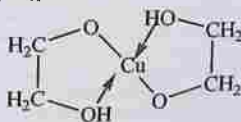
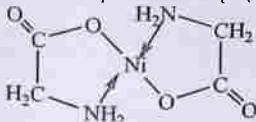
Ligandlar neytral molekula yoki anion bo'lishi mumkin, ularda erkin elektron jufti yoki juftlashmagan elektron jufti bo'lishi kerak. Masalan, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, aminlar, amidlar, aminokislotalar, gidroksikislotalar va hokazo. H<sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, O<sub>2</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

Ligandlarning hosil qilgan koordinatsion bog'lanishlar soni uning *koordinatsion hajmi* yoki *dentatligi* deyiladi.

Ko'p dentatli ligandlarning tabiatiga ko'ra hosil bo'lgan *xelatli kompleks birikmalar* 2 ga bo'linadi:

-molekulyar: [Pt(en)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup>, [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>

-ichki kompleks birikmalar: [Cu(acac)<sub>3</sub>]<sup>0</sup>, [Fe(CO)<sub>5</sub>]<sup>0</sup>.



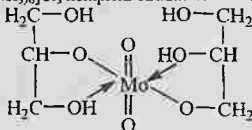
Ligandlarning dentatligi har xil ham bo'lishi mumkin.

Koordinatsion birikmalar kimyosida "valentlik" termini deyarli ishlatilmaydi, u noaniqlikka olib keladi. Hozirgi zamon koordinatsion birikmalar kimyosida "valentlik" o'rniga "kovalentlik", "oksidlanish darajasi", "koordinatsion son" terminlari ishlatiladi.

Bir xil ligandlar ayrim kompleks birikmalarda turli oksidlanish darajasiga ega bo'lishi mumkin. Masalan, kaliy nitroprussid –  $K_2[Fe(CN)_5NO]$  da  $NO^0 \rightarrow Fe(III)$ ,  $NO^+ \rightarrow Fe(II)$ ,  $NO^- \rightarrow Fe(IV)$ . Ammo bu birikmada  $Fe^{2+}$  va  $NO^+$  ekanligi aniqlangan. Bunda  $Fe^{2+}$  va  $NO^+$  orasida qo'shimcha  $\pi$ -bog' hosil bo'ladi:



$K_3[Fe(CN)_6]$  va  $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$  kompleks birikmalarida KS va kovalentlik 6 ga teng.



Bu birikmada kovalentlik 8 ga, koordinatsion son 6 ga teng.

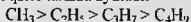
Ayrim hollarda ko'p yadroli korpleks birikmalar olinadi va ular tarkibida markaziy ion 2 xil oksidlanish darajasiga ega bo'ladi, ularni aniqlash ancha murakkab jarayon hisoblanadi.  $[CsAuCl_3]$  birikmasi aslida boshqacha –  $Cs_2[AuCl_2][AuCl_4]$  shaklida bo'lib, oksidlanish darajasi Au(I) va Au(III) bo'lgan ikki xil oltin kationi uchraydi. Uch yadroli  $[Mn_3O(Py)_3(CH_3COO)_6]$  kompleks birikmasida 2 ta  $Mn^{2+}$  va 1 ta  $Mn^{4+}$  ionlari orasida electron almashinuvi natijasida o'rtacha oksidlanish darajasi:  $((+2)2 + (+4))/3 = +8/3 = 2,66$  ga teng bo'lib chiqadi.

**Koordinatsion birikmalar nomenklaturasi.** Kooordinatsion birikmalarni nomlashda uch xil nomenklatura ishlatiladi. A. Verner nomlash uchun ratsional nomenklatura yaratdi. Bunga ko'ra koordinatsion birikmaning tarkib va tuzilishi ifodalaniishi kerak. Tuzilish koordinatsion birikmalarni ikki so'z bilan, noionogen birikmalarni bir so'z bilan atash taklif etiladi.

1963 yildan boshlab taklif qilingan nomenklatura IYuPAK tomonidan tasdiqlangan.

Ionlarni nomlashda birinchi navbatda kation, keyin anion ataladi:  $[Ag(NH_3)_2]Br$  – diamminkumush(I)-bromid,  $K_2[CuCl_3]$  – kaliytrixloromis(I).

Ligandlarni nomlashda avval anion, so'ngira neytral ligandlar va undan keyin kation nomi aytiladi. Anionlarni atashda dastlab oddiy anion, undan keyin ko'p atomli anion nomi aytiladi. Ligandlar bir xil bo'lsa, odatda lotin alifbosi tartibida aytiladi (H, S, N, O). Faqat uglevodород ligandlar gomologik qator tarzida aytiladi:



$NH_3$  va  $N_2H_4$  misolida oldin ammiak, avval  $NO_2^-$  keyin  $NO_3^-$  aytiladi.

Kompleks anionlar nomiga "-at" suffiksi qo'shiladi, ligandlardagi "-id" qo'shimchasi o'miga "-o" aytiladi, ligandlar nomi oldidan ularning sonini bildiruvchi di-, tri-, tetra-, penta-, geks- va hokazo qo'shimchalar ishlatiladi:

$K_3[PdBr_6]$  kaliygeksabromopalladat(IV).

$K_2[PtCl_4]$  kaliytetrahloroplatinat(IV).

$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$  temir(II)-geksasianoferat(II).

Kompleks kation va neytral molekullarga alohida qo'shimcha qo'yilmaydi:

$[Fe(NH_3)_6]Cl_2$  geksammintemir(II)-xlorid.

$[Hg(NH_3)_2]Cl_2$  diamminsimob(II)-xlorid.

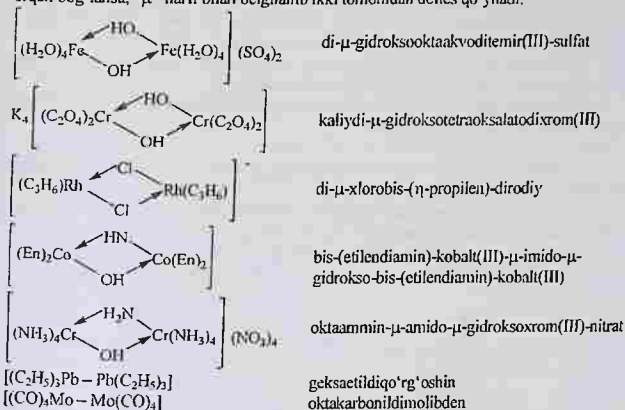
$[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$  pentaakvogidroksoaluminniy(II)-ioni.

$K[Co(CN)(CO)_2(NO)]$  kaliydikarbonilnitrozilsianokobalt(I).

Agar  $M^{III}$  alkenlar bilan kompleks birikma hosil qilgan bolsa, ligand oldidan  $\eta$  (eta) harfi ishlatiladi.

$[Ni(C_5H_5)(NO)]$  nitrozil-( $\eta$ -siklopentadienil)-nikel(II).

Ko'p yadroli kompleks birikmalarda markaziy atomlar bir-biri bilan ko'prik ligandlar orqali bog'lansa, " $\mu$ "-harfi bilan belgilanib ikki tomonidan defnes qo'yiladi:



Agar kompleks birikmalarda murakkab formulali organik ligandlar birikkan bo'lsa, ular qisqa yoziladi va ba'zan aytiladi.

Py ( $C_5H_5N$ )	- piridin	Pn	- 1,2-propilendiamin
Pipe ( $C_5H_{11}N$ )	- piperidin	Pic	- pikolin
En ( $H_2N - (CH_2)_2 - NH_2$ )	- etilendiamin	OxH	- oksixinolin
$PPh_3 [(C_6H_5)_3P]$	- trifetilfosfin	Dipy	- 2,2'-dipiridil
$PEt_3 [(C_2H_5)_3P]$	- trietilfosfin	Thio	- tiomochevina
Phen	- 1,10-fenantrolin	$R^+$	- flori uglevodorod radikal
Acac	- atsetilatseton	acac <sup>-</sup>	- atsetilatseton anioni
Tmen	- $N,N,N',N'$ -tetrametiletildiamin		

Geometrik izomerlarni nomlashda ularning raqam belgilaridan yoki sis-trans-terminlaridan foydalaniladi.

**Verner-Miolati qatori.** Svante Arrhenius 1887 yilda elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini yaratdi. Bunda u tuzlarning suvda erib ionlarga parchalanishi va elektr o'tkazuvchanligini o'rganishga o'z e'tiborini qaratdi. Bu tajribalari bo'yicha kuzatish ishlari 1880 yilda Ostvald laboratoriyasida boshlagan edi. Kimyoviy moddalarning elektr o'tkazuvchanligini shu laboratoriyada o'rganib, 1890 yilda juda muhim xulosaga chiqardi va kompleks birikmalar bilan qo'shaloq tuzlar orasidagi farqni isbotlab berdi. Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini toza anglab, uning mohiyatini tushungan. A.Verner kompleks birikmalarni o'rganishda bu nazariyadan umumiy foydalandi. 1893 yilda koordinatsion

birikmalar nazariyasini e'lon qilgan. Verner Miolati bilan hamkorlikda kompleks birikmalarining elektr o'tkazuvchanligiga bag'ishlangan maqolasini e'lon qildi.

Ma'lumki, eritmaning elektr o'tkazuvchanligi undagi ionlarning harakatchanligi bilan belgilanadi. Bir xil zaryadli ionlar kation yoki anion bo'lishidan qat'iy nazar, qariyb bir xil harakatchanlikka ega. Bundan foydalangan Verner va Miolati turli tuzlar uchun elektr o'tkazuvchanlik chegarasini aniqladilar. Ular elektrolitlarni 1:1 (NaCl, KBr); 1:2 yoki 2:1 (CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 1:3 yoki 3:1 (AlCl<sub>3</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) kabi guruhlarga bo'ldilar.

Verner kompleks birikmalar eritmalarining molyar elektr o'tkazuvchanligini o'rganish natijasida ularning nechta ionga parchalanishini aniqladi.

Tarkibida 1 mol erigan modda eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi shu moddaning *molyar elektr o'tkazuvchanligi* deyiladi:

$$\mu = K \cdot V \cdot 1000$$

$\mu$  – eritmaning molyar elektr o'tkazuvchanligi, K – solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, V – tarkibida 1 mol modda erigan eritma hajmi.

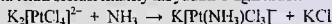
Oddiy tuz va kompleks birikmalar eritmalarining bir xil sharoitda elektr o'tkazuvchanligini o'lchab, Verner suvli eritmalar uchun quyidagi jadvalni tuzdi.

*Elektrolit tipiga ko'ra molyar elektr o'tkazuvchanlik*

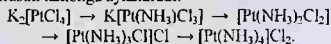
Elektrolit tipi	Molyar elektr o'tkazuvchanlik, Om <sup>-1</sup> ·sm <sup>2</sup> ·mol <sup>-1</sup>
0	0 – 5
1 : 1	97 – 110
1 : 2 yoki 2 : 1	230 – 268
1 : 3 yoki 3 : 1	352 – 427
1 : 4 yoki 4 : 1	430 – 560

Keltirilgan jadvaldagi elektr o'tkazuvchanlik qiymatlarini aniqlash uchun Verner va Miolati K<sub>2</sub>[PtCl<sub>4</sub>] kompleks birikmasidagi Cl<sup>-</sup> anionlarini NH<sub>3</sub> molekulariga almashtirib boorish tartibida o'lchov o'tkazdilar.

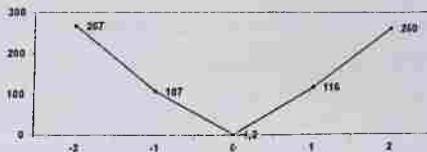
Birinci bosqichda ichki sferadagi bir Cl<sup>-</sup> anioni o'miga NH<sub>3</sub> molekulasining o'rin olishi kompleks birikma ichki sferasi manfiy zaryadini o'zgartiradi:



2 1 tipidagi kompleks birikma birinci bosqichda 1 : 1 elektrolitga, ikkinchi bosqichda noelektrolitga aylanadi. Ichki sferadagi qolgan Cl<sup>-</sup> anionlarining almashtirilishi neytral molekulaning ichki sferasini kationga aylantiradi:

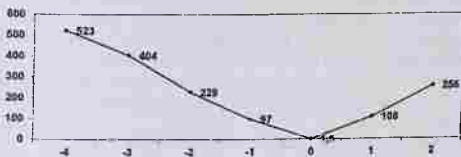


Bu qatordan ko'rinadiki, K<sub>2</sub>[PtCl<sub>4</sub>] va K[Pt(NH<sub>3</sub>)Cl<sub>3</sub>] kompleks kislotalar tuzlari bo'lsa (36-rasm), endi [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]Cl va [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub> kompleks asoslarning tuzlari hisoblanadi (37-rasm). Tajriba natijalari bu qatordagi kompleks birikmalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi koordinatsion birikmalar nazariyasi tushunchalariga mos ravishda o'zgaradi va grafik shaklida quyidagicha ifodalanaadi.



36-rasm.  $K_2[PtCl_4] - [Pt(NH_3)_2Cl_2] - [Pt(NH_3)_4]Cl_2$  qatoridagi molyar elektr o'tkazuvchanlik diagrammasi.

Ayni shu tajribani Pt(IV) ionining  $K_2[PtCl_6]$  kompleks birkmasi uchun takrorlagan olimlar, ularning  $([Pt(NH_3)_6]Cl_4 \rightarrow [Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3 \rightarrow [Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2 \rightarrow [Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl \rightarrow [Pt(NH_3)_2Cl_4] \rightarrow K[Pt(NH_3)Cl_5] \rightarrow K_2[PtCl_6])$  ham elektr o'tkazuvchanligi minimum nuqtadan o'tuvchi grafik shaklida ekanligini ko'rsatdilar.



37-rasm.  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4 - K_2[PtCl_6]$  qatoridagi molyar elektr o'tkazuvchanlik diagrammasi.

Bu ishlar kordinatsion birikmalar nazariyasining to'g'riligini isbotladi va boshqa kompleks birikmalar uchun ham molyar elektr o'tkazuvchanlik diagrammasi takrorlandi. Olingan natijalar umumlashtirilib Verner-Mirolatining oraliq qatori nomi bilan kordinatsion birikmalar kimyosi faniga kiritildi.

**1-masala.**  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  tarkibli kordinatsion ion uchun ko'zga ko'rinadigan sohada maksimal yutilgan nurning to'lqin uzunligi  $\lambda=304$  nm ga teng bo'lsa kordinatsion birikmaning kristall maydon energiyasi qanday o'zgaradi?

**Yechish.**  $\Delta = \frac{h \cdot c \cdot N_A}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{304 \cdot 10^{-9}} = 3,49 \cdot 10^5 \text{ Joul} \cdot \text{mol} = 349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$

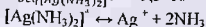
**2-masala.**  $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$  tarkibli kordinatsion ion uchun ko'zga ko'rinadigan sohada maksimal yutilgan nurning to'lqin uzunligi  $\lambda=365$  nm ga teng bo'lsa kordinatsion birikmaning kristall maydon energiyasi qanday o'zgaradi?

**Yechish.**  $\Delta = \frac{h \cdot c \cdot N_A}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{365 \cdot 10^{-9}} = 3,26 \cdot 10^5 \text{ Joul} \cdot \text{mol} = 326 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$

**3-masala.** 0.01 mol  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$  va 1 mol  $NH_3$  tutgan 1 l eritmadagi  $Ag^+$  ionlarini konsentratsiyasini toping.

**Yechish.**  $[Ag(NH_3)_2]^+$  kompleks ionini beqarorlik konstantasi

$$K_{beq[Ag(NH_3)_2]^+} = 9,3 \cdot 10^8$$



$\text{NH}_3 = 1 \text{ mol/l}$

Kompleks tuz kompleks ion va tashqi sferaga to'liq dissosilanadigan bo'lsa, formuladagi ionlar konsentratsiyasini topamiz.

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \leftrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 = 0,01 \text{ mol/l}$

Kumush ionlarining konsentratsiyasini topsak:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \cdot K_{\text{diss}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{0,01 \cdot 9,3 \cdot 10^{-8}}{1^2} = 9,3 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. A. Verner nazariyasining asosiy holatlari markaziy atom, tashqi va ichki sferalar, koordinatsion son, markaziy atomning zaryadi; asosiy va qo'shimcha valentliklar va ularning hozirgi zamonda mavqe'i.

2. Kompleks birikmalarning sinflarga bo'linishi, nomenklaturasi. Monodentat ligandlar tutgan kompleks birikmalar (ammiakatlar, gidratlar va boshqalar); ionli ligandlar (atsidoligandlar); siklik kompleks birikmalar (xelatlar, ko'p yadroli komplekslar, ko'priklil ligandlar). Inert va labil komplekslar. Koordinatsion birikmalarning izomeriyasi.

3. Kompleks birikmalarning eritmalaridagi muvozanati. Kompleks ionlarning suvli eritmalaridagi barqarorligi. Barqarorlik va barqarorlik doimiyliklari (konstantalari).

4. Kompleks birikmalardagi kimyoviy bog'lanishning tabiati

a) elektrostatik nazariya; b) valent bog'lanish nazariyasi, tashqi orbitalli va ichki orbitalli komplekslar; v) kristall maydon nazariyasi; kompleks birikmalarning rangga ega bo'lishi yoki bo'lmashligi va magnit xossalari.

5. Kompleks birikmalarning nazariy va analiy ahamiyati.

### Savol va topshiriqlar

1. Koordinatsion son nima? Koordinatsion son qiymati nimaga bog'liq bo'ladi? Berilgan kompleks birikmani hosil qiluvchi ionning koordinatsion soni doimiymi?

2. Ligandlarning dentatligi deganda nima tushuniladi? Misollar keltiring?

3. Koordinatsion soni koordinatsion sferadagi ligandlar soniga teng deb hisoblash mumkinmi? Javobingizni izohlang.

4. Quyidagilardan qaysi biri ichki kompleks birikmalarga tegishli bo'ladi:  $[\text{Pt}(\text{en})_2]\text{Cl}_2$  yoki  $[\text{Pt}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2]$ ? Javobingizni izohlang.

5. Ko'p yadroli birikmalarda qanday atomlar yoki atomlar guruhi ko'priklil vazifasini bajarishi mumkin?

6.  $\text{PtCl}_2\text{Br}_2(\text{NH}_3)_2$  birikmasining barcha izomerlarini yozing va nomlang.

7. Kumush xloridning ammiak, natriy tiosulfat, kaliy sianid eritmalarida eriydiganlarini aniqlang. Tegishli reaksiyalar tenglamasini yozing.

8. Bosqichlar konstantalari nima va ular umumiy konstanta bilan qanday munosabatda bo'ladi? Misollar keltiring.

9. Nima uchun ammiakning suvli eritmasi ishqoriy, ammiakatlarniki esa kislotali muhitni ko'rsatishini tushintiring.

10. Quyidagi o'zgarishlarning kimyoviy tenglamalarini yozing:  $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ \rightarrow \text{AgI} \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$ .

11. CHiziqli, tetraedrik, kvadrat va oktaedrik shakldagi komplekslarga qanday turdagi gibridlanish mos keladi?

12. Nima uchun  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  paramagnit,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  diamagnit xossaga ega?

13. Qanday komplekslar yuqori, qanday komplekslar esa past spinli komplekslar deb ataladi? Misollar keltiring.

14. Markaziy atomi  $d^3$  yoki  $d^6$  elektron konfiguratsiyasiga ega bo'lgan oktaedrik kompleks ionning barqarorligini kristall maydon nazariyasi asosida qanday tushuntirish mumkin?
15. Metallning bir xil ioni ham diamagnit, ham paramagnit kompleks birikmalar hosil qilishi mumkinmi? Misollar keltiring.
16. Oktaedrik komplekslarning hosil bo'lishida  $d$  - AO larning qanday guruhi ( $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$ ,  $d_{yz}$  yoki  $d_{z^2}$ ,  $d_{x^2-y^2}$ ) ishtirok etadi?
17. Ligandlar kompleks hosil qiluvchi ion bilan o'zaro ta'sirlashuv energiyasi bo'yicha qanday guruhlarga bo'linadi?
18. Fe(II) va Co(III) geksammiakatlarning dipol momenti tegishli ravishda 4, 6 va 0 teng. Shunga asosanib, nima uchun komplekslardan biri barqarorroq ekanligini tushuntiring?
19. Davriy sistemaning I va II guruh d-elementlari past spinli oktaedrik komplekslar hosil qila oladimi?
20. Nima uchun Cr(III) har xil ligandlar bilan faqat ichki orbitallik va yuqori spinlik oktaedrik komplekslar hosil qiladi?
21.  $d^6$ -Elektron konfiguratsiyaga ega bo'lgan past spinli oktaedrik komplekslarning yuqori darajada barqarorligini qanday tushuntirish mumkin?
22. Qanday qilib oktaedr komplekslar uchun  $E_{d_{xy}} - E_{d_{z^2}} = \Delta$  va  $2E_{d_{xy}} + 3E_{d_{z^2}} = 5E_d$  tenglamalaridan quyidagi  $E_{d_{xy}} - E_{d_{z^2}} = 0,6\Delta$  va  $E_d - E_{d_{z^2}} = 0,4\Delta$  tengliklarni olish mumkinligini ko'rsating.
23. Qanday (kuchli yoki kuchsiz) maydon tashkil qiluvchi ligandlar bilan Co(III) komplekslari kuchli oksidlovchi, Co(II) komplekslari esa qaytaruvchi xossalarga ega bo'ladi?
24. Nima uchun markaziy ionlari Cu(I), Ag(I), Zn(II), Cd(II), Al(III) bo'lgan kompleks ionlar rangsiz?
25. 0,1 mol/l konsentratsiyali bir xil hajmli KBr va  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$  eritmalar aralashtirilganida AgBr cho'kmasi tushadimi, agar shu aralashmaga konsentratsiyasi 0,1 mol/l bo'lgan natriy tiotsulfat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  eritmasi qo'shilsa? ( $K_{\text{soq}}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} = 2,5 \cdot 10^{-14}$ )

## XIX BOB. I VA II GURUHLARNING S-ELEMENTLARI

### 19.1. I guruhning s-elementlari

I guruh s-elementlariga litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziv va fransiy kiradi. Barcha guruh a'zolarining tashqi elektron qavatida bittadan s elektronlar bor. Element tartib nomeri ortishi bilan atom va ionlarning radiusi ortadi. Shu metallarning suyuqlanish harorati kamayadi. Metallarning eng engili litiydir.

Faqat litiyning tashqaridan ikkinchi qavatida ikkita elektron bo'lsa, boshqa ishqoriy metallarning tashqaridan 2-qavatida 8 tadan elektronlar bor. Shuning uchun ham litiyning xossalari boshqa ishqoriy metallardan kimyoviy xossalari jihatdan farq bo'lishiga olib keladi. Bu metallarning ishqoriy metallar deyilishi, arabchada ishqor "yemiruvchi" degan ma'no beradi.

Barcha ishqoriy metallar  $ns^1$  valent elektronga ega, lekin bu elektron yadro bilan bo'sh bog'langan. Ular birikmalarda +1 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Litiydan sezivyagacha metallik xossalari kuchayadi.

Fransiy barcha ishqoriy metallardan eng faoli va og'iri hisoblanadi. Radioaktiv uni yarim yemirilish davri 22 minut.

**Tabiatda uchrashi.** Ishqoriy metallar kimyoviy faolligi yuqoriligi sababli faqat birikmalar holida uchraydi. Tabiatda uchraydigan izotoplari:  ${}^7\text{Li}$  (92,5%),  ${}^6\text{Li}$  (7,3%).

Litiyning birikmalari nihoyatda ko'p. Uni 150 dan ortiq minerallari bor. Texnik ahamiyatga spodumen  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  va litiy smolasi yoki lepidolit  $\text{KLi}_2\text{Al}(\text{Si}_6\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$ , petalit  $(\text{Li},\text{Na})\text{AlSi}_4\text{O}_{10}$ .

Natriy birikmalari keng tarqalgan. Osh tuzi  $\text{NaCl}$ ; Glauber tuzi  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , hind selitrasi  $\text{KNO}_3$ , natriy selitrasi, kriolit  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ; bura  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

Kaliy birikmalaridan silvinit  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ ; karnallit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; yer sharining asosiy po'stlog'i-ortoklaz  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Rubidiy va seziv natriy va kaliy bilan birga lekin kamroq uchraydi.

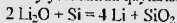
**Olinishi.** Natriy, litiy va kaliy asosan elektroliz usuli yordamida olinadi. Elektrolizga tuzlar yoki gidroksidlar uchuratiladi. Rubidiy va seziv uning xloridlaridan kalsiy metalli bilan qaytarish orqali olinadi.

**Xossalari.** Ishqoriy metallar kub kristall panjaraga ega. Yangi kesilgan metallar ko'rinishi odatdagi metallarga o'xshaydi. Metallik yaltiroqlikka ega. Barcha ishqoriy metallar kerosin (seziv havoda portlaydi) ostida yoki inert gaz muhitida saqlanadi. Ishqoriy metallar engil metallar hisoblanib, pichoq bilan oson kesiladi. Litiy kerosindan yengil, shuning uchun parafin ostida berk idishga yig'iladi. Ularning ichida eng qattiq holatda uchraydigan kaliy u yuqori issiq va elektr o'tkazuvchanlikka ega.

Ishqoriy metallar bilan ishlashda ehtiyot bo'lish kerak. Ular oson yonib ketadi, suv bilan shiddatli ta'sir etadi. Ayniqsa kaliy kerosin ostida uzoq saqlansa superoksid qatlami bilan qoplangan bo'lib suv bilan ta'sir etganda shiddatli ta'sirlanib, yonadi va atrofga suv sachratadi. Ortiqcha ishqoriy metallar qoldiqlari etil spirtiga tushlab yo'q qilinadi va alkagolyatlarga aylantiriladi.

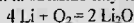
Litiy. Odatdagi sharoitda oq, yaltiroq, yumshoq va yengil metall.  $\text{LiCl}$  va  $\text{KCl}$  aralashmasini suyuqlanmadan elektroliz qilib olinadi. Anod sifatida grafit va katod sifatida temir olinadi.

Bundan tashqari  $\text{Li}_2\text{O}$  ni kremniy yordamida qaytarish:

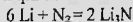


Odatda bu jarayonda toza litiy oksidi va kremniy olinishi shart emas. Qaytaruvchi sifatida aluminiy ham ishlatiladi.

Xona haroratida kislorod bilan ta'sirlashib litiy oksidini hosil qiladi.



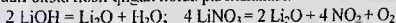
Litiy oksidi kul rangli, suvda yaxshi eriydi. Litiy odatdagi sharoitda azot bilan ta'sirlashib oq rangli litiy nitridini hosil qilishi kuzatiladi:



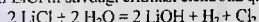
Qizdirilganda galogenlar  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  va  $\text{I}_2$  bilan kuchli alanga berib yonadi va  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$  va  $\text{LiI}$  ni hosil qiladi.

Birikmalaridan  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  va  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  suvda kam eriydi. Peroksidlari  $\text{Li}_2\text{O}_2$ , persulfidlari  $\text{Li}_2\text{S}_2$ , perkarbidlari  $\text{Li}_2\text{C}_2$  ma'lum.

Litining tarkibida kislorod tutgan hosilalari ( $\text{LiOH}$ ,  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) qizdirilsa nitritlar hosil qilib emas, balki oksid hosil qilgan holda parchalanadi:

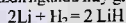


$\text{LiOH}$  ni olish uchun  $\text{LiCl}$  ni suvdagi eritmasi elektroliz qilinadi:



Litiy ionni eng kichik o'lchamga ega bo'lib, eng yuqori qutblanuvchanligi bilan boshqa ishqoriy metallardan farqlanadi. Shuning uchun u koordinatsion soni 4 bo'lgan  $[\text{Li}(\text{H}_2\text{O})_4]^+$  akvakomplekslar hosil qiladi.

Litiy vodorod atmosferasida qizdirilganda litiy gidridini hosil qiladi:



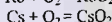
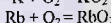
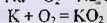
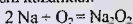
Litiy gidridi oq kristall modda.  $680^\circ\text{C}$  suyuqlanadigan ion bog'lanishli birikma

**Boshqa ishqoriy metallar.** Tabiatda uchraydigan natriy izotopining massa soni 23.

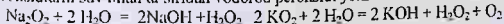
Kaliy uch xil atom massali izotop holatida uchraydi: 39, 40 va 41.

Barcha ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilar. Ular juda oson +1 zaryadli ionlarga o'tadi. Ionlanish entalpiyasining kichikligi, ionlarning sharsimonligi, kam qutblanuvchanligi ularning kimyoviy xossalarni belgilaydi. Kovalent bog' hosil qilish qobiliyati litiyda eng yuqori. Metallarning bog'larida  $\text{Li}_2$ ,  $\text{Na}_2$  hosil bo'lishida bog' kovalent. Boshqa bog'larda ion bog' hisssasi ortib boradi.

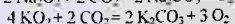
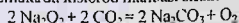
Kislorodda yondirilganda faqat litiy oksid hosil qilib boshqa ishqoriy metallar peroksidlar va superoksidlarga aylanishi kuzatiladi:



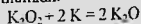
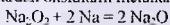
Peroksidlarni suv bilan ta'siridan vodorod peroksidi yoki kislorod hosil bo'ladi.



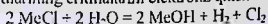
Peroksidlar yopiq sistemalarda kislorod manbasi sifatida ishlatiladi:



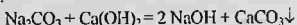
Peroksidlardan oksidlarni metallar qo'shib olish mumkin:



Natriy va kaliy oksidlari oq rangli, rubidiy va sezii oksidlari sariq rangli. Ishqoriy metallar oksidlari suv bilan shiddatli ta'sirlashadi. Oksidlarning faolligi  $\text{Li}_2\text{O}$  dan  $\text{Cs}_2\text{O}$  qarab ortib boradi. Ishqoriy metallarning gidroksidlari oq qattiq moddalar. Ular tabiatda uchramaydi. Ular ishqoriy metallar xloridlarining eritmalarini elektroliz qilish orqali olinadi.



Eng ko'p qo'llaniladigan natriy gidroksidi olish uchun ohakka soda qo'shib olinadi (shuning uchun kaustik soda):



Ishqiriy metallar gidroksidlari rangsiz kristall moddalar. Ularning suyuqlanish harorati nisbatan past ( $\text{CaOH}$  346°C). Bu moddalar suvda yaxshi eriydi. NaOH va KOH ko'pincha o'yuvchi kaliy va natriy deb yuritiladi.

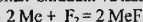
Ishqorlar o'ziga suv yutadi va havodan o'z tarkibiga  $\text{CO}_2$  ni ushlab qoladi. Namdan tozalash uchun ishqorlar kuchli qizdiriladi. Karbonatlardan tozalash uchun esa ishqorlar etil spirtidan qayta kristallanadi, chunki karbonatlar spirtida avvalda erimaydi.

Qattiq holdagi va konsentrlangan ishqorlar bilan ishlaganda alohida ehtiyot choralarini ko'rish kerak. Bu moddalar tirik to'qimalarni yemiradi, ayniqsa qattiq ishqor zarrachalarini ko'zga sachrashidan ehtiyot bo'lish kerak (kislorni ko'r qiladi). Ishqorlar bilan ishlaganda, masalan ishqorlarni maydalayotganda, himoya ko'z oynalari, rezina qo'lqoplaridan foydalanish zarur.

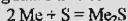
Ishqorlar suyuqlantirilganda shisha va chinni buymlarni yemiradi. Kislorod ishtirokida platinani ham emiradi. Ishqorlar kumush, nikel va temirdan yasalgan idishlarda suyuqlantiriladi. Agar ishqorlar shiliflangan idishlarda saqlansa ular yopishib qoladi.

Soda olish usullari keyinchalik uglerod mavzusida alohida ko'rib chiqiladi.

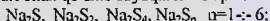
Ishqoriy metallar galogenlar bilan shiddatli va issiqlik chiqishi bilan ta'sirlashadi:



Juda oson ishqoriy metallarning sulfidlari hosil bo'ladi:



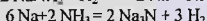
$\text{Me}_2\text{S}$  larni oltinugurt bilan qo'shib suyuqlantirilsa persulfidlar hosil bo'ladi.



Ishqoriy metallar vodorod bilan oson ta'sirlashadi. Bunda metall gidridlari hosil bo'ladi.

Ullarning bog'lanishi ion tabiiatli.

Suyuq ammiak bilan ishqoriy metallarning reaksiyasida amidlar, imidlar va nitridlar hosil bo'ladi.



Natriy va boshqa ishqoriy metallar simobda eriydi va intermetallik birikmalar-amalgamalariga aylanadi.

Litiy - alangani qizil-binafsha rangga bo'yaydi. Natriy ishtirokida alanga sariq-g'isht rangga bo'yaladi. Kaliy alangani binafsha-siyoh rangga, rubidiy qizil, seziriy esa binafsha tusga bo'yaydi. Shu usul bilan bu metallar borligi aniqlanadi.

**Ishqoriy metallarning tuzlari.** Deyarli barcha kislotalar bilan tuzlari ma'lum. Bu tuzlar suvda yaxshi eriydigan, ionli kristall panjaraga ega birikmalardir.

Anolitik kimyoda litiy va natriyning tuzlaridan 4,4'-dimetilammodifenil metanning metanoldagi erimasi holatida cho'ktirishi mumkin. Natriy va ruxning aralash uranilasetatlari ham  $[\text{NaZn}(\text{UO}_2)_2(\text{CH}_3\text{COO})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  suyultirilgan sirka kislotasidan cho'ktiriladi. Kaliy tuzlaridan  $\text{KHC}_2\text{H}_4\text{O}_6$  (gidrotartaratlar) va  $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  suvda yomon eriydi. Ular ishqoriy metallarning sifat va miqdoriy tahlilida ishlatiladi.

Kalsinirlangan soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), kristall soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), ichimlik sodasi ( $\text{NaHCO}_3$ ) ko'p ishlab chiqaziladi.

Natriy gidroksidi sovun tayyorlashda, to'qimachilik va ko'ncilikda organik moddalar olishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Natriy gidroksidi 328°C suyuqlanadi. 20°C da suvda 109 g natriy gidroksid eriydi. U kuchli ishqor, shuning uchun o'yuvchi natriy deb ataladi. Osh tuzi NaCl- natriy metalli, xlor, natriy gidroksid, xlorid kislota ishlab chiqarishda xomashyo.

Natriy sulfat glauber tuzi yoki mirabilit holatida  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  holida uchraydi. Tibbiyotda va shisha ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kaliy tuzlaridan  $\text{KCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  kaliyli o'g'itlardir. Kaliy nitrat qora poroxning tarkibiga kiradi:  $\text{KNO}_3$ -68%;  $\text{C}$ -17%;  $\text{S}$ -15%.

Seziy va rubidiy fotoelementlar tayyorlashda ishlatiladi. Nur ta'sirida  $\text{Rb}$  va  $\text{Cs}$  ning valent elektronlarini oson ajralishi yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish imkoniyatini beradi.

## 19.2. II guruhning s-elementlari

II guruh s-elementlariga berilliy, magniy, kalsiy, stronsiy, bariy va radiy kiradi. Ular erkin holatda ishqoriy metallarga nisbatan qattiqroq. Ular yengil metallar, ammo ishqoriy metallardan suyuqlanish harorati balandroq. Xossalari jihatidan berilliy alyuminiyga o'xshab ketadi. Ularda diagonal o'xshashlik kuzatiladi. Bu guruh elementlarining oksidlanish darajasi +2. Ularning sirtqi qavatida  $n^2$  holatda 2 tadan elektron bor. Bu guruh metallarining xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsiz. Atom radiusi kattalashgan sari qaytaro'vchi xossalari kuchayib boradi.

$\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ra}^{2+}$  qatorida ioularning radiusi ortib shu metallar gidroksidlarining asoslik xossalari kuchayadi.

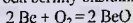
Bariy, stronsiy va bariy qadimdan ishqoriy - yer metallari nomi bilan mashhur. Bunday nom metallarning gidroksidlarini ishqoriy xossaga egaligidan kelib chiqqan.

**Berilliy.** Berilliyini 1827 yilda Veller berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olgan. Yer sharida kam tarqalgan. Asosan berill minerali holatida uchraydi  $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$ , uning tarkibida 14%  $\text{BeO}$  mavjud. Aleksandrit (xrizoberill) minerali quyidagi tarkibga ega  $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (Fenakit) minerali ham bor bo'lib uning formulasi  $2\text{BeO} \cdot \text{SiO}_2$ . Metall holatdagi berilliy uning birikmalarini elektroliz qilib olinadi. Elektroliz uchun olingan suyuqlanma 50%  $\text{BeCl}_2$  va 50%  $\text{NaCl}$  (mass. %) bunda aralashmaning suyuqlanish harorati  $300^\circ\text{C}$  ga kamayadi ( $\text{BeCl}_2$  niki  $440^\circ\text{C}$ ).

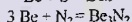
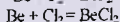
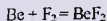
Tabiatta uchraydigan berilliy izotopining massa soni 9 ga teng.

Xossalari. Berilliy kulrang tusli yengil metall. Qattiq va mo'rt modda. Metallning sirti oksid parda bilan qoplangani uchun kimyoviy faolligi kam.

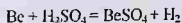
Qizdirilganda kislorod va havoda berilliy oksidini hosil qiladi:



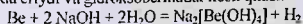
Bir oz isitilganda galogentlar, oltinugurt va azot bilan ta'sirlashib ancha barqaror birikmalar hosil qiladi:



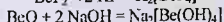
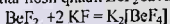
Suyutirilgan sulfat va xlorid kislotalada eriydi. Issiq nitrat kislotalada eriydi, lekin soviq nitrat kislotalada passivlashadi.



Berilliy ishqorlarda eriydi va gidroksoberrillatlar hosil qiladi:



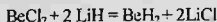
$\text{BeO}$  ( $t_{\text{suq}} 2560^\circ\text{C}$ ) va  $\text{Be}(\text{OH})_2$  ham amfoterlik xossasiga ega.  $\text{BeF}_2$  ishqoriy metallar floridlari bilan flor berillatlar hosil qiladi.  $\text{BeF}_2$  suvda yaxshi eriydi.



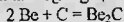


Berilliy tuzlari oson gidrolizga uchraydi, bu tuzlar zaharli, lekin shirin ta'mli bo'ladi. Kislotali muhitda  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  akva kompleks hosil bo'ladi. Ishqoriy muhitda bo'lsa  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$  gidrokso komplekslar barqaror bo'ladi. Berilliy va uning birikmalari chang holatda atmosferada tarqalgani juda xavfli.

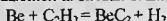
$\text{BeH}_2$  polimer strukturali qattiq modda. U berilliy xloridning efiridagi eritmasiga litiy gidridi ta'sir qilib olinadi:



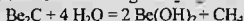
Berilliy karbidlari o'zgaruvchan tarkibga ega ( $\text{Be}_2\text{C}$  va  $\text{BeC}_2$ ).



Yuqori haroratda berilliyga atsetilen ta'siridan olinadi:



$\text{BeC}_2$  gidrolizida atsetilen hosil bo'ladi. Agar  $\text{Be}_2\text{C}$  ga suv ta'sir ettirilsa:



$\text{BeCl}_2$  suvda yaxshi eriydigan. O'ziga suv tortuvchi rangsiz modda.

Berilliy ko'p metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Berilliy asosida inter metall birikmalar berillidlar olingan. Bu qotishmalar yuqori haroratda suyuqlanadi. Bunday qotishmalar samolyotsozlikda ishlatiladi ( $\text{TiBe}_{12}$ ,  $\text{MoBe}_{12}$ ,  $\text{NbBe}_{12}$  va boshqalar).

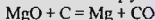
Berilliy birikmalari o'simliklar uchun xavfsiz, lekin tirik organizm uchun zaharli. Organizmda berilliy eruvchan fosfatlar hosil qilgani uchun ham suyakni bo'sh va mort qilib qo'yadi. Berilliy birikmalari teriga ta'sir etadi.

Magniy. Magniy tabiatda keng tarqalgan. Uni 1808 - yilda X.Devi magniy sulfatini elektroliz qilib olgan. Asosiy minerallari magnezit  $\text{MgCO}_3$ ; dolomit  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ; kamallit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Dengiz suvida  $\text{MgCl}_2$  ning miqdori 0,38 % ga boradi, lekin ba'zi ko'llarda uning miqdori 30% ga ham yetadi. Magniyning yer پوستoq'ida miqdori 2 % atrofida.

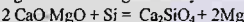
Tabiatda magniyning uchta izotopi bor:  $^{24}_{12}\text{Mg}$  (78,6%),  $^{25}_{12}\text{Mg}$  (10,11%),  $^{26}_{12}\text{Mg}$  (11,29%). Uning uchta sun'iy izotopi ham olingan.

**Olinishi.** Magniy  $\text{MgCl}_2$  yoki suvsizlantirilgan kamallitni elektroliz qilib olinadi.

Magniy oksidi yuqori haroratda ko'mir bilan qaytarilishi orqali ham olinishi mumkin:



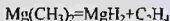
Magniy olish uchun yuqori haroratda (1200-1300°C) elektr pechalarda va vakuumda dolomitni parchalab, hosil bo'lgan mahsulotlarga kremniy ta'sir ettiriladi:



**Xossalari.** Magniy oq, kumushsimon, yengil metall. Havoda kam o'zgaradi, uning ustini oksid pardasi qoplagan.

Magniy kislotalardan oson vododorodni siqib chiqaradi. Suv bilan qaynatilganda oson tasir etadi. Havoda qizdirilganda  $\text{MgO}$  va ozgina  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  hosil qiladi.

Magniy gidridi  $\text{MgH}_2$  kumush rang qattiq modda. U 175°C da magniy dimetilning parchalanishidan hosil bo'ladi:



Magniyga vodород ta'sir etilganda ham agar katalizator sifatida magniy iodid ishlatilsa magniy gidridi hosil bo'ladi.

$\text{MgO}$   $\text{MgCO}_3$  dan olinadi. U kuydirilgan magneziiy deyiladi. Magniy oksidi 2800°C da suyuqlanadigan kristall modda. Undan o'tga ehadamli buyumlar, idishlar va tugel yasaladi.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  suvda kam eriydigan, o'rtacaba kuchli elektrolit.  $EK = 1,2 \cdot 10^{-11}$ .

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  magniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilib olinadi. Magniy tuzlariga soda qo'silganda gidroksikarbonatlar hosil bo'ladi. Bu tuz oq magneziiy nomi bilan tibbiyotda

ishlatiladi. Tabiatdagi silikatlardan talk  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  bolalar upasi tarkibiga kiradi. Asbest  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$  issiq saqlovchi material sifatida ishlatiladi.

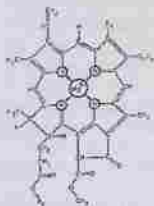
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dengiz suvidan olinadi. Uni asosida magnezial sement tayyorlanadi.

Magniy sulfat-  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  gepta gidrat, taxir tuz deyiladi.

Magniy karbid  $\text{MgC}_2$  atsetilenidlar jumlasiga kiradi.

Magniyning suvda yomon eriydigan tuzlari qatoriga  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{MgF}_2$  kiritish mumkin.

Magniyning kompleks birikmalari o'simliklar va hayvonlar hayotida muhim o'rin tutadi. Magniy o'simliklarda yashil rang beruvchi xlorofilidagi asosiy kompleks hosil qiluvchi ion hisoblanadi (38-rasm). Bu kompleksda  $\text{Mg}^{2+}$  markaziy ion unung koordinatsion soni 4 ga teng. Ligand sifatida turli guruhlar bilan bog'langan pitrol halqalari turadi. II A guruhdagi barcha kationlar ichida  $\text{Mg}^{2+}$  ionida azot atomi tutgan birikmalar bilan koordinatsion bog' hosil qilishga moyilligi kuchli bo'lsa, bu guruhning qolgan elementlarida bo'lsa kislorod bilan koordinatsiyalanishga moyillik yuqoridir.



38-rasm. Magniyning kompleks birikmasi xlorofilning tuzilishi.  
 $R_1$ -gidrofil radikal;  $R_2$ -gidrofob radikal;

$\text{CaCO}_3$ , gips -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , fosforitlar -  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ma'lum. Kalsiy fluoridlar va apatitlar holda ham keng tarqalgan. Kalsiy gidrokarbonat  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , magniy gidrokarbonat  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  va kamroq  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  tabiiy suv tarkibidagi

**Kalsiy guruhchasi.** Bu guruhchaga kalsiy, stronsiy, bariy va radiy kiritish mumkin. Yer po'stlog'ida kalsiy miqdori 3%. Tabiatda ohaktosh, marmar muvaqqat qattqlikni hosil qiladi.

Yer qobig'ida kalsiyning olitita, stronsiyning to'rtta va bariyning ettita turg'un izotopi bor. Eng ko'p tarqalgan izotoplarga:  $^{40}_{20}\text{Ca}$  (96,97%),  $^{88}_{38}\text{Sr}$  (82,56%) va  $^{138}_{56}\text{Ba}$  (71,66%).

Ishqoriy -yer metallarining galogenidlari, nitratlari va boshqa tuzlari deyarli gidrofilizlanmaydi.

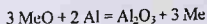
Bariy tabiatda og'ir shpat  $\text{BaSO}_4$  holda, viterit holda  $\text{BaCO}_3$  uchraydi.

Stronsiyning muhim minerallari stronsianit  $\text{SrCO}_3$  va selestin  $\text{SrSO}_4$  hisoblanadi.

Galogenidlar ammiak ta'sirida ammiakatlar hosil qiladi. Ammiakatlarda ishqoriy-yer metallarining k.s. 8 ga teng.  $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ;  $[\text{Sr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  va  $[\text{Ba}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ . Ammiakatlarning barqarorligi kalsiydan bariyga qarab zaiflashadi.

Ca-Sr-Ba qatorida metallarning suv bilan ta'siridagi faolligi ortib boradi.

Olinishi. Kalsiy, stronsiy va bariy asosan suyuqlanmalar elektrolizi orqali olinadi. Bu metallar erkin holda aluminotermiya usulida ham elektr pechlarda vakuumda olinishi mumkin:



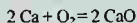
Metallarning faolligi yuqori. Shuning uchun bu metallar ishqoriy metallarga o'xshash saqlanadi.

Xossalari. Erkin holda kalsiy, stronsiy, bariy oq kumushsimon metallardir. Havoda ularning sirti tezda oksid parda bilan qoplanadi. Kalsiy anchagina qattiq. Stronsiy va bariy qattiqligi qo'rg'osbina o'xshab ketadi.

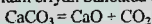
Metallarning faolligi Ca-Sr-Ba-Ra qatorida ortib boradi.

Kalsiy va uning analoglari peroksidlar ( $\text{MeO}_2$ ) va superoksidlar ( $\text{MeO}_4$ ) hosil qiladi.

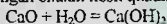
Kalsiy. Havoda kalsiy sirti oksid parda bilan qoplanadi. Bunda uning oksidi hosil bo'ladi:



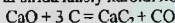
CaO oq qattiq modda suvda kam eriydi. Sanoatda ohaktoshni parchalab olinadi:



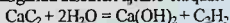
Kalsiy oksidi kaydirilgan ohak yoki so'ndirilmagan ohak nomi bilan ma'lum. Kalsiy oksidi suv bilan ta'sirlashib so'ndirilgan ohakni hosil qiladi.



Qizdirilganda kalsiy oksidi ta'sirida kalsiy karbidi hosil bo'ladi:

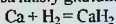


Kalsiy karbidi gidrolizlanganda asetilen ajralib chiqadi:

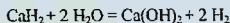


Bu reaksiyadan texnikada asetilen olish uchun ishlatiladi.

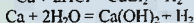
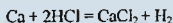
Vodorod atmosferasida qizdirilsa kalsiy gidridini hosil qiladi:



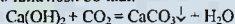
Kalsiy gidridi oson gidrolizga uchraydi hamda kalsiy gidroksidi va vodorod hosil qiladi:



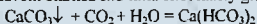
Kalsiy kislotalar va suv bilan shiddatli ta'sirlashadi va bu jarayonlarda vodorod ajraladi:



Kalsiy gidroksidi kuchli asos. Bir litr suvda 1.56 g kalsiy gidroksidi eriydi. Bu asosning to'yingan eritmasi ohakli suv deyiladi va qurulishda ishlatiladi. Agar ohakli suvdan karbonat angidrid  $\text{CO}_2$  o'tkazilsa oq cho'kma hosil bo'ladi:



Agar  $\text{CO}_2$  o'tkazish davom ettirilsa cho'kma erib, kalsiy gidokarbonat hosil bo'ladi:



Kalsiy silikat va kalsiy aluminatlar asosida sement hosil bo'lib, bulardan portlandsement quyidagi tarkibga ega: Ca 58-66%;  $\text{SiO}_2$  18-26%;  $\text{SO}_3$  0.5-2.5 %;  $\text{MgO}$  1-5%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2-5%, Na va K 2% gacha.

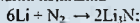
Kalsiyning eng muhim tuzlari qatoriga kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$  kiradi. Kalsiyning sulfidlari, fosfatlari yomon eriydi.

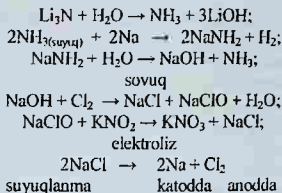
### Mavzu yuzasidan masalalar

1-masala. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga yordam beradigan reagentlar va shart-sharoitlarni ko'rsatgan holda reaksiyalar tenglamalarini yozing.

Litiy  $\rightarrow$  litiy nitrid  $\rightarrow$  ammiak  $\rightarrow$  natriy amidi  $\rightarrow$  kaustik soda  $\rightarrow$  natriy gipoxlorit  $\rightarrow$  osh tuzi  $\rightarrow$  natriy.

Yechimi: Reaksiya tenglamalarini keltiramiz

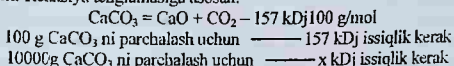




**2-masala.** Ohaktoshning parchalanishi reaksiyasi termokimyoviy tenglamasi quyidagicha:  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 157 \text{ kJ}$ .

10 kg ohaktoshni parchalash uchun qancha miqdor issiqlik energiyasi sarflanadi?

**Yechimi:** Reaksiya tenglamasiga asosan:



$$x = \frac{10000 \cdot 157 \text{ kJ}}{100 \text{ g}} = 157000 \text{ kJ}$$

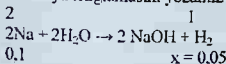
**3-masala.** Tarkibida 2,3% natriy va 97,7% simob bo'lgan 100 g amalgamaga mo'lgan miqdorda suv ta'sir ettirilganda ajralib chiqqan vodorodning normal sharoitdagi hajmini aniqlang.

**Yechish.** Amalgamadagi faqat natriy suv bilan ta'sirlashadi, simob esa reaksiyaga kiritilmaydi. Amalgamadagi natriyning massasi:

$$m(\text{Na}) = 100 \text{ g} \cdot 0,023 = 2,3 \text{ g}$$

$$n(\text{Na}) = 2,3 \text{ g} / 23 \text{ g/mol} = 0,1 \text{ mol}$$

Reaksiya tenglamasini yozamiz va u bo'yicha vodorodning miqdorini topamiz:

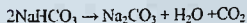


$$n(\text{H}_2) = 0,05 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ l}$$

**4-masala.** 100 g natriy karbonat va gidrokarbonat aralashmasini o'zgarmas massagacha qizdirilganda, uning massasi 69 g bo'ladi. Aralashmadagi natriy karbonat va gidrokarbonatning massasini toping.

**Yechish.** Qizdirilganda natriy gidrokarbonat parchalanadi, natriy karbonat esa parchalanmaydi:



Demak, aralashmaning massasi  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{CO}_2$  ning uchib ketishi hisobiga kamayadi, uning massalari:

$$m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2) = 100 - 69 = 31 \text{ g}$$

Reaksiya tenglamasiga ko'ra  $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2)$  ekanligini hisobga olsak:

$$18x + 44x = 31 \quad x = 0,5$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ mol. u holda } n(\text{NaHCO}_3) = 1 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 1 \text{ mol} \cdot 84 \text{ g/mol} = 84 \text{ g.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100 - 84 = 16 \text{ g.}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

I. s-elementlarning umumiy tavsifi. Atomlarning valentlik va oksidlanish darajasi. Ular hosil qiladigan kimyoviy bog'lanishlarning harakteri va kation shaklli birlikmalarni hosil

qilishga moyilligi. Oksidlari, peroksidlari, gidroksidlarning xossalari. Guruhda xossalarning o'zgarishini xarakterli.

2. Ishqoriy metallarning fizikaviy xossalarning boshqa metallarnikidan farqi. Litiy - seziiy qatorida kimyoviy xossalarning o'zgarishi. Ishqoriy metallarning metallmaslar, suv, kislotalarga munosabati. Gidridlar, xossalari, olinishi. Oksid, peroksid, na'peroksid, ozonidlar. Tuzilishi. Taqqosiy barqarorligi. Suvga munosabati: peroksidlarning oksidlovchi - qaytaruvchi xossalari. Gidroksidlar, xossalari. Litiy - seziiy qatorida asoslar kuchining o'zgarishi Tuzlari: xlorid, karbonat, sulfatlar. Qo'llanishi.

3. Berilliy, magniy va kalsiy guruhcha elementlarning fizikaviy va kimyoviy xossalarning o'ziga xos tomonlari. Ularning metallmaslar, suv va kislotalarga munosabati. Berilliyning ishqorlarga munosabati. Gidridlar xossalari, olinishi. Oksidlar, peroksidlar, ularning tuzilishi, taqqosiy barqarorligi. Suv, kislota, ishqorlarga munosabati. Peroksidlarning oksidlovchi - qaytaruvchi xossalari. Gidroksidlar, ularning tuzilishi, kislotali - asosli xossalari. Berilliy gidroksidlarini amfoterligi. Kalsiy oksidi va gidroksidi. Kristallogidratlar. Kation va anionlar shaklidagi berilliyning tuzlari. Berilliy va magniy uzlarni gidrolizi. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari. Berilliy va bariy birikmalarining zaharliigi.

### Savol va topshiriqlar

1. Li, Na va K lar havoda yondirilganda qanday birikmalarni hosil qiladi?
2. Ishqoriy metallar tuzlarining suyuqlanmalaridan ularni siqib chiqish potentsiallari qonuniy ravishda litiydan seziiygacha o'sib boradi. Nima uchun bunday qonuniyat ushbu tuzlarning suvli eritmalarda bajarilmaydi?
3. Nima uchun qizdirilganda metall holdagi natriy kaliyni uni tuzlaridan siqib chiqara oladi?
4. Ishqoriy metallarda yuqoridan pastga qarab atom radiusi, ionlanish potentsiali, suyuqlanish temperaturasi, qaynash harorati qanday o'zgaradi?
5. Ishqoriy metallarni qaysi usulda olish yuqori samaradorlikka ega?
6. Ishqoriy metal galogenidlarining suyuqlanish, qaynash harorati qanday o'zgaradi.
7. Ishqoriy metallarning oksidlari, peroksidlari, superoksidlari qanday sharoitlarda hosil bo'ladi. Ularning fizik va kimyoviy xossalari qanday o'xshashlik va farqlar mavjud.
8. Ishqoriy metallarning gidroksidlari qanday yo'l bilan olinadi?
9. Osh tuzi kristalining elementar yacbeykasini uzunligi  $a=5,6 \cdot 10^{-11}$  m. Osh tuzi kristalining zichligini toping.
10. Li - Cs qatorida gidroksidlarning asoslik xossasi qanday o'zgaradi?
11. Quyidagi o'zgarishlar tenglamalarini yozing:  
a)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$ ;  
b)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$ .
12.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang)
13. Quyidagi birikmalarning tuzilishi qanday:  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KC}_2$  va  $\text{KO}_3$ ? Hamma ishqoriy metallar ham ozonidlar hosil qiladimi?
14. Reaksiyalar tenglamasini tugallang  
a)  $\text{KO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  ;  
b)  $\text{KO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  ;
15. Ishqoriy metallarning gidridlari qanday olinadi? Ular qanday xossalarga ega? Ularga kimyoviy bog'lanishni qanday turi xos?
16.  $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  (Reaksiya tenglamasini tugallang).
17. Nima uchun ishqoriy metallar floridlaridan litiy floridi eng kam eriydi. perxloratlar esa - rubidiy va seziiy perxloratlari shunday xossani namoyon qiladi?

18. Reaksiyalar tenglamasini tugallang: a)  $\text{NaN}_3 + \text{NaNO}_3 \rightarrow$ ; b)  $\text{Na}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

19. II guruh s-elementlarini toza holda olish uchun qanday usullar ishlatiladi? O'zgarishlar amalga oshirilganidagi sharoitlarni ko'rsating va reaksiyalar tenglamalarini yozing.

20. Berilliy va magniyning suv, ishqor va kislotalarga munosabati qanday? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

21. Quyidagi kelgirilgan tuzlar juftidagi qaysi tuz:  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$  yoki  $\text{Na}_2\text{BeO}_2$ , shundaydek  $\text{BeSO}_4$  yoki  $\text{MgSO}_4$  kuchliroq gidrolizga uchraydi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

22. Nima uchun yonib turgan magniyni suv bilan o'chirish mumkin emas? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

23. Tushuntiring, nima uchun kalsiy xlorid yoki kalsiy nitrat eritmalaridan  $\text{CO}_2$  o'tkazilganda kalsiy karbonat cho'kmasi tushmasligi ammo  $\text{CO}_2$  kalsiy gidroksid eritmasiga ta'sir qilinsa, cho'kma tushadi?

24. Uglorod dioksidi bilan to'yingan suv bilan magniy asta sekin reaksiyaga kirishib erib ketadi. Ushbu reaksiyaning tenglamasini tuzing.

25.  $\text{Ca}(\text{II})$  va  $\text{Ba}(\text{II})$  ionlarining konsentratsiyalari o'zaro teng bo'lgan eritnaga suyultirilgan natriy sulfat eritmasi qo'shilsa, qanday cho'kma birinchi bo'lib tushadi?

26. Reaksiyalar tenglamasini tugallang: a)  $\text{BaO}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$ ; b)  $\text{BaH}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$ ;

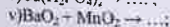
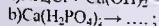
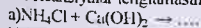
27. Berilliy va alyuminiylar xossalariining o'xshashligining sababi nimada? Ular gidroksidlarining aralashmasini qanday ajratish mumkin? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

28. Ma'lumki, ishqoriy metall berillatning eritmasi qizdirilsa cho'kma ajralib chiqadi, lekin berilliy xloridni eritmasi qizdirilsa cho'kma hosil bo'lmaydi. Kuzatiladigan hodisani tushuntiring.

29. Ohak, so'ndirilgan ohak, natron va xlorli ohak deb nimani ataydilar? Har bir modda qanday olinadi?

30. II guruh s-elementlarining qaysi birikmalari qurituvchi sifatida ishlatiladi?

31. Reaksiyalar tenglamasini tugallang:



32. Natriy florid kristall panjarasining konstantasi  $d=0,231\text{nm}$ . Flor ionining radiusi  $r=0,133\text{nm}$  ga teng bo'lsa, natriy xlorid kristalidagi xlor ionini radiusini toping?

33.  $^{40}\text{K}$  izotopining yarim emirilish davri  $1,277 \cdot 10^9$  yil bo'lsa, 10 yilda  $1\text{mol}$   $^{40}\text{K}$  izotopining nechisi gr mi emiriladi?

34.  $^{87}\text{Rb}$  izotopining yarim emirilish davri  $4,75 \cdot 10^{10}$  yil bo'lsa, 100 yilda  $10\text{gr}$   $^{87}\text{Rb}$  izotopining nechisi gr mi emiriladi?

35.  $^{223}\text{Fr}$  izotopining yarim emirilish davri 21,8 min ga teng. Isoatda  $^{223}\text{Fr}$  izotopining nechisi gr mi qoladi?

36.  $^{224}\text{Fr}$  izotopining yarim emirilish davri 3,33 min ga teng. Inimudan keyin  $^{224}\text{Fr}$  izotopining nechisi gr mi qoladi?

37. Birinchi va ikkinchi guruh s-elementlarining olinish usullarini yozing.

38. Birinchi va ikkinchi guruh s-elementlarining fizik va kimyoviy xossalariidagi o'xshashlik va farq.

39. Litiy nitrid kristalining zichligini  $\rho=1,28\text{g/cm}^3$  ga teng. Ushbu kristalning molyar xajmini va elementar yacheykaning xajmini toping ( $a=0,3655\text{nm}$ ,  $Z=1$ ).

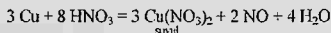
## XX BOB. I VA II GURUHLARNING d-ELEMENTLARI

### 20.1. I guruh d-elementlari

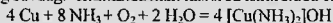
I guruh d-elementlariga mis, kumush, oltin kiradi. Ularning taslqi qavatida bittadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda to'lgan d elektron qavat bor. Bu elementlar ionlanish energiyasining qiymati I guruh d-elementlaridan keskin farq qilib, anchagina yuqoriligi ko'rinib turibdi.

Bu elementlar qiyin oksidlanuvchi elementlar hisoblanadi. Bu metallar vodorod ionlari va kislorod bilan oksidlanmaydi. Ular shuning uchun yarim nodir yoki nodir metallar qatoriga kiradi.

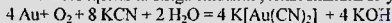
Mis va kumush konsentrlangan nitrat va sulfat kislota bilan 160°C dan yuqori oksidlanadi.



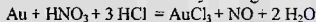
Mis ammiakning suvdagi eritmasida ham kislorod ishtirokida eriydi:



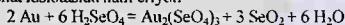
Mis, kumush va oltin ishqorlar ta'siriga chidamli, lekin sianidlarda yaxshi eriydi:



Oltin nitrat, sulfat kislotalar bilan oksidlanmaydi. Unga zar suvi ta'sir etadi:



Yana oltin selenat kislotasida ham eriydi:



**Misning tabiatda uchrashi.** Tabiatda oz miqdorda tug'ma mis uchraydi. Birikma holdagi  $\text{Cu}_2\text{O}$  kuprit,  $\text{Cu}_2\text{S}$  mis yaltirog'i,  $\text{CuFeS}_2$  misli kolchedani yoki xalkopirit,  $\text{CuO}$  - tenerit minerali, shuningdek malaxit  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  ma'lum. Kumush sulfidlar holatida qo'rg'oshin, rux, kadmiy bilan birga uchraydi. Mis, kumush va oltin tabiatda erkin metallar holatida ham uchraydi.

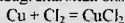
Mis elementi tabiatda ikki xil izotop holday uchraydi:  $^{63}\text{Cu}$  (69,1%) va  $^{65}\text{Cu}$  (30,9%).  $^{64}\text{Cu}$  radioaktiv izotopining yarim yemirilish davri 12,8 soat.

**Fizik xossalari:** pushti qizil rangli, yumshoq, yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega. Suyuql. harorati 1083°C.

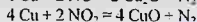
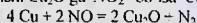
**Kimyoviy xossalari:** Mis havoning miqdoriga qarab  $\text{Cu}_2\text{O}$  va  $\text{CuO}$  kabi oksidlar hosil qiladi.  $\text{Cu}_2\text{O}$  qizil rangli, beqaror birikma:



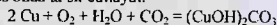
Mis galogenlar bilan ham odatdagi sharoitda oksidlanadi:



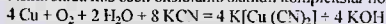
Yuqori haroratda  $\text{NO}$  misni  $\text{Cu}_2\text{O}$  ga  $\text{NO}_2$  bo'lsa  $\text{CuO}$  ga oksidlaydi.



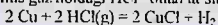
Azot va uglerod mis bilan ta'sir etmaydi.



Sianit ionlari ishtirokida mis oson oksidlanib sianidli komplekslar hosil qiladi.

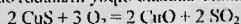


Yuqori temperaturada mis gaz holdagi  $\text{HCl}$  bilan ta'sirlanadi.

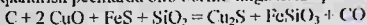


Odatdagi sharoitda reaksiya chappa surilgan yuqori haroratda o'ngga suriladi. Mis va uning birikmalari kuchli zahar hisoblanadi.

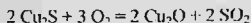
**Olinish usullari:** Dastlab rudalarni yoqib oksidlar olinadi:



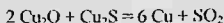
Rudalarni suyuqlantirish pechlarda olib borilib unga koksi qo'shiladi:



Kuydirish:

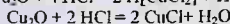
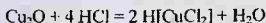


Qaytarish:

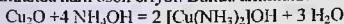


Shunday usulda olingan misning tozaligi 95-98% ga yetadi. Toza mis olish uchun mis sulfati misli anod elektrodni ishtirokida elektroliz qilinadi.

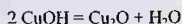
**Cu<sup>+1</sup> bo'lgan birikmalari.** Mis (I) oksidi Cu<sub>2</sub>O – qizil kristall modda. Amfoter oksid, lekin natriy gidroksidga qiyin eriydi. Galogenovodorodlarda ham qiyin eriydi. Suyultirilgan eritmalarda rangsiz eritmalar hosil bo'ladi. Agar kislota tarkibida suv ko'p bo'lsa oq cho'lana hosil bo'ladi.



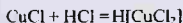
Mis(I) oksidi ammiakda ham oson eriydi. Bunda ammiakli komplekslar hosil bo'ladi:



Mis(I) gidroksid (sariq rangli) beqaror, u parchalanib qizil rangli mis(I) oksid hosil qiladi:

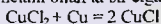


Galogenlar bilan CuCl, CuF hosil qiladi. Bu birikma yuqori konsentratsiyali kislotalarda eriydi.

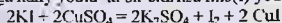


Mis(I) uchun [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup> turdagi ammiakatlar xos. Shu tufayli ko'p mis(I) birikmalari ammiak eritmasida yaxshi eriydi.

Cu(II) xlorid qizdirilgan Cu metalli bilan ta'sir etganda CuCl hosil bo'lishi kuzatilgan:

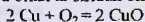


Agar mis (II) sulfatiga kaliy yodid ta'sir ettirilsa mis(I) yodid olinadi:

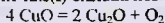


**Cu<sup>+2</sup> birikmalari.** Mis(II) oksid, qora rangli amorf modda. Gazlarni adsorbsiya qila oladi.

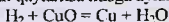
Mis(II) oksidi misning kislorod bilan ta'siridan olinadi.



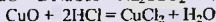
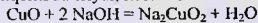
Yuqori haroratda u parchalanib mis(I) oksidini hosil qiladi:



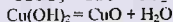
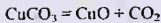
Mis(II) oksidni vodorod bilan qaytarilsa misga aylanadi:



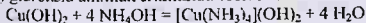
CuO konsentrlangan ishqorlarda eriydi, lekin kislotalarda oson eriydi:



Mis(II) oksidini quyidagi usullarda ham olish mumkin:

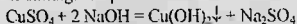


Mis(II) gidroksid ammiak eritmasida oson erib ammiakatlar hosil qiladi:

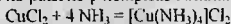


Bu reaksiyada ko'k rangli tetraaminmis(II) gidroksid olish mumkin.

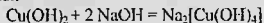
Mis (II) gidroksidi mis sulfatga ishqorlar ta'sir etirib olinadi.



Misning (II) birikmalari ko'pdan ko'p kompleks birikmalar hosil qiladi:



Agar yangi olingan  $\text{Cu(OH)}_2$  ga konsentrlangan ishqorlar qo'shilsa ko'k rangli gidroksikupratlar hosil bo'ladi:



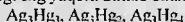
Hosil bo'lgan gidroksikupratlar oson parchalanadi va beqarordir. Mis(II) galogenidlari kislotalar eritmalarida galogen kupratlar hosil qiladi:



**Kumushning tabiatda uchrashi.** Tabiatda kumush juda kam tug'ma holda uchraydi. Ko'p birikmalar mislyak yoki surma bilan birga uchraydi. Masalan, kumush tiosturmanit  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ ,  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  kumush tioarsenit. Kumush yaltirog'i  $\text{Ag}_2\text{S}$  va  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgCl}$  lar ham tabiatda uchraydi.

Kumush tabiatda ikki xil izotop  $^{107}\text{Ag}$  (51,35%) va  $^{109}\text{Ag}$  (48,65%) holatida tarqalgan. Uning radioaktiv izotopi  $^{110}\text{Ag}$  bo'lib yarim yemirilish davri 253 kun.

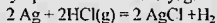
**Fizik xossalari.** Kumush oq yaltiroq metall. Yuqori qovushqoqlikka ega. Undan ingichika sim tayyorlasa bo'ladi. Yuqori issiq va elektr o'tkazuvchanlikka ega. Bu guruh ichida kumushning elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori. Simob bilan amalgamalar hosil qiladi.



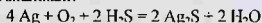
**Kimyoviy xossalari.** Kumush kislorod, vodorod va kislotalar bilan oksidlanmaydi. Ozon bilan oksidlanadi. Nitrat va konsentrlangan sulfat kislota bilan yuqori haroratda oksidlanadi.



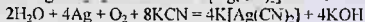
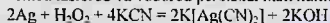
Gas holatidagi HCl bilan yuqori haroraida reaksiyaga kirishadi.



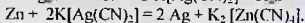
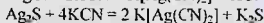
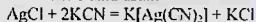
Kumush galogenlar bilan qiyin oksidlanadi. Nam havoda kumush vodorod sulfid ishtirokida havo kislorodi bilan oson oksidlanadi. Kumushdan yasalgan taqinchoqlarning qorayib qolishini sababi ana shundadir.



Kaliy sianid ishtirokida kislorod va vodorod peroksidi ham kumushni oson oksidlaydi.

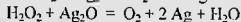
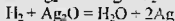
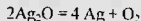


Kumushning olinish usullari: I. Sianid usuli:

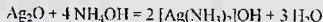


**Ag<sup>II</sup> birikmalari.** Kumushning oksidlanish darajasi +1 bo'lgan birikmalari ko'p uchraydi. Lekin +2 va +3 birikmalari ham bor. Kumush II va III valentligi birikmalari juda beqaror, faqat kompleks birikmalar holida mavjud.

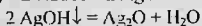
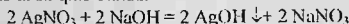
$\text{Ag}_2\text{O}$  qora qo'ng'ir rangli kristall modda



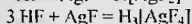
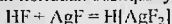
Bu reaksiyalarda kumush oksidi oksidlovchi. Kumush(I) oksidi ammiakda yaxshi eriydi:



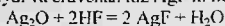
Bu reaksiyalarda kompleks asoslar hosil bo'ladi. AgOH beqaror birikma bo'lib, kumush nitratga ishqorlar ta'sir qilib olinadi



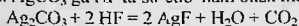
Kumushning galidlari kumush floriddan boshqasi yomon eriydi:



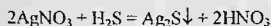
Kumush oksidi HF da eriydi va eruvchan tuz AgF ni hosil qiladi:



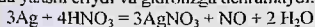
AgF ni  $\text{AgCO}_3$  ga HF ta'sir etib ham olish mumkin:



AgI birikmasi kompleks hosil qilmaydi.  $\text{Ag}_2\text{S}$  kumushning eng yomon eriydigan tuzi. U quyidagicha olinadi:

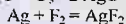
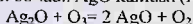


Kumush nitrat suvda yaxshi eriydi va gidrolizga uchramaydi.



Kumush birikmalari fotoqog'oz, fotoplyenkalar tayyorlashda, tibbiyotda dezinfeksiya qiluvchi modda sifatida ishlatiladi.  $\text{Ag}^+$  ionlari tibbiyotda bakteriyalar o'sishini to'xtatish uchun qo'llaniladi.

**Ag<sup>+2</sup> birikmalari.** Kumushning oksidlanish darajasi +2 bo'lgan bir necha birikmasi bor. Bularga AgO va  $\text{AgF}_2$  misol bo'ladi. AgO kumush (I) oksididan ozon ta'sirida olinadi.



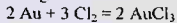
**Ag<sup>+3</sup> birikmalari.** Oksidlanish darajasi +3 bo'lgan faqat birgina birikma ma'lum, u ham bo'lsa sariq rangli  $\text{K}[\text{AgF}_4]$  olingan.

**Oltini tabiatda uchrashi.** Nodir metall tabiatda tug'ma holda uchraydi. Tellur bilan birikmasi bor.  $\text{AuAgTe}_3$  - silvanit deyiladi. Klaverit tarkibi  $\text{Au}_2\text{Te}$  dan iborat.

**Fizik xossalari:** oltin sariq rangli yaltiroq metall. Oltin plastikli eng yuqori bo'lgan metall. Undan qalinligi 0,0002 mm bo'lgan zarqog'oz tayyorlash, yoki 1 g oltindan uzunligi 3 km bo'lgan ip tayyorlash mumkin.

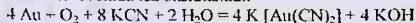
Tabiatda oltinning izotopi faqat  $^{197}\text{Au}$  (100%) holatida uchraydi. Oltinning radiaktiv izotopi  $^{198}\text{Au}$  uning yarim yemirilish davri 2,7 kun. Bu izotop radioaktiv indikator sifatida ishlatiladi.

**Kimyoviy xossalari.** Oltin suv, kislotalar, kislorod, nitrat kislota, sulfat kislota ta'sirida oksidlanmaydi. Oltin galogenlar bilan odatdagi sharoitda juda oz ta'sirlashadi, lekin fluor bilan 300-400°C ta'sirlashadi. Xlorning suvdagi eritmasi uni oson oksidlaydi:

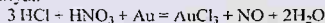


Bu reaksiya xlor ioni ishtirokida tezlashadi. Bunda suvda eruvchan  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  kompleksi hosil bo'ladi.

Oltin sianid ionlari ishtirokida tez oksidlanadi:

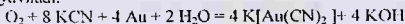


Oltin zar suvida eriydi.

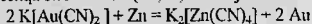


**Olinishi.** Oltin rudalarni yuvish orqali olinadi. Yoki uning simob bilan amalgamasini parchalash orqali olinishi mumkin.

Hozirgi kunda oltin olishning sianidli usul bor. Bu usulga ko'ra ruda kaliy sianid yoki natriy sianid bilan yuviladi.

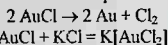


Eritmadan oltin boshqa biror metall (Zn, Fe) bilan ajratib olinadi:

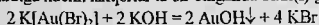


**Au<sup>+1</sup> birikmalari.** Oltinning hamma birikmalari termik beqaror. Au<sub>2</sub>O, Au<sub>2</sub>S erimaydigan birikmalar Au<sup>+3</sup> birikmalari ancha barqaror. Oltinning xlor bilan reaksiyasi 150-300°C oralig'ida ketadi. Pastroq haroratda (150°C) AuCl<sub>3</sub>, yuqori haroratda (300°C) AuCl hosil bo'lishi kuzatilgan.

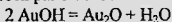
**AuCl och sariq rangli kukun modda oson parchalanadi:**



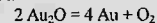
Kaliy dibromoauratga kuchli ishqorlar ta'sir etilganda oltin(I) gidroksidi hosil bo'ladi:



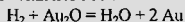
AuOH beqaror birikma, u oson parchalanadi:



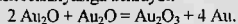
Au<sub>2</sub>O qizdirilsa parchalanadi:



Unga vodorod ta'sir ettirilsa oltin hosil bo'ladi:

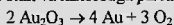


Au<sub>2</sub>O disproporsionalanish reaksiyasiga uchraydi:

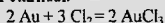


AuBr, AuJ, Au<sub>2</sub>S - qora modda. AuCN – jigar rang modda.

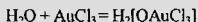
**Au<sup>+3</sup> birikmalari.** Oltinning (III) valentli birikmalaridan Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> –qora qo'ng'ir kristall modda bo'lib qizdirilganda oltin va kislorodga parchalanadi:



Oltin birikmalaridan eng ko'p ishlatiladigani AuCl<sub>3</sub> ni olish uchun kukun holatdagi oltin 200°C haroratda mo'l xlor ta'sir ettiriladi:



Hosil bo'lgan modda qizil rangli. AuCl<sub>3</sub> ni suv bilan ta'siridan kompleks anion hosil bo'lishi ma'lum:



## 20.2. I guruh d-elementlari

II guruh d-elementlariga rux, kadmiy va simob kiradi. Bu elementlarning tashqi qavatida ikkitadan elektron bor, tashqaridan ikkinchi qavatida o'ntadan elektron bor. Bu elementlarning d-orbitallari elektronlarga to'lgan. Qaytaruvchanlik xossasi ruxdan simobga qarab kamayadi. Kimyoviy faollik jihatidan II guruh d-elementlari ishqoriy yer metallaridan birmuncha zaif. Asosiy guruh elementlaridan farq qilib atom massa ortishi bilan faollik ortishi o'miga teskarisiga, y'ani kamayadi. Ayni qatorda atom radiusi ortib borsa ham faollik simobda kam. Rux va kadmiy metallari faollik qatorida vodoroddan oldinda joylasgan bo'lsa, simob faollik qatirida vodoroddan keyin joylashgan. Odatdagi sharoitda rux va kadmiy metallari sirti juda yupqa oksid pardasi bilan qoplangan bo'lib, bu parda keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

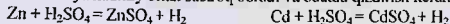
Harorat ta'sirida rux va kadmiy oksidlarga aylanadi



Suv bilan rux va kadmiy ularning ustida oksid parda bortligi tufayli ta'sirlashmaydi.

Suyultirilgan sulfat va xlorid kislotalar rux va kadmiy ta'sirlashadi. Bunda vodorod ajraladi.

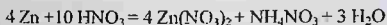
Bu reaksiya kadmiy bilan sustroq boradi va odatda qizdirish kerak:



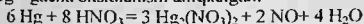
Konsentrlangan sulfat kislota ta'sirida rux oksidlanib sulfat ionlarini  $\text{SO}_2$ , S yoki  $\text{H}_2\text{S}$  hosil qiladi:



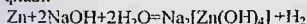
Suyultirilgan nitrat kislota ta'sirida rux oksidlanib nitrat ionlarini  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gacha qaytaradi:



Simob suyultirilgan nitrat kislotala eriganida  $\text{Hg}_2^{2+}$  gacha oksidansa, konsentrlangan nitrat kislota ta'sirida  $\text{Hg}^{2+}$  gacha oksidlanishi aniqlangan:



Rux metalli konsentrlanangan ishqorlar eritmasida qizdirilganda erib gidroksokomplekslar hosil qiladi:



Kadmij va simob ishqorlarda mutlaqo erimaydi. Simobga suyultirilgan kislotalar ham ta'sir etmaydi.

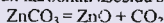
Rux, kadmij va simob bir-biri bilan va boshqa metallar bilan juda oson qotishmalar hosil qiladi. Ayniqsa simob oson amalgamalar hosil qiladi. Amalgamalar hosil qilish uchun metallar simobga qo'shiladi yoki havonchada aralashtiriladi. Olunning amalgama hosil qilishi juda oson bog'ani uchun, oltin buymlar simobga tegmasligi kerak. Temir simob bilan amalgamalar hosil qilmaydi, shuning uchun ham simob po'lat sisternalarda tashilishi mumkin.

**Tabiatda uchrashi.** Eng muhim ruxning mineralari  $\text{ZnS}$  aldama rux,  $\text{CdS}$  kadmij yaltiroq'i yoki grinokit,  $\text{HgS}$  kinovar,  $\text{ZnCO}_3$  galmey yoki rux shpati. Bu guruh metallari polimetallar radalar tarkibiga kiradi. Simob tabiatda tug'ma holda uchraydi.

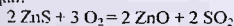
Ruxning barqaror izotoplari qatorida  $^{64}\text{Zn}$ (48,87%),  $^{66}\text{Zn}$ (27,81%),  $^{70}\text{Zn}$ (4,11%),  $^{68}\text{Zn}$ (15,685%),  $^{71}\text{Zn}$ (0,62%) ko'rsatish mumkin.

**Olinish usullari.** Ishqoriy - yer metallaridan farqli ravishda II B guruh elementlari pirometallurgiya usullariga ko'ra ularning oksidlari, sulfidlari hamda elektroliz usulini qo'llash orqali ham olinadi.

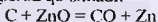
Ruxni olinishi bosqichlari: Rux karbonati asosida shaxtalarda amalga oshiriladi:



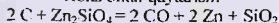
Rux sulfidini yoqish orqali:



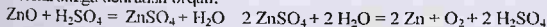
Hosil bo'lgan rux oksidiga uglerod qo'shiladi:



Koks bilan qaytarish:



Gidrometallurgiya usullaridan foydalanib, rux oksidini eritib so'ngra hosil bo'lgan eritmani elektrolizga uchratish orqali:



Kadmij olish uchun uning tuzlaridan rux bilan qaytarish mumkin.

**Xossalari.** Ko'kish-kumushsimon metall. Odatdagi sharoitda mo'rt. Yaxshi bukuluvchan metall, uni oson yupqa pardaga aylantirish mumkin. 419,5°C da suyqlanadi. Agar qizdirilsa havoda oq yashil alanga berib yonadi va rux oksidiga o'tadi.

**Ishlatilishi.** Ruxlangan tunuka olish ancha rux sarf bo'ladi. Temining bunday qotishnasi zanglamaydi. Galvanik elementlar tayyorlashda ham ancha rux zarur bo'ladi. Rux qotishmalaridan lattun 60% mis va 40% rux. Laboratoriyada vodorod olish uchun kerak. Rangli metallurgiyada oltin va kumush ajratib olish uchun rux juda ko'p sarflanadi.

**Kadmiyning tabiatda uchrashi.** Kadmiy 1817-yilda F.Shtromeyer rux karbonati tarkibidan olgan. Kadmiy hamma vaqt rux rudalari tarkibida kadmiy karbonat holida uchraydi.

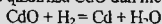
Kadmiyning barqaror izotoplari tarkibi quyidagicha:  $^{106}\text{Cd}$ (1.25%),  $^{108}\text{Cd}$ (0.875%),  $^{110}\text{Cd}$ (12.39%),  $^{111}\text{Cd}$ (12.75%),  $^{112}\text{Cd}$ (24.07%),  $^{114}\text{Cd}$ (28.87%) va  $^{116}\text{Cd}$ (7.58%).

**Xossalari.** Kadmiy yumshoq, yaltiroq, oq, metall. Yuqori haroratda juda aktiv metall, galogenlar bilan birikib gallogenidlarga aylanadi. Toza kadmiy oksid jigir rang, bo'lib havoda sekin asta oqaradi. Bunda u kadmiy karbonatga aylanadi.

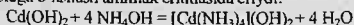
**Ishlatilishi.** Tuzlari rux tuzlariga o'xshash. Metall kadmiy past haroratda suyuqlanadigan qotishmalar tayyorlashda, Veston normal elementi hosil qilishda ishlatiladi. Tenuning sirti kadmiy bilan qoplangan temir zanglamaydi.

**Kadmiy birikmalari.** Kislorod bilan ikki xil birikma hosil qiladi.  $\text{CdO}$  va  $\text{CdO}_2$ . Bulardan  $\text{CdO}$  ni amaliy ahamiyati bor.  $\text{CdO}$  qo'ng'ir jigir rangli, lekin havoda  $\text{CO}_2$  ni yutib oqarib qoladi.  $\text{CdO}$  suvda oz eriydigan asoslar jumlasiga kiradi.

Agar vodorod atmosferasida qizdirilsa  $\text{CdO}$  dan metall kadmiy hosil bo'ladi



$\text{Cd}(\text{OH})_2$ -kadmiy gidroksid, oq kristall modda, qizdirilsa suvini yo'qotib  $\text{CdO}$  ga aylanadi. Rux gidroksidiga o'xshash ammiak eritmasida eriydi:



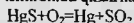
Agar kadmiy gidroksidga kislotalar ( $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ) ta'sir ettirilsa,  $\text{CdF}_2$ ,  $\text{CdCl}_2$ ,  $\text{CdBr}_2$  va  $\text{CdI}_2$  olinadi. Ular suvda yaxshi eriydigan moddalar.  $\text{CdI}_2$  fotografiyada ishlatiladi.

$\text{CdS}$  kadmiy sulfide yomon eriydigan tuz hisoblanadi.  $\text{CdS}$  sariq bo'yoq va rangli shishalar tayyorlashda qo'llaniladi.

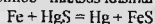
Kadmiyning suvda va kislotalarda eriydigan birikmalari zaharlidir. Ayniqsa havoda chang holatda kadmiy oksidi bo'lishi juda xavfli.

**Simobning tabiatda uchrashi.** Suyuq holdagi simob juda kam uchraydi. Tabiatda kinovar  $\text{HgS}$  kinovar,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  kalomel holida uchraydi. Simob xlorid sulema deyiladi. Tabiiy simob tarkibida uning yettita barqaror izotopi bor:  $^{180}\text{Hg}$ (10.02%),  $^{180}\text{Hg}$ (16.84%),  $^{200}\text{Hg}$ (23.13%),  $^{201}\text{Hg}$ (13.22%),  $^{202}\text{Hg}$ (29.80%),  $^{204}\text{Hg}$ (6.85%).

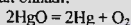
**Olinishi.** Texnikada asosan piro metallurgiya usuli bilan  $\text{HgS}$  dan olinadi. Buning uchun simob rudasi 700-800 °C havoda ishtirokida qizdiriladi:



Bug' holida hosil qilingan simob maxsus idishlarga yig'iladi:



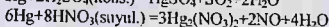
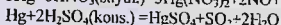
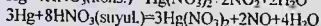
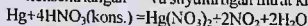
Laboratoriyada simob oksididan olinadi:



**Ishlatilishi:** Toza simob barometrlar va monometrlar tayyorlashda ishlatiladi. Simob kvarsli lampalar, amalgamalar va oltin va kumush ajratib olishda ko'p miqdori sarflanadi. Natriy va xlor olishda katod sifatida ishlatilishi ma'lum.

**Kimyoviy xossalari.** Simob bug'lari juda zaharli. Simob metallarni o'zida eritib amalgamalar hosil qiladi. Bunda K, Na, Ag(45%) Au(16,7%), Zn, Cd, Pb amalgamalar hosil qiladi. Fe, Ni, Mn va Sn bilan amalgamalar hosil bo'lmaydi.

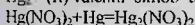
Simob konsentrlangan va suyuqtilgan nitrat kislota eriydi:



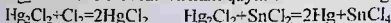
**Hg<sup>II</sup> birikmalari.** Hg<sub>2</sub>O qora rangli. Barcha (I) valentli birikmalarni olishda Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O ishlatiladi.



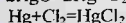
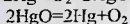
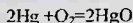
Hg<sub>2</sub><sup>+2</sup> (II) valentli simob tuzlaridan qaytarib olish mumkin:



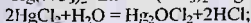
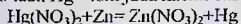
Hg<sub>2</sub><sup>+2</sup> ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi xossasiga ega:



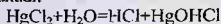
Odatdagi sharoitda simob kislorod bilan oksidlanmaydi. Lekin qizdirilganda oson oksidlanadi



reaksiyalar oson sodir bo'ladi. Hg<sup>+2</sup> ionlari juda kuchli oksidlovchi.

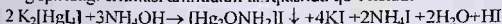


Suv ta'sirida oson gidrolizlanadi:



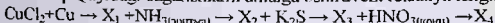
HgJ<sub>2</sub> preparativ kimyoda Nesler reaktivi olish uchun ishlatiladi: K<sub>2</sub>[HgJ<sub>4</sub>].

Bu tuzning spirtidagi eritmasi ammiakni aniqlashda qo'l keladi



Reaksiyada jigarrang cho'kma hosil bo'ladi.

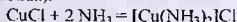
**1-mashq.** Quyidagi ozgarishlarni amalga oshiruvchi reaksiya tenglamalarini kelting:



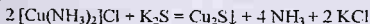
Qat'iq mis (II) xloridni mis bilan inert atmosferada qizdirilsa mis (I) xlorid (X<sub>1</sub> modda) hosil bo'ladi.



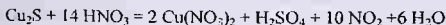
Mis (I) xlorid ammiakning suvli eritmasi bilan ta'sirlashganda ammiakatli kompleks [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl] hosil bo'ladi (X<sub>2</sub> modda).



[Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl] kompleksini kaliy sulfid qiyin eriydigan Cu<sub>2</sub>S hosil bolishi hisobiga parchalaydi (X<sub>3</sub> modda).

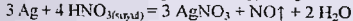
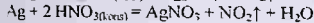
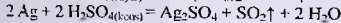
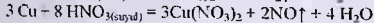
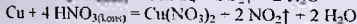
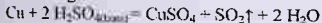


Mis (I) sulfid kons. HNO<sub>3</sub> bilan qizdirilganda ta'sirlasib mis (II) nitratini hosil qiladi (X<sub>4</sub> modda).



**Javob.** X<sub>1</sub> – CuCl, X<sub>2</sub> – [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl, X<sub>3</sub> – Cu<sub>2</sub>S, X<sub>4</sub> – Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**2-mashq.** Mis va kumushning kislotaga va ishqorlarga munosabatini reaksiya tenglamalari orqali izohlang.

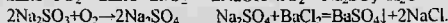
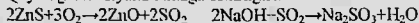


**3-masala.** Tarkibida 4,8 % rux sulfid bo'lgan 4,5 t ruda kuydirildi, natijada hosil bo'lgan gaz natriy ishqorining mo'l miqdoriga yuturildi. Hosil bo'lgan mahsulot orqali kislorodga boyitilgan havo o'tkazildi. Oxirgi reaksiya mahsulotiga mo'l bariy xlorid

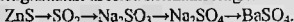
qo'shilganda cho'kma tushdi. Agar bar bir bosqich reaksiyasining unumi 96 % (oxirgi bosqich unumi 100 %) bo'lsa, qancha cho'kma tushgan?

**Yechish:** Rux sulfidning massasi:  $m_{ZnS} = 0,048 \cdot 4,5 = 0,216 \text{ t} = 216 \text{ kg}$ .

Quyidagi reaksiyalar amalga oshirilgan:



Ushbu reaksiyalar tenglamalari asosida sxematik tenglamani tuzamiz:



Sxematik tenglama  $ZnS \rightarrow BaSO_4$  asosida proporsiya tuzsak:

97:216=233:x;  $x=518,85 \text{ kg}$ . Reaksiyaniung unumiy unumi bosqichlar ununlari

ko'paytmasiga teng bo'ladi:

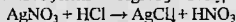
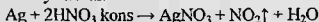
$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 = 0,96 \cdot 0,96 \cdot 0,96 \cdot 1,0 = 0,884736$$

Shu asosda massa:  $m_{am} = 518,85 \cdot 0,884736 = 459,04 \text{ kg}$ .

**4-masala.** Kumush foizini aniqlash uchun eski tanganing 0,3 g konsentrlangan  $HNO_3$  da eritildi. Keyin olingan eritma kumush eritmasi yordamida kumush xlorid  $AgCl$  choknasi ko'rinishida cho'ktirildi. Cho'kma massasi 0,199 g ni tashkil qiladi. Tangadagi kumushning tarkibi qanday?

**Yechish:**

Reaksiya tenglamasini yozamiz:



Reaksiya tenglamasiga kora 1 mol  $Ag$  dan 1 mol  $AgCl$  hosil bo'ladi. 0,199 r  $AgCl$  ga to'g'ri keladigan kumushni massasini topamiz:

$$m_{Ag} = \frac{m_{AgCl} \cdot M_{Ag}}{M_{AgCl}} = \frac{0,199 \cdot 108}{143,5} = 0,15 \text{ g}$$

Tangadagi kumushning foiz miqdorini topamiz:

$$\%Ag = \frac{Ag \cdot 100\%}{m_{tanga}} = \frac{0,15 \cdot 100}{0,30} = 50\%$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. I guruh d-elementlarning umumiy tavsifi. Atom radiuslari va ionlanish potentsiallarining guruhcha bo'ylab o'zgarishi. Atomlarning valentligi va oksidlanish darajasi. Elementlarning oddiy birikmalarining kislorod, suv, kislotalar, ishqorlarga munosabati. Oltinni zar suvida erishi. Mis (I, II), kumush (I), oltin (I, III) oksid va gidroksidlari. Kislota - asos va oksidlovchi - qaytaruvchi xossalari. Kation va anion shaklli ionlarni va kompleks birikmalarni hosil qilishga moyilligi. Galogeno-, akva-, siano- va aminokomplekslar. Oltin(III) va (V) tuzlari. Tetra - xloroaurat kislota va uning tuzlari.

2. II guruh d-elementlarning umumiy tavsifi. Atom radiuslari va ionlanish potentsiallarining guruhcha bo'ylab o'zgarishi. Atomlarning valentligi va oksidlanish darajasi. Elementlarning oddiy birikmalarining kislorod suv, kislotalar, ishqorlarga munosabati. Amalgamalar. Rux va kadmiylarning oksid va gidroksidlari. Kislota - asos xossalari. Simob (I,II) oksidlari; xossalari. Kation va anionlar shakldagi ruxning tuzlari. Simob (I,II) tuzlari.  $Hg^{2-}$  - ioni. Simob tuzlarining oksidlovchi - qaytaruvchi xossalari. Rux, kadmiy, simob tuzlarining gidrolizi. Kompleks birikmalari. Amino -, siano -, galogenokomplekslari. Ularning rux - simob qatoridagi barqarorligi.

### Savol va topshiriqlar

1. Nima sababdan nis guruhchasi elementlari qiymati birdan yuqori bo'lgan oksidlanish darajasini ham namoyon qilishi mumkin?

2. Misdan yasalgan buyumlanging havoda ko'karib, kumushdan yasalganlarini esa qorayib ketishi qanday tushuntiriladi?

3. Nima sababdan AgCl, AgBr va AgI lar KCN eritmasida yaxshi eriydi, ammiakli eritmada esa faqat AgCl va AgBr lar erishi mumkin, AgI esa erimaydi?

4. Quyidagi mis(II) birikmalar biri-biriga o'tishlarini qanday qilib amalga oshirish mumkin: a) sulfat  $\rightarrow$  asosli karbonat  $\rightarrow$  oksid  $\rightarrow$  gidroksid  $\rightarrow$  gidroksosulfat  $\rightarrow$  ammiakat  $\rightarrow$  xlorid;

b)  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}$ .

5.  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{KClO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ ; (Reaksiya tenglamasini tugallang).

6. Agar  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  ning suvli eritmasiga nitrat kislotasi ta'sir qilinsa, nima kuzatiladi? Kimyoviy reaksiyaning tenglamasini yozing.

7. Reaksiyalar tenglamasini tugallang: a)  $\text{Au} + \text{HCl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$ ; b)  $\text{Au}(\text{OH})_3 + \text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow$

8.  $\text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{KI} \rightarrow \dots$ ; (Reaksiya tenglamasini tugallang).

9. Quyidagi savollarga qanday javoblar berish mumkin:

a)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  va  $\text{Hg}^{2+}$  ionlarini  $\text{H}^-$  ion bilan taqqoslaganda qaysi birining oksidlovchi xossasi kuchliroq; b) Zn, Cd va Hg metallarini  $\text{H}_2$  bilan taqqoslaganda qaysi birining qaytaruvchi xossasi kuchliroq?

10. II guruh d-elementlari ichki orbital komplekslarni hosil qila oladimi? Izoblangan javob bering.

11. Quyidagi o'zgarishlarni qanday qilib amalga oshirish mumkin;  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow (\text{ZnOH})_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnCl}_2$ ?

12. Kadmiy va ruxlardan farqli ravishda simob uchun +2 va +1 oksidlanish darajalar xosligini qanday tushuntirish mumkin?

13. Nima uchun rux xlorid eritmasidan  $\text{H}_2\text{S}$  o'tkazilganda metall sulfidi faqat qisman cho'kmaga tushadi, lekin  $\text{H}_2\text{S}$  rux asetat eritmasidan ZnS ni to'la cho'kmaga tushiradi?

14. Simobning  $\text{HgCl}_2$  va  $\text{Hg}(\text{CN})_2$  lar kabi tuzlarining past darajada dissotsilanishini qanday tushuntirish mumkin?

15.  $\text{HgCl}_2$  -  $\text{HgBr}_2$  -  $\text{HgI}_2$  qatorida tuzlarning suvda eruvchanligini keskin kamayishini qanday tushuntirish mumkin?

16. Simob (II) nitrat va simob (I) nitratlardan qaysi biri, kuchliroq gidrolizlanadi? Javobni isbotlang.

17. Reaksiya tenglamasini tugallang:  $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH} \rightarrow \dots$

## XXI BOB. III GURUHNING d-VA f-ELEMENTLARI

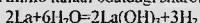
### 21.1. III guruhning d-elementlari

Davriy jadvaldagi III B qo'shinchá guruhda skandiy, ititriy va ulardan keyin bu guruhda lantan va aktiniy keladi. Bu elementlar tashqi qavatida 2 tadan elektronga ega. Tashqaridan ikkincha qavatda bo'lsa 9 tadan elektron bor.

Jadvalda lantandan ( $_{57}^{140}\text{La}$ ) keyin yana 14 ta element kelib, ularning tartib nomeri 58-71 orasidagi qiymatga ega. Bu elementlarning ko'p xossalari lantanga o'xshash, shuning uchun ham ular lantanoidlar yoki siyrak-yer elementlari ham deyiladi.

Lantandan keyingi element aktiniy hisoblanib ( $\text{Ac}_{89}^{227}$ ), unga ham xossalari o'xshash bo'lgan 14 ta elementlar bor. Bu elementlarning tartib nomeri 90-103 orasida bo'lib, ular aktinoidlar deb ataladi. Bu guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari 33-jadvalda keltirilgan.

Skandiy va uning analoglari aktivligi jihatidan ishqoriy va ishqoriy -yer metallaridan zaifroq xolos. Skandiydan aktiniyga borgan sari elementlarning faolligi ortib boradi. Bu metallar aktivlik qatorida vodoroddan ancha oldinda turadi. Skandiy passiv holatda bo'lgani uchun suv bilan ta'sirlashmaydi. Ammo lantan odatdagi sharoitdayoq suv bilan ta'sirlashadi:



Metallar suyult.  $\text{HNO}_3$  bilan faol metallarga o'xshash ta'sit etib, anionni  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gacha qaytaradi.

$\text{Me}_2\text{O}_3$  - qiyin suyuqlanuvchan oq rangli moddalar. Ularning asoslik xossalari Sc dan Ac ga qarab ortib boradi.  $\text{Me}(\text{OH})_3$  larning asoslik xossalari ham  $\text{Ac}(\text{OH})_3$  da eng kuchlidir.  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  da amfoterlik xossa kuzatilsa,  $\text{La}(\text{OH})_3$  ancha kuchli asos.

$\text{ScCl}_3$  -  $\text{YCl}_3$  -  $\text{LaCl}_3$  -  $\text{AcCl}_3$  qatorida asoslik xossalar ortib boradi.

Odatdagi holatda bu metallar suyuqlanmalar elektrolizi yoki metallar bilan qaytarish reaksiyasi orqali olinadi.

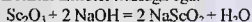
**Skandiyning tabiatda uchrashi.** Bu elementlar tarqoq holda uchraydi. Ularning o'ziga xos minerallari yo'q. Bu elementlar tabiatda qalay, toriy, gafniy, uran, sirkoniy va lantanoidlar bilan birga uchraydi.

Skandiyning o'zi bo'lsa  $\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  tortveytit,  $\text{ScPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  steretit holatida uchraydi.

**Fizik xossalari.** Skandiy oqish kulrang metall. Bu guruhda skandiy eng yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Juda mo'rt metal. Suyuqlanish harorati  $1539^\circ\text{C}$ .

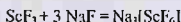
**Kimyoviy xossalari.** Skandiy ko'p metallmaslar bilan ta'sirlashadi. Suyultirilgan xlorid, sulfat va nitrat kislotada yaxshi eriydi. Uning oksidi  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  formulaga ega. Hidroksidi bo'lsa  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  tarkibli.

Skandiy oksidi va gidroksidi amfoter xossaga ega:



$\text{NaScO}_2$  natriy metaskandatlar hosil bo'ladi.

$\text{ScF}_3$  kompleks anion hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lib, bunday komplekslar florskandatlar deyiladi:



Eritmada juda oson gidrolizga uchraydigan akva - ion hosil bo'lishi ma'lum:  $[\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ .

Skandiy gidridi  $\text{ScH}_2$  formulaga ega bo'lib, qora kukun, metallsimon tarkibli gidrid.  $\text{ScF}_3$  suvda erimaydi. Skandiyning xlorodlari, bromidlari bo'lsa suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmalaridan kristallogidratlar holida ajraladi  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Skandiy oson qo'sh tuzlar hosil qiladi, masalan,  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ .

Xossalari jihatidan skandiy s elementlarga o'xshab ketadi, d- va s- elementlar orasidagi holami egallaydi.

**Ishlatilishi.** Skandiy metallarni sifatini yaxshilash uchun ishlatilib, yadro texnikasida neytronlar harakatini sekinlashtiruvchi modda sifatida qo'llaniladi.

Skandiy guruhi elementlarining amaliy ahamiyati hali batafsil o'rganilmagan.

## 21.2. III guruhning f-elementlari

**Lantanoidlar** oilasiga 14 ta f element kirib, ular lantandan keyin keladigan elementlardir. Bu elementlar yadro zaryadining ortishi bilan oxirgi elektron tashqaridan uchinchi qavatning f-pog'onachasiga joylashadi, tashqi va tashqaridan ikkinchi qavat o'zgarishsiz qoladi. Ularning tashqi qavatida ikkita elektron bor. Shuning uchun ham lantanoidlar kimyoviy xossalari jihatidan bir-biriga o'xshash xossalarga ega.

Lantanoidlarning xossalari La va Y ga oxshab ketadi. Ularning oksidlanish darajasi +3. La, Gd va Lu o'zgaruvchan valentlikka ega. Ce bo'lsa uch va to'rt valentlikni namoyon etadi. Ba'zi lantanoidlar ikki valentlikli holatga ham ega.

Lantanoidlarda yadro zaryadi ortgani bilan Ce dan Lu ga qarab ion radiusi kamayib (lantanoidlar siqilishi) borishi kuzatiladi.

**Fizik xossalari.** Ular odatdagi sharoitda oq kumush rang metallardir.

**Kimyoviy xossalari.** Faolligi jihatidan lantanoidlar ishqoriy- yer metallariga yaqin turadi. Ular kislotalarda eriydi. Suv bilan ta'sirlashadi. Odatdagi sharoitda oson oksidlar hosil qiladi.

Ular yuqori haroratda galogenlar bilan ta'sirlashadi. Lantanoidlarning oksidlari, floridlari, sulfidlari suvda qiyin eriydigan va qiyin suyuqlanadigan birikmalardir.

Bu metallar xossalari bir-biriga juda yaqin bo'lgani uchun ularni toza holda ajratib olish ancha mushkul.

**Ishlatilishi.** Bu metallar rangli metallar olishda, elektron asboblari yaratishda, po'lat ishlab chiqarish va akkumulatorlar tayyorlashda qo'llanilishi ma'lum. Aluminiy va magniyga lantanoidlar qo'shilishi ularni yuqori haroratda chidamli bo'lishiga olib keladi.

**Aktinoidlar.** Bu elementlar aktiniydan keyin keladigan o'n to'rtta f elementlardir. Bu elementlarda ham tashqaridan uchinchi elektron qobiq'ini elektronlarga to'lishi kuzatiladi (5f). Bu elementlar kimyoviy xossalardagi o'xshashlik ularning tashqi qavatidagi elektron tuzilish bir xilligidan kelib chiqadi. Aktinoidlar lantanoidlardan oksidlanish darajasi har xilligi bilan farq qiladi.

Aktinoidlarning barchalari +3 oksidlanish darajasiga ega. Bu jihatdan ular lantanoidlarga o'xshab ketadi. Th, Pa, U, Np (III) holatda ancha kuchli qaytaruvchilardir. Ular erimada oson oksidlanadi.

Aktinoidlarning (III) gidroksodlari asoslik xossaga ega, lekin suvda kam eriydi. Ular kislotalar bilan oson ta'sir etadi.

Aktinoidlar uchun (IV) birikmalar ham ko'p uchraydi. Th, Pu, Pa, U, Np, Am va Cm (Kuriy) uchun ana shunday birikmalar ko'p. Bu elementlarning oksidlari qiyin suyuqlanuvchan va suvda erimaydigan moddalardir. Ular hatto kislotalar bilan ham ta'sirlashmaydi. Ishqorlarning suyuqlanmalarida ham erimaydi. Me(OH)<sub>3</sub> birikmalari kuchsiz asosli xossalarga ega. Aktinoidlar tuzlari tarkibida 4 - 12 molekula suv ushlaydi. MeF<sub>3</sub> suvda qiyin eriydigan qiyin suyuqlanuvchi birikmalarga kiradi. ThCl<sub>4</sub>, UCl<sub>4</sub>, PaCl<sub>4</sub>, NpCl<sub>4</sub> birikmalar olingan. UBr<sub>4</sub> va UJ<sub>4</sub> ham ma'lum.

Aktinoidlar ichida +5 birikmalar Pa, Np va Pu da uchraydi. Bu birikmalarda asoslik xossalari kuchli.

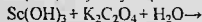
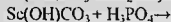
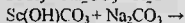
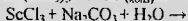
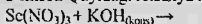
U, Np, Pu va Am da +6 birikmalar uchrab, bunday birikmalar xrom hosilalariga o'xshab ketadi.  $UO_2^{2+}$  uranil,  $NpO_2^{2+}$  - neptunil,  $PaO_2^{2+}$  prataktautil deyiladi. Masalan,  $UO_2(NO_2)_2 \cdot 6H_2O$ , uranil nitrat uranning eng ko'p tarqalgan birikmasidir.  $Na_2UO_4$  uranat va  $Na_2U_2O_7$  diuranat tuzlari ma'lum. Bu tuzlardan rangli shisha olishda foydalaniladi.

+6 birikmalar uchun  $UO_2(OH)_2$  ga o'xshash asos turdagi birikmalar ma'lum. Bunday birikmalar kislotalar bilan ta'sirlashadi. Masalan,  $UO_2Cl_2$  uranil xlorid.

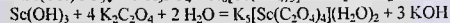
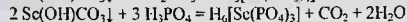
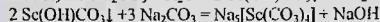
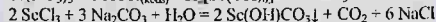
U - Np - Pu - Am qatorida +6 birikmalarining barqarorligi kamayadi. Uranning barqaror oksidi  $UO_3$  olingan.  $UF_6$  dan  $UCl_6$  barqaror hisoblanadi.

Np, Pu va Am da oksidlanish darajasi +7 birikmalari ham uchraydi.  $Me_3NpO_5$  va  $Me_3PuO_5$  birikmalari ma'lum bo'lib,  $NpO_2(OH)_3$  - qora qo'ngir gidroksid olingan.

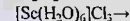
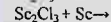
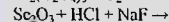
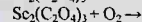
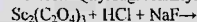
**1-misol.** Quyidagi reaksiya tenglamalarini davom ettiring:



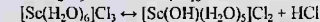
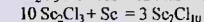
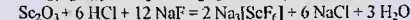
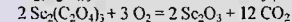
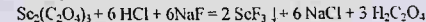
**Yechish.**



**2-misol.** Quyidagi reaksiya tenglamalarini davom ettiring



**Yechish.**



**3-masala.** Ma'lumki radioaktiv elementlar yerda kam tarqalgan bo'lib, hatto ba'zilarini sun'iy usullar bilan olingandir. Toriy ham shu qatorida yerda kam tarqalgan metallardan bo'lib, uning xom aslyosi minerallardan biri toritdir. Toritda kremniy va toriyning nisbati taxminan 1:8,285 ga teng bo'lib, kremniy massa ulushi kislorod massa ulushidan 11,11% ga kamdir. Mineral formulasini aniqlang.

**Yechish:** Agar birikmani  $Th_xSi_yO_z$  ko'rinishida ifodalasak unda Si massa ulushini a deb massasi 8,285 marta ko'p toriynikini haqli ravishda 8,285a deb belgilaymiz. Shartga ko'ra kislorod massa ulushi (a+11,11) % ga teng. Massa ulushlar yig'indisi (% hisobida) 100 ga teng.  $\omega_{Th} + \omega_{Si} + \omega_O = 8,285a + a + (a+11,11) = 100$  tenglamani yechib a=8,642 natijani olamiz.

Demak birikmada kremniy massa ulushi 8,642%, toriyniki 71,6% (8,285\*8,642) va kislorod massa ulushi 19,752 % (11,11+8,642) ga tengligini topish mumkin.

Elementlar atom nisbatlarini topsak:

$$x : y : z = \frac{\omega_{Th}}{A_{rTh}} : \frac{\omega_{Si}}{A_{rSi}} : \frac{\omega_O}{A_{rO}} = \frac{71,6}{232} : \frac{8,642}{28} : \frac{19,752}{16} = 0,3086; 0,3086; 1,235 = 1 : 1 : 4$$

Demak torit minerali asosiy tarkibini  $\text{ThSiO}_4$  kimyoviy formula bilan ifodalash mumkin.

**4-masala.** Uranning yemirilish doimiyliigi ( $\lambda$ )  $1,54 \cdot 10^{-10}$  (yilga nisbatan) teng. 1g uran I soniya davonida qancha  $\alpha$  zarrachalar chiqaradi? Uranning yarim yemirilish davrini va o'rtacha saqlanish davrini aniqlang.

**Yechish:** Uran atomlari sonini aniqlaymiz:

238 g U da ——— 6,02 $\cdot$ 10<sup>23</sup> ta atom bor

1 g U da ——— x ta atom bor  $x = 6,02 \cdot 10^{23} / 238 = 2,53 \cdot 10^{21}$  ta atom bor.

$1,54 \cdot 10^{-10}$  yilga nisbatan bo'lsa soniyaga nisbatan hisoblaymiz:

$$\lambda = \frac{1,54 \cdot 10^{-10}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 4,88 \cdot 10^{-18}$$

har soniyada ajraladigan  $\alpha$  zarrachalar sonini aniqlaymiz:

$$N_{\alpha} = N_U \cdot \lambda = 2,53 \cdot 10^{21} \cdot 4,88 \cdot 10^{-18} = 1,235 \cdot 10^4 = 1235 \text{ ta}$$

Uranning yarim yemirilish davrini hisoblaymiz:

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda_U} = \frac{0,693}{1,54 \cdot 10^{-10}} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ yil}$$

O'rtacha saqlanish davrini aniqlasak:

$$T = T_{1/2} \cdot 1,44 = 4,5 \cdot 10^9 \cdot 1,44 = 6,5 \cdot 10^9 \text{ yil.}$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Skandiy guruhchasi elementlari. Sc - Y - La - Ac qatorida kimyoviy aktivlikning ortishi. Sof holda olinishi. E(III) holatidagi galogenidlar va gidroksidlarning asoslik xossalari oshishi. Skandiy va uning analoglarining ishqoriy yer elementlariga o'xshashligi.

2. Lantanoidlar, ularning o'zaro o'xshashligi va farqlari. Atom radiuslarining kamayib borishi (lantanoid siqilish). Lantanoidlarni ikkita oilachaga (Ce - Gd va Tb - Lu) ajralishi: xossalarning o'zgarishini ichki davriyligi. Lantanoidlarning (III), (IV) va (II) oksidlanish darajalaridagi birikmalari, ularning xossalari, barqarorligi. Ce(IV) ning birikmalari, xossalari, olinishi.

3. Aktinoidlar, xossalari, olinishi; lantanoidlarga o'xshash xossalari va farqlari. Aktinoidlarni ikkita oilachaga (Th - Cm va Bk - Lr) ajralishi; xossalarning o'zgarishini ichki davriyligi; ularning o'z birikmalarida har xil oksidlanish darajalarini namoyon qilish qobiliyati. Aktinoidlarning radioaktiv xossalari. Radioaktiv parchalanishning turlari:  $\alpha$ -parchalanish,  $\beta$ -parchalanish ( $\beta^-$ ,  $\beta^+$  parchalanish va elektron qanurash), spontan (o'z-o'zidan) bo'linish. Radioaktiv parchalanishning qonunlari.

### Savol va topshiriqlar

1. Skandiydan lantanga o'tganda elementlarning oksid va gidroksidlarning xossalari qanday o'zgaradi?

2. Uchinchi guruh d-elementlarining olinishi.

3. Skandiy gidroksidining amfoterlik xossasini reaksiya tenglamalariga tayangan holda isbotlang.

4.  $\text{Sc}(\text{NO}_3)_3$  va  $\text{La}(\text{NO}_3)_3$  larning bir xil molyar konsentratsiyali eritmalarning qaysi birida pH qiymati kattaroq bo'ladi va nima sababdan?

5. Skandiy guruhcha elementlari suv bilan reaksiyaga kirisha oladimi?

6. Qanday usullar bilan skandiy, ittriy, lantan va lantanoidlarni bir-biridan ajratish mumkin?

7. Nima uchun siyrak yer elementlari o'xshash xossalarni namoyon qiladi?

8. Lantanoidlarning oksidlanish darajasi (III) ga teng bo'lgan birikmalarining eng barqarorligini qanday izohlash mumkin?

8. Qaysi lantanoidlarning birikmalari uchun II va IV oksidlanish darajasi ayniqsa xos bo'ladi? Misollar keltiring.

9.  $\alpha$ -Sc geksagonal kristall panjara hosil qiladi, elementar yacheykani uzunligi  $a = 3,309 \text{ nm}$ .  $\alpha$ -Sc kristalining zichligini toping.

10. Quyida keltirilgan tuzlardan qaysi birlari eritmalarda chuqurroq gidrolizga uchraydi. a)  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  yoki  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ; b)  $\text{LaCl}_3$  yoki  $\text{LuCl}_3$ ?

11. Reaksiya tenglamalarini yozing: a)  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \dots$ ; b)  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

12. Nima uchun aktinoidlar kimyoviy xossalari bo'yicha o'zaro bir-biridan lantanoidlarga nisbatan ko'proq farq qiladi?

13. Aktinoidlarning birikmalari uchun qanday oksidlanish darajalari ko'proq xos bo'ladi?

14. Aktinoidlarning oksid va gidroksidlarining xossalari ularning oksidlanish darajasiga qanday bog'langan?

15. Nima uchun oxirgi yettita aktinoidlar birikmalarda yuqori oksidlanish darajasini ko'rsatmaydi?

16. Transuran elementlar sintezi qanday reaksiyalar asosida amalga oshiriladi?

17.  $^{235}\text{U}$  va  $^{238}\text{U}$  izotoplari bir-biridan qanday usullar vositasida ajratiladi?

18. Plutoniyl, uran va ameritsiylarning qanday kimyoviy xossalaridagi farqlar ularni bir-biridan ajratish usullarining asosida yotadi?

19. Reaksiya tenglamalarini yozing: a)  $\text{U}(\text{SO}_4)_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$ ; b)  $\text{UO}_2\text{Cl}_2 + \text{CrCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$

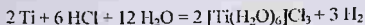
20. Quyidagi o'zgarishlarda radioaktiv parchalanishning qanday turi namoyon bo'ladi: a)  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn}$ ; b)  $^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{239}_{94}\text{Pu}$ ; v)  $^{152}_{62}\text{Sm} \rightarrow ^{148}_{60}\text{Nd}$ ; g)  $^{111}_{46}\text{Pd} \rightarrow ^{111}_{47}\text{Ag}$ ?

## XXII BOB. IV VA V GURUHLARNING d-ELEMENTLARI

### 22.1. IV guruhning d-elementlari

IV guruh d-elementlariga Ti, Zr, Hf va Rf (Rezerfordiy) kiradi. Titan guruh elementlarining tashqi qavatida 2 tadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda bo'lsa yana ikkita elektron bor ( $d^2$ ). Titan, Zr, Hf qiyin suyuqlanuvchan metallar.

Bu metallar korroziyaga chidamli. Metallar ustuni  $MeO_2$  tarkibli oksid pardasi qoplagan. Bu metallar kons.  $HNO_3$  da passivlashadi. Sulfatlar, xloridlar, dengiz suvi ta'siriga chidamli. Qizdirilganda xlorid kislotalada eriydi. Bunda titanning akva komplekslari hosil bo'ladi:



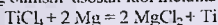
Ti, Zr va Hf ning gidridlari kulrang yoki qora rangli metallga o'xshaydigan kukunlardir. Shu metallarning gidridlaridan kukun holatdagi metallar olinadi.

$TiO_2$  kovalent birikma, lekin  $Ti_2O$  va  $Ti_3O$  - metallik birikma hisoblanadi.

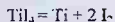
Bu guruh metallarining karbidlari va nitridlari juda yuqori haroratda ( $3000-4000^\circ C$ ) suyuqlanadigan birikmalarga kiradi. Karbidlar, nitridlar, silitsidlar o'zgaruvchan tarkibga ega.

**Tabiatda uchrashi.** Yer sharida titan ancha keng tarqalgan. Uning tabiiy mineralariga  $TiO_2$  - rutil,  $CaTiO_3$  - perovskit,  $FeTiO_3$  - ilminit kabilar kiradi. Gafniy sirkoniy birikmalari bilan birgalikda uchraydi. Sirkoniyning tabiiy birikmalaridan  $ZrSO_4$  - sirkon,  $ZrO_2$  - beddeleit hisoblanadi.

**Olinishi.** Bu metallarning olinishi asosan faol metallar bilan qaytarishga asoslangan:



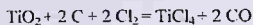
Juda toza metallar iodidlarni parchalash orqali olinishi mumkin:



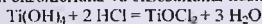
**Ishlatilishi.** Titan metallurgiyada qotishmalar holiday keng qo'llaniladi. Ferrotitan va ferrosirkoniy tarkibida (50% gacha titan yoki sirkoniy) bo'ladi. Titan issiqqa chidamligi, korroziyaga bardoshligi tufayli juda kerakli metall hisoblanadi. U kemalar, uchoqlar va yer osti konstruksiyalari tayyorlashda qo'llaniladi. Sirkoniy atom texnikasida ishlatiladi.

**Titanning birikmalari.** Titan (IV) birikmalari keng tarqalgan.  $TiCl_4$ ,  $TiO_2$ ,  $TiS_2$ ,  $Ti(SO_4)_2$  birikmalari ma'lum.  $TiO_2$  oq rangli  $1870^\circ C$  da suyuqlanadigan kukun modda. Bu oksid juda inert. Suvda, kislotalarda, ishqorlarda erimaydi.  $TiCl_4$  qattiq holda molekular kristall tuzlarga hosil qiladi.

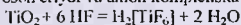
Titanning galojeni birikmalari uning oksididan olinadi. Oksidga, uglerod va xlor ta'sir ettiriladi:



Titan gidroksidlari o'zgaruvchan tarkibli va  $TiO_2 \cdot nH_2O$  formulaga mos keladi. Uning gidroksidi kislotalar ta'siridan oksidoridlar va eksosulfatlar hosil qiladi:

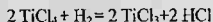


$TiO_2$  plavik kislotasida oson eriydi va anion komplekslar hosil qiladi:

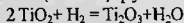


Titanning (IV) birikmalari qatoriga  $K_2TiO_3$ ,  $K_4TiO_4$  kabi tuzlarni ham kiritish mumkin.

Ti (IV) valentli birikmalarini yuqori haroratda ( $650^\circ C$ ) qaytarishda Ti (III) birikmalariga aylantiriladi.



$\text{TiO}_2$  yana ham yuqori haroratda (1200 °C) qaytariladi:



$\text{Ti}_2\text{O}_3$  suvda va ishqorlarda erimaydi.

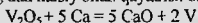
## 22.2. V guruh d-elementlari

V guruh d-elementlariga vanadiy, niobiy va tantal kirib, ularning ichida V va Nb da tashqi qavatda ikkitadan elektronlar, Nb da bo'lsa tashqi qavatda birgina elektroni bor.

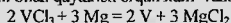
Asosiy guruh elementlaridan farqi elementlarning atom radiusi kichikligi va elementlarning atom va ion radiusidagi o'ziga xoslik hisoblanadi. Niobiy va tantalning atom radiuslari deyarli bir xil bo'lib qolgan.

Vanadiyning oksidlanish darajasi +2, +3, +4 va +5. Niobiy va tantalning birikmalarda +5 oksidlanish darajasi barqaror hisoblanadi.

**Vanadiy.** Vanadiy yer sharida kam tarqalgan. Polimetall rudalardan vanadiy (V) oksid ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) olinadi. Toza metall  $\text{V}_2\text{O}_5$  dan kalsiy bilan qaytarish orqali olinadi:

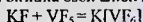


$\text{VCl}_3$  dan magniy metalli bilan qaytarish orqali ham vanadiy olinishi mumkin

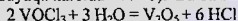


Florid, sulfat, nitrat kislotalarda eriydi. Suv, ishqorlar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Po'lat tarkibiga 1-3% qo'shilganda uni pishiqligi ortib, tuzashga chidamliliigi ortadi. Undan avtomobillarning o'qlari tayyorlanadi.

Vanadiy dioksidi ( $\text{VO}_2$ ) amfoter xossaga ega. VO va  $\text{V}_2\text{O}_3$  asoslik xossalarni namoyon etsa,  $\text{V}_2\text{O}_5$  kislotali xossasi yuqori. Vanadiy angidridi  $\text{V}_2\text{O}_5$  zarqaldoq-qizil rangli qattiq modda (suyuql. harorati 670°C). U ishqorlarda yaxshi eriydi va metavanadiy kislotasining ( $\text{HVO}_3$ ) tuzlarini yoki vanadatlarni hosil qiladi. Vanadiyni (V) floridi na'hum  $-\text{VF}_5$  (suyuql. harorati 19,5°C) quyuq suyuqlik. Bu birikma oson anion komplekslar hosil qiladi:



$\text{VOCl}_3$  suyuq modda (suyuql. harorati - 77 °C). Bu birikma oson gidrolizga uchraydi:

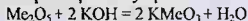


**Ishlatilishi.**  $\text{V}_2\text{O}_5$  - sulfat kislota olishda katalizator sifatida ishlatilib, shisha olishda. fotografriya va tibbiyotda qo'llaniladi.

**Niobiy va tantal.** Bu elementlar xossalari vanadiyga o'xshab ketadi. Ularning zichliklari katta (8,57 va 16,6 g/sm<sup>3</sup>) hamda bu metallar yuqori suyuqlanish haroratiga ega (2500 va 3000°C).

Bu metallar xlorid, sulfat, nitrat, perklorat kislotalar va zar suvi ta'siriga chidamli va bu kislotalar bilan ta'sirlashmaydi. Ayniqsa bu xossa tantalda yaqqol ko'rinadi. Bu metallar sirtini oksid pardasi ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) qoplagan. Bu oksid pardasi flor, vorodod florid va ishqorlarning suyuqlanmalaridagina erishi mumkin.

$\text{Nb}_2\text{O}_5$  (suyuql. harorati 1490°C) va  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (1870°C) oq qattiq qiyin suyuqlanuvchan kristal moddalardir. Niobiy va tantal (V) oksidlari kimyoviy jihatdan inert bo'lib, suv, kislotalar bilan ta'sir etmasdan faqat ishqorlar suyuqlanmalari bilan ta'sirlashadi:



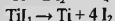
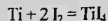
$\text{K}_2\text{NbO}_3$  va  $\text{K}_2\text{TaO}_3$  niobat va tantalat kislotalarning tuzlari niobatlar va vanadatlar deyiladi.

$\text{NbF}_5$  (suyuql. harorati 80°C) va  $\text{TaF}_5$  (suyuql. harorati 95°C) kristal moddalardir. Nb va Ta floridlarining juda ko'p anion komplekslari olingan:  $\text{K}[\text{MeF}_6]$ ,  $\text{K}_2[\text{MeF}_7]$ ,  $\text{K}_3[\text{MeF}_8]$ ,  $\text{K}[\text{MeCl}_6]$ .

**Ishlatilishi.** Tantal elektronikada va mashinasozlikda keng ko'lamda ishlatiladi. Niobiy bo'lsa issiqqa chidamli qotishmalar olishda qo'llaniladi. Po'lat tarkibiga 4 % gacha niobiy qo'shilsa undan bug' qozonlari tayyorlana bo'ladi.

**1-masala.** Titan (IV) yodidning termik parchalanishi natijasida qancha titan olish mumkin, uning hosil bo'lishi uchun 10,16 gr yod sarflangan.

**Yechish.**



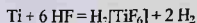
$$n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{10,16}{254} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ti}) = \frac{1}{2} n(\text{I}_2) = 0,02 \text{ mol}$$

Titanning massasi:  $m(\text{Ti}) = n \cdot M(\text{Ti}) = 0,02 \cdot 48 = 0,96 \text{ g}$ .

**2-masala.** 50 gr texnik titan plavik kislotada eritildi. Ushbu jarayonda qancha hajm gaz ajralib chiqadi? Texnik titan tarkibidagi titanning massa ulushi 98,4% ga teng.

**Yechish.**



Titanning massasi:  $m = m(\text{Ti}) \cdot \omega = 50 \cdot 0,984 = 49,2 \text{ g}$

$$n(\text{Ti}) = \frac{m(\text{Ti})}{M(\text{Ti})} = \frac{49,2}{48} = 1,025 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{Ti}) = 1,025 \cdot 2 = 2,05 \text{ mol}$$

Vodorod hajmini topsak:

$$V(\text{H}_2) = n \cdot 22,4 = 2,05 \cdot 22,4 = 45,9$$

### Mavzu yuzasidan nazariy tushunchalar

1. Titan guruhchasi elementlari. Ti - Zr - Hf florida atom va ion radiuslarining o'zgarishi, birikmalarida yuqori oksidlanish darajasining barqarorligi. Titanning (III) va (IV) oksidlash darajasidagi birikmalari. Titan va uning analoglarining  $\text{EO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  shaklli gidroksidlari, ulardan uning bo'lgan okso- va gidroksobirikmalar.

2. Vanadiy guruhchasi elementlari. V - Nb - Ta qatoridagi elementlar birikmalarida har xil oksidlanish darajasining nomoyon bo'lishi. Vanadiyning (II), (III), (IV) va (V) oksidlari va galogenidlari, ularning oksidlovchilik - qaytaruvchilik xossalarini o'zgarishi. Vanadiy birikmalarida oksovanadil (II) - ionini namoyish qilish. Oksovanadat (V), oksoniobat (V) va oksotantalat (V) larning xossalari, olinishi.

### Savol va topshiriqlar

1. Titan guruhchasi elementlarining birikmalarida qanday oksidlanish darajalari namoyon bo'ladi?

2. Titan, sirkoniy va gafniylar kislotada va ishqorlarda eriydimi? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

3.  $\text{Ti} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \dots$  (Reaksiya tenglamasini yozing)

4. Ti(III) va Ti(IV) larni tutgan birikmalar kimyoviy reaksiyalarda aksariyat hollarda qanday oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik xossalari namoyon qiladi?

5. Quyida kelirilgan gidroksidlardan qaysilari kuchliroq asos xossasini namoyon qiladi. a)  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  yoki  $\text{Zr}(\text{OH})_4$ , b)  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  yoki  $\text{Ti}(\text{OH})_3$ ? Javobni izohlang.

6. Quyidagi qatorlarda oksidlar barqarorligining o'zgarishini taqqoslang va farqining sababini tushuntiring:  $\text{TiO}_2$  -  $\text{ZrO}_2$  -  $\text{HfO}_2$  va  $\text{GeO}_2$  -  $\text{SnO}_2$  -  $\text{PbO}_2$ .

7. Sirkoniy va titan tetraxloridlarining gidroliz reaksiyasining tenglamasini yozing. Qaysi birida gidroliz chuqurroq boradi? Nima uchun?

8. Peroksoitanat kislotaning grafik tasvirini keltiring.

9. Quyidagi juft birikmalardan qaysi biri yuqoriroq gidroliz darajasiga ega: a)  $TiCl_2$  yoki  $TiCl_3$ ; b)  $ZrOCl_2$  yoki  $ZrCl_4$ ; v)  $TiCl_4$  yoki  $ZrCl_4$ ; g)  $TiOSO_4$  yoki  $ZrOSO_4$ ?

10.  $\alpha$ -Ti geksagonal kristall panjara bosil qiladi, ushbu kristallning molyar hajmi  $10,6 \text{ sm}^3/\text{mol}$ ga teng.  $\alpha$ -Ti ning zichligini toping.

11. Hf geksogonal kristall panjaraga ega bo'lib, uning zichligi  $r = 13,31 \text{ g/sm}^3$  ga teng. Ushbu kristallning molyar hajmini va elementar yacheykaning hajmini toping ( $a = 3,196 \text{ nm}$ ).

12. To'rtinchi guruxning d-elementlarining galogenli birikmalarini olinishi va kinyoviy hossalari yozing.

10. Quyidagi qatorda kislota asos xossalari qanday o'zgaradi: VO -  $V_2O_3$  -  $VO_2$  -  $V_2O_5$ ?

11. Quyidagi oksidlardan qaysi biri kislotaliroq: a)  $V_2O_5$  yoki  $Nb_2O_5$  b)  $V_2O_5$  yoki  $As_2O_5$ ?

12.  $V_2(SO_4)_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$  (reaksiya tenglamasini tugallang).

13. Quyidagi ionlarda vanadiyning oksidlanish darajasini aniqlang:  $V_4O_{10}^{2+}$ ,  $VO^{2+}$ ,  $V_3O_9^{3+}$ ,  $V_{10}O_{28}^{6+}$ ,  $V_4O_9^{2+}$ ,  $V_2O_7^{4+}$ ,  $VO_2^+$ . Bunday ionlarga ega bo'lgan birikmalardan misollar keltiring. Bunday ionlarni eritmada mavjud bo'lishi muhitning pH ga qanday bog'liq?

14. Natriy tiovanadat  $NaVS_3$  ni quyidagi birikmalardan olish reaksiyalarini tenglamalarini yozing: a) vanadiy (V) sulfid; b) natriy metavanadat.

15. Niobiy va tantalning zar suvida erimasligini, lekin konsentrlangan HF va  $HNO_3$  lar aralashmasida erishini qanday tushuntirish mumkin?

16. O'zaro aralashgan holda bo'lgan niobiy va tantalni bir-biridan ajratishning qanday usullari mavjud? Ular nimaga asoslangan?

## ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Parpiev N.A., Raximov H.R., Muflaxov A.G. Anorganik kimyo (nazariy asoslari). - Toshkent, "O'zbekiston", 2000.- 479 b.
2. Parpiev N.A., Muflaxov A.G., Raximov X.R. Anorganik kimyo. - Toshkent: "O'zbekiston", 2003. - 504 b.
3. Parpiev N.A., Kadirova SH.A., Ibragimova YU.E., Raxmonova D.S. Noorganik kimyo - I, II, III bosqich. O'quv qo'llanma. Toshkent: "Mumtoz so'z" nashriyoti. 2019.- 170 b.
4. Общая и неорганическая химия. В 3 томах. Под ред. Третьякова Ю.Д. Москва: "Академия", 2008.
5. Inorganic Chemistry. T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong 2018. 7 th edition. Oxford University Press. P.967.
6. Шратвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В двух томах. -Москва: "Мир", 2004.
7. Н.С.Ахметов. Общая и неорганическая химия.-"Высшая школа", 2002. - 743 с.
8. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия.- Москва: "Высшая школа", 2002. - 527 с.
9. Корнев Ю.М., Григорьев А.Н., Желитовская Н.Н., Дунаева К.Н. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии. Москва: "Мир", 2004. - 368 с.
10. Глинка Н.Л. Общая химия. Москва: "Интеграл-Пресс", 2006. - 728 с.
11. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Ленинград, "Химия", 1985. - 263 с.

## MUNDARIJA

Kirish.....	3
<b>I bob.</b> Atom-molekulyar ta'limot. Kimyoning asosiy (stexiometrik) qonunlari.....	4
<b>II bob.</b> Kimyoviy termodinamika asoslari.....	9
<b>III bob.</b> Kimyoviy reaksiyaning tezligi.....	15
<b>3.1.</b> Kimyoviy muvozanat.....	19
<b>IV bob.</b> Atom tuzilishi va D.I.Mendeleevning elementlar davriy sistemasi.....	26
<b>V bob.</b> Kimyoviy bog'lanish.....	35
<b>VI bob.</b> Eritmalarning umumiy xossalari.....	53
<b>VII bob.</b> Elektrolitlar eritmalarining xossalari.....	62
<b>VIII bob.</b> Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	71
Metallarning umumiy tavsiflari. Elektr energiyaning kimyoviy manbalari. Elektroliz. Metallarning korroziyasi bilan	
<b>IX bob.</b> kurashish.....	85
<b>X bob.</b> Galogenlar.....	93
<b>XI bob.</b> VI guruh asosiy guruhchasi elementlari.....	101
<b>11.1</b> Kislород va ozon. Vodorod peroksidi.....	101
<b>11.2</b> Oltin gurt va selen guruhchasi elementlari.....	104
<b>XII bob.</b> V guruh asosiy guruhchasi elementlari.....	114
<b>12.1</b> Azot va uning birikmalari.....	114
<b>12.2</b> Fosfor va uning birikmalari.....	124
<b>12.3</b> Mishyak guruhchasi elementlari.....	129
<b>XIII bob.</b> IV guruh asosiy guruhchasi elementlari.....	140
<b>XIV bob.</b> III guruh asosiy guruhchasining elementlari.....	154
<b>XV bob.</b> VIII guruhning p- elementlari.....	163
<b>XVI bob.</b> VI va VII guruhlarning d-elementlari.....	166
<b>16.1.</b> VI guruhning d-elementlari.....	166
<b>16.2.</b> VI guruhning d-elementlari.....	170
<b>XVII bob.</b> VIII guruhning d-elementlari.....	176
<b>XVIII bob.</b> Koordinatsion birikmalar.....	180
<b>XIX bob.</b> I va II guruhlarning s-elementlari.....	192
<b>19.1.</b> I guruhning s-elementlari.....	192
<b>19.2.</b> II guruhning s-elementlari.....	195
<b>XX bob.</b> I va II guruhlarning d-elementlari.....	202
<b>20.1.</b> I guruhning d-elementlari.....	202
<b>20.2.</b> II guruhning d-elementlari.....	206
<b>XXI bob.</b> III guruhning d- va f-elementlari.....	212
<b>21.1.</b> III guruhning d- elementlari.....	212
<b>21.2.</b> III guruhning f-elementlari.....	213
<b>XXII bob.</b> IV va V guruhlarning d-elementlari.....	217
<b>22.1.</b> IV guruhning d-elementlari.....	217
<b>22.2.</b> V guruhning d-elementlari.....	218

**Sh.A. Kadirova, D.S. Raxmonova,  
S.R. Razzoqova, B.S. Torambetov**

# **NOORGANIK KIMYODAN AMALIY MASHG‘ULOT VA NAZORAT SAVOLLARI**

**Muharrir: – I.T. Nishanbayeva**  
**Musahhih: – D.X. Usmanova**  
**Rassom: – U.F. Vaxidov**  
**Kompyuterda  
sahifalovchi: – M.Sh. Fozilov**

Noshirlik faoliyatini boshlagani haqida vakolatli  
davlat organini xabardor qilgani to'g'risida  
**TASDIQNOMA № 3991**

2023-yil 25-iyulda bosishga ruxsat etildi  
Bichimi 60x84, 1/16. Times New Roman garniturasida.  
Ofset bosma. Shartli bosma tobog'i 14 Adadi 300 nusxada.  
Toshkent shahar, Uchtepa tumani, Maxorat-71

“Shafolat nur fayz” MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahar, Olmazor tumani, Nodira-19  
Telefon +99899 993-83-36