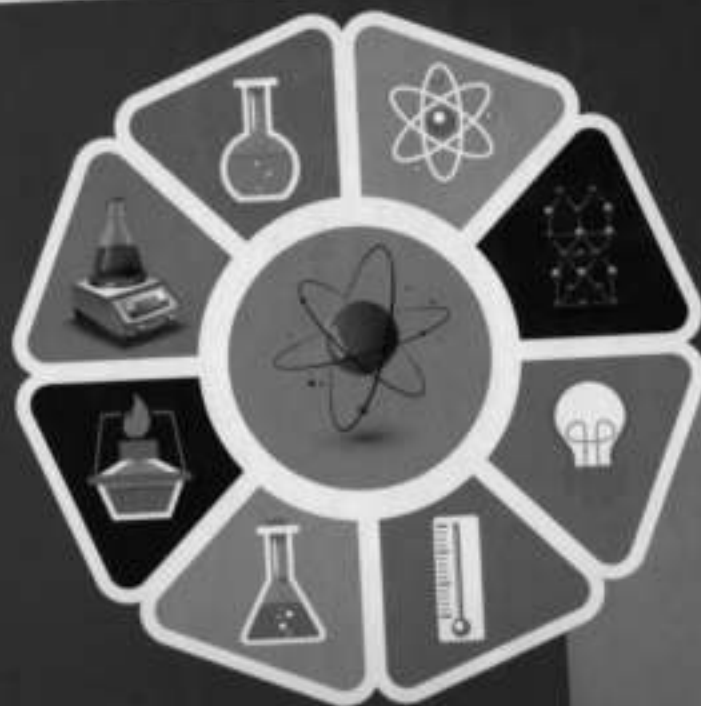


A. Yangibaev E. Turg'unov

FIZIKLAR UCHUN KIMYO



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

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

A.E.Yangibayev, E.Turgunov

FIZIKLAR UCHUN KIMYO

O'quv qo'llanma

**Toshkent
«Go To Print»
2020**



UO*K: 53:54(075.8)

KBK: 24.5u73

Ya 61

Yangibayev, A.E., Turgunov, E.

Fiziklar uchun kimyo [Matn]: o'quv qo'llanma /
A.E. Yangibayev, E. Turg'unov. – Toshkent: «Go To Print»,
2020. – 304 b.

Ushbu o'quv qo'llanma Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti "Umumiy va noorganik kimyo" kafedrasida tayyorlangan va universitetlarning 5140200 Fizika va 5140400 Astronomiya yo'nalishi talabalariga tavsiya etiladi.

Ushbu kitob "O'zbekistonda kadrlar tayyorlash Milliy dasturi" asosida shakllantirilgan va mamlakatimiz ta'lim-tarbiya sohasida amalga oshirilayotgan tub islohotlarda barkamol inson shaxsini shakllantirishga qaratilgan bo'lib, uning ezgu maqsadlariga to'la mos keladi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 20 aprel 2017 yildagi NPQ-2909 raqamli qaroriga asosan ta'lim jarayonlarini axborot-uslubiy va o'quv adabiyotlari bilan ta'minlash maqsadida va birinchi navbatda oliy o'quv yurti auditoriyalariga endigina qadam qo'yayotgan yosh avlodning hayotiga yangicha ma'no va mazmun baxsh etishga, ya'ni fizika va astronomiya yo'nalishida taxsil olayotgan talabalarni Kimyo fanini o'rganishi natijasida unda faol hayotiy pozitsiyani shakllantirishga qaratadi, hamda ushbu fan yutuqlarini boshqa fanlarda va amalda foydalanishi ko'zda tutiladi.

Qo'llanma hozirgi kunda juda zarur bo'lib, undan oliy o'quv yurtlari professor-o'qituvchilari, talabalar, ilmiy xodimlar va magistrantlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar:

Sh.A. Qodirova – O'zMU kimyo fakulteti professori, kimyo fanlar doktori

M.Fatxullayeva – Toshkent Farmasevtika instituti dosenti, kimyo fanlari nomzodi

ISBN 978-9943-6883-2-2

© Yangibayev, A.E., Turgunov, E.
© «Go To Print», 2020

KIRISH

Tabiatda ro'y beruvchi jarayonlar, atmosfera va Koinotda o'zgarishlar, turli minerallarning hosil bo'lishi, ularni kimyoviy xomashyo sifatida hamda sintezda qo'llanishni o'rgatish kimyoning asosiy vazifasidir. Butun olam, butun borliq materiyadan iborat. Ma'lum qonun asosida o'rganish va undan insoniyat manfaati uchun foydalanish fanning asosiy vazifasi hisoblanadi. Ba'zan, moddada shunday o'zgarish bo'ladiki, buning oqibatida u boshqa moddaga aylanadi va kimyoviy jarayon sodir bo'ladi.

Ushbu o'quv qo'llanma universitetlarning 5140200-Fizika va 5140400 Astronomiya ta'lim yo'nalishlari talabalariga mo'ljallangan bo'lib, kimyoning asosiy tushuncha va qonunlari, atom tuzilishi, kimyoviy bog'lanish va uning turlari, kimyoviy jarayonlar borishining asosiy qonuniyatlari, eritmalar, ularning xossalari, eritmalarda boruvchi jarayonlar, elektrokimyoviy jarayonlar va kompleks birikmalar davriy jadvalning I – VIII guruhleri asosiy guruhchalari va I, II, VI, VII, VIII guruhlar qo'shimcha guruhchalari elementlari va ular birikmalarining xossalari, tuzilishi va ishlatilishi to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan mavzular bayon etilgan.

Yuqorida keltirilgan guruhlar elementlarining o'rganilishi elementlarning elektron oilalar (s-, p-, d-, f- elementlar)ga bo'linish prinsipiga asoslangan.

Elementlar va ular birikmalarini o'rganish dastlab VIII A guruhcha elementlari, ya'ni p – elementlardan boshlanadi. Boshqacharoq aytganda metallmaslardan boshlab metallar (s- va p-, d- elementlar) ni o'rganish bilan yakunlanadi.

Mavzularning o'rganilish tartibi va mazmuni Namunaviy dasturga muvofiq lashtirilgan.

DENOV TADBIRKORLIK
VA PEDAGOGIKA
INSTITUTI ARM
№ 253 96

I. KIMYONING ASOSIY TUSHUNCHA VA QONUNLARI

Kimyoning asosiy tushunchalari M.V. Lomonosov o'zining ko'p yillik tajribalariga asoslanib atom-molekulyar ta'limot yaratdi. Bu ta'limotning asosiy qoidalari:

1. Har qanday modda molekulalardan iborat.
2. Molekulalar doimiy harakatda bo'ladi.
3. Har bir molekula atomlardan tashkil topgan. Atomlar molekulalar singari doimiy harakatda bo'ladi.
4. Har bir atom o'z og'irligi va o'lchamiga ega.
5. Oddiy modda molekulasida bir xil atomlardan, murakkab modda molekulalari ikki yoki undan ortiq turdagi element atomlaridan iborat.

Ma'lumki kimyo fanining predmeti – moddadir. Har qanday modda molekuladan iborat. Har bir molekula bir yoki bir necha turdagi kimyoviy element, atomlardan iboratdir.

Bir turdagi atomlar, boshqacha aytganda (yadro zaryadi bir xil bo'lgan zarrachalar) turi kimyoviy element deyiladi. Kimyoviy element o'z belgisiga (simvoliga), nomiga, atom og'irligiga va tartib raqamiga egadir.

Atom deb, elementning barcha xossalarini o'zida mujassamlashtirgan eng kichik zarrachasiga aytiladi.

Molekula moddaning barcha fizikaviy, kimyoviy xossalarini, tarkibini va tuzilishini o'zida saqlab qolgan eng kichik zarrachasidir.

Har bir atom (yoki molekula) "atom og'irligiga", aniqrog'i «nisbiy atom og'irligiga» (nisbiy molekulyar og'irligiga) ega bo'lib, uni uglerod birligida ifodalaniladi. Uglerod birligi sifatida, uglerodning atomi massasi 12 bo'lgan izotopining 1/12 qismi qabul qilingan bo'lib, 1 uglerod birligi (1/12) $1,660430 \pm 0,00031 \cdot 10^{-27}$ kg teng. Bu qiymat bir atom massa birligi (a.m.b) deb ham yuritiladi.

Atom (molekula) ning og'irligiga son jihatidan teng bo'lgan va grammlarda ifodalangan miqdori gramm-atom (gramm-molekula) deyiladi, o'lchov birligi g/mol. Ma'lumki, 1971-yilda og'irlik va uzunlik o'lchov birliklarini X bosh konferensiyasida modda miqdorining o'lchov birligi sifatida «mol» qabul qilindi. Shunga ko'ra atom va molekula og'irligining hozirgi zamon ifodasi quyidagicha: 1 mol atom yoki «1 mol» molekulaning grammlarda

ifodalangan og'irligi atom og'irligi yoki molekulyar og'irlik deyiladi.

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

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

Agar modda molekulasida bir xil element atomlaridan iborat bo'lsa, bu – oddiy modda deyiladi: H_2 , Cl_2 , N_2 , O_2 , Na, Fe, Cu, O_3 , S va hokazo.

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

Valentlik. Valentlik element atomi (ion) ga xos tushunchadir. Valentlik bir element atomining ayni molekula tarkibidagi boshqa element (yoki elementlar) bilan hosil qilgan bog'lanishlar sonidir.

Agar atom tuzilishi nuqtaiy-nazaridan qarasak, elementning valentligi kimyoviy bog' hosil bo'lishida element atomi tashqi elektron qavatini to'lg'azish uchun beradigan (yoki qabul qilib oladigan) elektronlar soni. Shu sababli ko'pchilik hollarda elementning valentligini davriy jadvalda shu element joylashgan guruh raqamiga qarab aniqlanadi.

Masalan: I guruh elementlari bir valentli, II guruh elementlari ikki valentli va hokazo.

Demak, bu tushunchalarga ko'ra, biror moddaning formulasini yozadigan bo'lsak, modda tarkibiga kiradigan elementlarni va ularning davriy sistemada joylashgan guruhi raqamini bilish zarur.

Shuni unutmaslik kerakki, molekula tarkibidagi barcha atomlarning valentliklari yig'indisi o'zaro teng bo'lishi, ya'ni

molekula tarkibidagi har bir elementning valentligi to'yingan bo'lishi shart. Shu qoidaga binoan agar bir element atomi valentligi bilan ikkinchi element valentligi yig'indisi o'zaro teng bo'lmasa, formulani yozishda element atomlari sonini ko'rsatuvchi son — «indeks» dan foydalaniladi. Buni suv molekulasiidagi vodorod va kislorod atomlarida misolida ko'rsak, 1 ta kislorod atomi valentligini 1 ta vodorod atomi valentligi to'yintira olmaydi. Buning uchun 2 ta vodorod atomi bo'lishi kerak. Vodorod atomlarini 2 marta takror etmasdan shu element belgisining chap tomonidan pastga «2» raqami yoziladi.

Shularga asoslanib suv molekulasiida 1 atom kislorod 2 atom vodorod bilan birikadi. Suvning formulasi H_2O . Valentlik odatda element belgisining yuqoridan o'ng tomonida rim raqami bilan ko'rsatiladi:

Elementlarning valentliklari



Sizlarga moddalarning formulalarini yozish oson bo'lishi uchun ko'p tarqalgan ba'zi elementlarning va ionlarning valentliklarini keltiramiz:

a) valentliklari doimiy bo'lgan elementlar: H^I ; Na^I ; K^I ; Li^I ; Rb^I ; Cs^I ; Ag^I ; F^I ; O^{II} ; Ca^{II} ; Mg^{II} ; Ba^{II} ; Sr^{II} ; Zn^{II} ; Cd^{II} ; Al^{III} ; B^{III} ; Ni^{II} va hokazo.

b) o'zgaruvchan valentli elementlar: Si^I ; Si^{II} ; Fe^{II} ; Fe^{III} ; Co^{II} ; Co^{III} ; Si^I ; Si^Y ; S^{II} ; S^{IV} ; S^{VI} ; N^I ; N^{II} ; N^{III} ; N^{IV} ; N^V ; P^{III} ; P^V ; Cl^I ; Cl^{III} ; Cl^V ; Cl^{VII} ; Mn^{II} ; Mn^{IV} ; Mn^{VI} ; Mn^{VII} ; Cr^{III} ; Cr^V ; Pb^{II} ; Pb^{IV} va hokazo.

Kimyoning asosiy stexiometrik qonunlari Bu qonunlar o'zaro reaksiyaga kirishayotgan moddalarning og'irlik yoki hajmiy nisbatlarini talqin etadi va ularni o'rganadi. Bular: moddalar massasini saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, karrali nisbatlar qonuni, Avogadro qonuni, ekvivalentlar qonuni va hajmiy nisbatlar qonunlaridir.

Shulardan ayrim muhim qonunlar bilan tanishib chiqaylik.

Moddalar massasining saqlanish qonuni Reaksiyaga kirishaetgan moddalar massalarining yig'indisi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massalari yig'indisiga tengdir. (M.V. Lomonosov 1789 y).

Ta'rifni qanchalik to'g'ri ekanligini quyidagi reaksiya tenglamasi va hisoblashlar bilan tekshirib ko'raylik.



Unga ko'ra: $\sum m_{dast.moddalar} = \sum m_{mahsulot}$. Dastlabki moddalar: H_2SO_4 va KOH ekanligini hamda hosil bo'lgan moddalar K_2SO_4 va H_2O ekanligini bilgan holda $\sum m_{dast.moddalar}$ va $\sum m_{mahsulot}$ qiymatini hisoblaymiz: $\sum m_{mahsulot} = (2+32+(16*4)) + (2*39+16+1) = 98 + (2*56) = 210$ gramm. $\sum m_{dast.moddalar} = ((2*39) + 32 + (16*4)) = 174 + 36 = 210$ gramm.

Demak: $\sum m_{dast.moddalar} = \sum m_{mahsulot}$ ya'ni 210 gramm = 210 gramm. Bu qonunning amaliy ahamiyati, har qanday jarayonni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan xomashyo (dastlabki moddalar) ni va undan hosil bo'luvchi mahsulot miqdorini hisoblashni, ya'ni har bir texnologik jarayonlarning moddiy balansini hisoblashni o'rgatadi.

Tarkibning doimiylik qonuni. Har qanday modda ikki xil tarkibga ega bo'ladi. Birinchisi -sifat tarkibi, ya'ni moddaning molekulasida qanday elementlardan tarkib topganligini ko'rsatuvchi tushuncha. Ikkinchisi — miqdor tarkibi, ya'ni modda molekulasida tarkibiga kirgan elementlarning miqdorlari qanchadan ekanligini ko'rsatuvchi tushuncha.

Masalan: suv molekulasida (H_2O) ning sifat tarkibi uning vodorod va kislorod elementlaridan iboratligi bo'lsa, suv molekulasi 11,11% vodorod, 88,89% kisloroddan iboratligi uning miqdoriy tarkibi bo'ladi.

Yuqoridagilarga e'tibor bersak, moddaning tarkibi uning asosiy xarakteristikasi hisoblanar ekan. Shu sababli kimyoning asosiy qonunlari qatorida modda tarkibining doimiylik qonuni ham turadi. Bu qonunga Dalton, Prust, Lavuaz'e lar asos solishgan bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: Har qanday kimyoviy toza modda qacda bo'lishidan va qanday usulda olinishidan qat'iy nazar bir xil sifat va miqdor tarkibiga ega bo'ladi. Bu qonunning ma'nosini quyidagi

misol bilan tushuntiramiz. Osh tuzi – NaCl ni turli usullar bilan hosil qilish mumkin:



Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, barcha reaksiyada mahsulot (yoki ulardan biri) sifatida tarkibida 1 atom Na va 1 atom Cl saqlangan murakkab modda natriy xlor hosil bo'lyapti.

Lekin, shunday moddalar ham borki, ularni hosil qilishda reaksiya sharoiti (P, T, V, C) ozgina o'zgarishi bilan hosil bo'ladigan moddaning tarkibi o'zgarib ketadi, ya'ni ular tarkibning doimiylik qonuniga bo'ysunmaydi. Bunday moddalar qatoriga og'ir metallarning oksidlari Ti_xO_y ; Zr_xO_y ; sulfidlari Me_xO_y ; ko'pchilik oksidlarning aralashmasi – shishalar misol bo'ladi. Bunday mahsulotlar qatoriga aksariyat oziq-ovqat, yengil sanoat va neftni qayta ishlash sanoati mahsulotlari ham kiradi. Shu sababli moddalar tarkibining doimiylik qonuni texnologlarni mahsulot ishlab chiqarish jarayonida texnologik parametrlarga to'liq rioya qilishga o'rgatadi.

Avogadro qonuni. Ushbu qonun gazsimon moddalarga tegishli bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi: Bir xil sharoit (bir xil bosim va temperatura) da teng hajmdagi turli gazlarda molekular soni teng bo'ladi. Bu qonunda quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

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

b) Normal sharoitda ($T = 273 \text{ K}$ yoki $t = 0^\circ\text{C}$; $P = 101,325 \text{ kPa}$ yoki 760 mm simob ustuni bosimi) har qanday gazning «1 mol»i 22,4 litr hajmni egallaydi. Bu gazlarning molyar hajmi deyiladi. $V_{\text{molyar}} = 22,4 \text{ l/mol}$ holida ifodalanadi.

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

Quyidagi misollarda buni yanada osonroq tushunish mumkin: 1 mol O_2 32 g/mol og'irlikka ega bo'lib, u 22,4 litr/mol hajmni egallaydi, chunki tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta molekula bor. 0,5 mol CO_2

22 g og'irlikka ega, uning hajmi $V = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2$ litrga teng. Bu miqdor gaz tarkibidagi molekular soni: $N = 0,5 \cdot N_A = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{23}$ ta.

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

Mendeleev – Klayperon tenglamasi: Har qanday sharoitda «1 mol» gaz uchun: $PV = nRT$ holida bo'lib, bu $n = 1$ mol bo'lgan hollarda $PV = RT$ holida yoziladi. Agar moddaning «mol»lar soni – n, massasi-m va molekulyar massasi – M ni e'tiborga olsak: $n = m/M$ bo'lib, buni yuqoridagi tenglamaga qo'ysak:

$$P \cdot V = \frac{m}{M} R \cdot T \text{ bo'ladi.}$$

Bu formuladan foydalanib gazlarning massasi, molekulyar massasi, hajmi, bosimi kabi kattaliklarni hisoblab topiladi. Ma'lumki, gazlarning umumlashgan holat tenglamasi:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T} \text{ mavjud.}$$

Bu formuladan foydalanib biror real sharoitdagi (P, T) V sig'imli gazning normal sharoitdagi hajmi (bosimi, temperaturasi) V_0 ni (yoki aksincha) hisoblab topiladi: $V_0 = P \cdot V \cdot T_0 / T \cdot P_0$. Bu gaz hajmini normal sharoitga keltirish formulasi deb ham aytiladi.

Ekvivalentlar qonuni. Shu paytgacha ekvivalent, ekvivalent og'irlik kabi tushunchalar biroz jo'nroq, talqin yetib kelinar edi. Keyingi yillarda ekvivalent tushunchasi ilmiyroq asoslanib tushuntirishni talab etyapti. Shuni e'tiborga olgan holda ekvivalent va ekvivalentlik faktori tushunchalari bilan tanishib chiqaylik.

Moddaning (element) ning ekvivalenti deb, uning 1 og'irlik qism vodorod yoki 8 og'irlik qism kislorod bilan reaksiyaga kirishadigan miqdoriga aytilar edi.

Endilikda ekvivalent yoki gramm-ekvivalent molekulyar og'irligi deb, uning 1 mol vodorod ioni (1 g) miqdoriga son jihatidan ekvivalent (kimyoviy teng kuchli) bo'lgan og'irligiga aytiladi. Ekvivalent molekulyar og'irlik E holida belgilanadi va «g/mol» birlikda o'lchanadi. Har qanday moddaning ekvivalent molekulyar

og'irligi shu modda ekvivalentlik faktori f bilan molekulyar og'irligi (M) ning ko'paytmasiga teng: $E = f \cdot M$

Ekvivalentlik faktori deb, modda (element) ning 1 vodorod ioni og'irligiga ekvivalent bo'lgan og'irlik ulushi soniga aytiladi.

Buni misollarda ko'rib chiqaylik:



reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning ekvivalentlik faktori quyidagicha hisoblanadi: HCl tarkibida 1 ta vodorod ioni bo'lib, reaksiyada shu bitta ion ishtirok etadi. Shunga ko'ra $f_{(\text{HCl})} = 1/1 = 1$ ga teng. HCl ning ekvivalent og'irligi $E_{\text{HCl}} = f \cdot M = 1 \cdot 36,5 = 36,5$ g/mol.

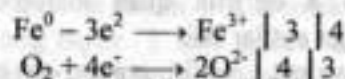
Reaksiya tenglamasida Fe(OH)_3 tarkibida 3 ta OH – guruhi bo'lsada ulardan faqat 2 tasini Cl atomlariga almashtirayapti, ya'ni 1 mol Fe(OH)_3 2 mol HCl bilan ta'sirlashayapti. Shuning uchun $f_{\text{Fe(OH)}_3} = 1/2 = 0,5$ ga teng. Fe(OH)_3 ning ekvivalent og'irligi:

$$E = f_{\text{Fe(OH)}_3} \cdot M_{\text{Fe(OH)}_3} = 0,5 \cdot 108 = 54 \text{ g/mol ga teng.}$$

Demak, HCl ning ekvivalent og'irligi uning molekulyar og'irligiga teng. Fe(OH)_3 ning ekvivalent og'irligi esa, uning molekulyar og'irligining 1/2 qismiga teng. Boshqacharoq aytganda shu reaksiyada 54 g/mol Fe(OH)_3 1 mol vodorod ioniga ekvivalentdir.

Ma'lumki, hamma reaksiyalarda ham vodorod ioni ishtirok etavermaydi. Bunday hollarda ekvivalentlik faktori va ekvivalent molekulyar og'irlik elementlar atomlarning o'zidan chiqargan yoki qabul qilib olgan elektronlar soniga ko'ra hisoblanadi.

Shunga ko'ra, elementning (moddaning) ekvivalentlik faktori oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida 1 ta elektron soniga ekvivalent bo'lgan moddaning og'irlik ulushi sonidir. $4\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ reaksiyasida ishtirok etayotgan elementlarning ekvivalentlik faktorlari berilgan va qabul qilib olgan elektronlar soni bilan aniqlanadi.



Demak, reaksiyada Fe atomi 3 ta elektron chiqarayapti, kislorod molekulasini – O_2 4 ta (har bir kislorod atomi 2 ta) elektron qabul qilayapti. Shu sababli $(\text{Fe}) = 1/3$ ga va $(\text{O}_2) = 1/4$ ga teng.

Bu elementlarning ekvivalent molekulyar og'irliklari:

$$E(\text{Fe}) = f(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 1/3 \cdot 56 = 18,66 \text{ g/mol}$$

$$E(\text{O}_2) = f(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 1/4 \cdot 32 = 8 \text{ g/mol}$$

$$E(\text{O}) = f(\text{O}) \cdot M(\text{O}) = 1/2 \cdot 16 = 8 \text{ g/mol ga teng.}$$

Bu qiymatlarning ma'nosi: 18,66 g/mol Fe dan bitta elektron chiqadi yoki 8 g/mol kislorod bitta elektron qabul qiladi.

Xuddi shu singari murakkab moddalar ishtirokida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qatnashadigan oksidlovchi va qaytaruvchi ekvivalentlik faktorlari hamda ekvivalent og'irliklari hisoblanadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Atom-molekulyar ta'limotning asosiy qoidalari nimadan iborat?
2. Modda, molekula, atom tushunchalarining tarifi tushuntiring.
3. Modda miqdorining o'lchov birligi nima, uning ma'nosi nimadan iborat?
4. Atom massa birligi deganda nimani tushunasiz?
5. Moddaning sifat va miqdor tarkibi deganda nimani tushunasiz?
6. Har qanday modda ham tarkibning doimiylik qonuniga bo'ysunadimi?
7. Gazlarning molyar hajmi va Avogadro sonining ma'nosini tushuntiring.
8. «Valentlik» deganda nimani tushunasiz, uni aniqlash uchun qanday tushunchalarni bilish zarur?
9. Stexiometrik qonun deganda nimani tushunasiz?
10. Ekvivalent va ekvivalent faktori deganda nimani tushunasiz?

TESTLAR

1. Quyidagi ta'riflardan qaysi biri tarkibning doimiylik qonuniga mos keladi?

A) Molekulyar tuzilishga ega bo'lgan birikmalarning tarkibi ularning olinish usuliga bog'liq bo'lmagan holda doimiy bo'ladi;

B) Moddalarning xossalari ularning sifat va kimyoviy tuzilishi bilan belgilanadi;

C) Istalgan kimyoviy birikma doimiy tarkibga ega;

D) Istalgan kimyoviy birikma o'zgaruvchan tarkibga ega.

2. 63,54g Cu, 130,76g Zn, 36g C, 128g S, 34,7g Li berilgan.

Quyidagi qatordan qaysi birida moddalar miqdori ortib boradi?

A) Cu, C, Zn, Li, S;

B) *Cu, Zn, C, S, Li;

C) Li, C, Cu, S, Zn;

D) Li, Cr, Cu, C, Zn.

3. Quyidagi keltirilgan ta'riflardan qaysi biri Avogadro qonunini aks ettiradi?

A) har qanday moddaning 1 molidagi molekular soni doimiydir;

B) *bir xil tashqi sharoitlarda har xil gazlarning teng hajmlaridagi molekular soni o'zaro tengdir;

C) har qanday gazning 1 moli normal sharoitda 22,4l hajmga ega;

D) har qanday gazning 1 moli normal sharoitda $6,02 \cdot 10^{23}$ hajmga ega.

4. 2,016g vodorodda nechta molekula bor?

A) $1,20 \cdot 10^{23}$;

B) $4,23 \cdot 10^{13}$;

C) $6,02 \cdot 10^{23}$;

D) $5,45 \cdot 10^{13}$.

5. Qaysi davrlar elementlarining tashqi qavat elektronlari uchun $n+1=5$ ga teng?

A) III va IV; B) II va III; C) *IV va V; D) III va V.

6. Bosh kvant soni quyidagilarni ko'rsatadi. 1) Mazkur atom orbitalidagi elektronlar sonini 2) Atomdagi energetik pog'onalar sonini. 3) Elektronlarning yadro bilan bog'lanish energiyasini. 4) Atom orbitalning shaklini.

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

7. Quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan elementlar qachon nosimmetrik bo'ladi?

A) * Birinchi bo'lib s-, p-, d- yoki f-orbitalalar egallay boshlaydi;

B) s va r elektronlarning soni o'zaro teng;

C) elektronlar bilan 3d pog'onachadan keyingi orbitalar to'la boshlaydi;

D) elektronlar bilan 4 d pog'onachadan keyingi orbitalar to'la boshlaydi;

8. II – davr elementlarining maksimal kovalentligi nechaga teng

A) *4; B) 2; C) 1; D) 3;

9. Biror guruhchani quyidagi keltirilgan hollarda ayniy elektron tuzilishiga ega bo'lgan elementlarga to'liq elektron analoglar bo'la oladi.

A) Erkin holda;

B) Faqat eng pastki oksidlanish darajasida;

C) Barcha oksidlanish darajalariga ega bo'lgan birikmalarda;

D) Faqat eng yuqori oksidlanish darajasida;

10. Elementning birikmadagi valentligi nimaga teng?

A) birikmadagi element tomonidan hosil qilinadigan kovalent bog'lar soniga;

B) erkin holatdagi juftlashmagan elektronlar soniga;

C) mazkur element valent orbitalarining soniga;

D) element tomonidan hosil qilinadigan ion bog'lar soniga;

II. ATOM TUZILISHI D.I. MENDELEEVNING DAVRIY QONUNI VA ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

Katod nurlari (manfiy zaryadli zarrachalar oqimi) va fotoeffekt (yorug'lik nuri ta'sirida metallardan manfiy zaryadli zarrachalar chiqish) hodisalarining kashf etilishi, atomning murakkab sistema ekanligini tasdiqladi. Bu kashfiyotlar atom tarkibida elektronlar mavjudligini ko'rsatdi. Elektron manfiy zaryadli zarracha bo'lib $m_e = 9,1091 \cdot 10^{-28}$ g. = 0,00054860 a.m.b.

A.Bekkerel (1896 y.) tomonidan uran o'rganilib radioaktivlik hodisasining kashf etilishi atomda elektronda boshqa yana kichik zarrachalar (musbat zaryadli zarracha, α, β, γ - nurlari) borligini ko'rsatdi.

Shundan so'ng «atom murakkab sistema» degan tushuncha paydo bo'ldi va bu murakkab sistemani o'rganish muammolari yuzaga keldi.

Rezerford o'zining aniq tajribalari asosida shunday xulosaga keldi:

- atomning barcha massasi va musbat zaryadli materiyasi (zarracha) uning kichik hajmli markazida to'plangan, bu yadro deyiladi.

- atom yadrosining musbat zaryadi uning, atrofida aylanib yuruvchi va son jihatidan yadro zaryadiga teng bo'lgan manfiy zaryadli elektronlar bilan neytrallanadi.

Eng oddiy atom vodorod atomidir. Eng oddiy yadro ham vodorod atomi yadrosidir. Uning zaryadi son jihatidan elektron zaryadiga teng, ishorasi teskari. Bu yadroning massasi barcha yadro massalaridan eng kichigidir. $m = 1,679 \cdot 10^{-27}$ kg.

Vodorod yadrosi 1920 y. da Rezerford tomonidan elementlar zarracha deb tan olindi va unga «proton» - «birinchi» deb nom berildi, uning shartli belgisi - 1p ; ($m = 1,679 \cdot 10^{-24}$ g. = 1,007276 a.m.b.).

Vodoroddan boshqa elementlarning yadro zaryadlari ular atomlari massasidan farq qilishi aniqlandi. Shunda yadroda protondan boshqa yana neytral, lekin aniq massaga ega bo'lgan zarracha borligi to'g'risida taxmin qilindi. 1932-y. da Bog'e va Bakker bu

zarrachani topdilar. Chedvig esa uning tabiatini o'rganib unga «neytron» (1n) nomini berdi ($m = 1,675 \cdot 10^{-24}$ g. = 1,008665 a.m.b.).

1932-y. da D.I. Ivanenko, Geyzenberg atom yadrosining proton-neytron nazariyasini yaratdilar va yadroning tarkibi proton va neytrondan iboratligi tan olindi. Proton va neytron birgalikda «nuklon»lar deyiladi. Bu xulosalarni quyidagi misolda ko'rib chiqaylik: Na atomi. Tartib raqami $Z=11$, demak, $N(e^-) = 11$ ta, $N(p)=11$ ta, $A = 23$ u.b., $N(n) = 12$ ta, 23 ta nuklon.

23 - atom og'irligi

Na

11 - yadro zaryadi

Agar atom yadrosining zaryadi (protonlar soni) bir xil bo'lib, uning atom og'irliklari har xil bo'lsa bunday atomlar turi «izotop»lar deyiladi. Tabiiy kislorod (99,76%) ${}^{16}O$; (0,04%) ${}^{17}O$; (0,20%) ${}^{18}O$. Izotoplardan iborat bu atomlar yadrolardagi neytronlar soni bilan farq qiladi.

Yadro zaryadi turlicha bo'lib, atom og'irliklari bir xil bo'lgan element atomlari «izobara»lar deyiladi: ${}^{40}K$ va ${}^{40}Ca$ o'zaro izobaralar (Bularda nuklonlar soni bir xil).

Atomning Bor bo'yicha modeli. Agar metallni qizdirib nurlanadigan holgacha olib kelinsa, bu nur prizmadan o'tkazilsa nur tarqaladi. Bu shu nurning spektri bo'lib, u yaxlit bo'lmasdan chiziqli chiziqli ko'rinishga ega bo'ladi. Bu chiziqlar prizmadan chiqayotgan har bir nurga to'g'ri kelib, atomning chiziqli spektri deyiladi. Spekrtda har bir chiziqli o'zining to'lqin uzunligiga va tebranish chastotasiga ega (λ , nm, μ , sm) $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ bo'ladi.

Shundan so'ng (Eynshteyn) nurni fotonlar hosil qiladi degan fikrga keldi. Bu fotonning energiyasi:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = h \nu \quad (h - \text{Plank doimiysi } 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sek} \text{ C} - 3 \cdot 10^{10} \text{ sm/s}).$$

Demak, atom energiyani fotonlar ko'rinishida chiqaradi, yoki yotadi ya'ni energiya kvantlanadi.

Borning 1 postulati: Atomda elektron ma'lum bir o'zgarmas yo'nalishda, ya'ni statsionar orbita bo'ylab harakatlanadi. Bunda energiya yutilmaydi ham, chiqmaydi ham.

a) Har bir statsionar orbitada harakatlanayotgan elektronni o'ziga xos energiyasi bor, ya'ni $E_0, E_2, E_3 \dots E_0$.

b) Statsionar orbita yadrodan qancha uzoqda bo'lsa, undagi elektronning energiyasi shuncha katta bo'ladi: $E_1 < E_2 < E_3 \dots < E_n$

Buni quyidagi formuladan ko'ramiz:

$$mvr = n \frac{h}{2\pi}; \quad n=1,2,3,\dots$$

(h – elektron harakati momentining miqdori)

Bundan ko'rinadiki, elektron eng kam potensial energiyaga $n = 1$ da bo'ladi. h – uchun $n = 1$, bu vodorod atomining normal (yoki asosiy) holati hisoblanadi. Agar elektron $n = 2,3,4,5$ orbitalarga o'tsa bu «qo'zg'algan» holat deyiladi. Umuman atomda elektronlar yadro atrofida barqaror joylashish uchun unga F_1 va F_2 kuchlar ta'sir etadi:

$$F_1 - \text{markazdan kuchma kuch} \quad F_1 = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_2 - \text{markazga intilma kuch} \quad F_2 = \frac{e_1 e_2}{r^2} = \frac{e^2}{r^2}$$

Har qanday atom uchun:

$$F_1 = F_2; \quad \frac{e_1 e_2}{r^2} = \frac{e^2}{r^2} \quad (2) \text{ shart bajariladi. Bundan:}$$

$$r = \frac{h^2}{4\pi \cdot m e^2} \cdot n^2 \quad (3) \quad \text{va} \quad v = \frac{2\pi \cdot e}{n} \cdot \frac{1}{n} \quad (4)$$

(3) orbita radiusini hisoblash formulasi. $n=1$ bo'lsa, $r = 0,053$ nm bo'ladi (Bor radiusi) $n = 1$ da (I qavatda) harakatlanayotgan elektronning tezligi $V = 2200$ km/s bo'ladi.

$$\frac{h}{mv} = \frac{2L}{n}, \quad v = \frac{hn}{2mL}, \quad v^2 = \frac{n^2 h^2}{4m^2 L^2}$$

$$E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

$\frac{2L}{n}$ – bir o'lchamli atomning uzunligi

$$\frac{n}{mv}, \quad \frac{n}{mv} = \frac{2L}{n} \quad \text{dan} \quad v = \frac{nh}{2mL}$$

II postulat. Elektron bir statsionar orbitadan ikkinchi orbitaga o'tganda atom energiya yotadi yoki chiqaradi. Bunda quyidagi ikki holat yuz beradi:

a) elektron yadroga yaqin orbitadan yadrodan uzoq orbitaga o'tsa, atom energiya (kvanti)ni yotadi. $E_1 \rightarrow E_2, E_2 \rightarrow E_3, E_4 \rightarrow E_5$

b) Elektron yadrodan uzoqdagi orbitadan yaqindagi orbitaga o'tsa, atom energiya (kvanti)ni chiqaradi (Nurlanish ro'y beradi):

$$E_3 \rightarrow E_2, E_4 \rightarrow E_3, E_n \rightarrow E_{(n-1)}$$

Umuman yutiladigan yoki chiqadigan energiya kvanti (ΔE)

$$\Delta E = E_n - E_{n-1} = h\nu$$

E2 :E } — E1 (Layman seriyasi) ultrabinafsha nur

E3 :E } — E2 (Balmer seriyasi)

E4 :E } — E3 (Paschen seriyasi)

IV qavatning radiusi $r_4 = 0,053 \cdot 4^2 = 0,848 \text{ }^\circ\text{A}$

III qavatning radiusi $r_3 = 0,053 \cdot 3^2 = 4,77 \text{ }^\circ\text{A}$

II qavatning radiusi $r_2 = 0,053 \cdot 2^2 = 2,12 \text{ }^\circ\text{A}$

I qavatning radiusi $r_1 = 0,053 \text{ nm} = 0,53 \text{ }^\circ\text{A}$

Atomda elektronlarning joylashuvini to'liq tasavvur etish uchun Lui De Broyl, Shredinger tenglamalari, Geyzenbergning noaniqlik nazariyalarining o'zi yetarli emas. Atomning elektron tuzilishini aniq tushunish uchun elektronlarning kvant sonlari tushunchalarini, Gund qoidasi va Pauli prinsipini bilish zarur.

Kvant sonlari. Atomda elektronning holatini to'liq xarakterlash uchun kvant sonlari (n, L, m_l, m_s) tushunchalari kiritilgan.

Birinchi kvant soni – *bosh kvant soni* (n). Bosh kvant soni elektronning energiyasini belgilaydi, elektronning atom yadrosidan qanday uzoqlikda, ya'ni qanday orbitada joylashganini ko'rsatadi. $n=1,2,3,\dots$ bo'lishi mumkin.

Davriy sistemada n – element joylashgan davrning raqamiga mos keladi. Bosh kvant soni qiymati oshib borishi bilan elektronlarning energiyasi oshib boradi; $n=1$ da E_1 ; $n=2$ da $E_2 \dots n = \infty$.

Har bir elektron qavatidagi elektron soni bosh kvant soni qiymati bilan bog'liq. Bu bog'liqlik Pauli formulasi bilan ifodalanadi: $N(e) = 2n^2$. Shunga ko'ra 1 qavatda $2 \cdot 1^2 = 2$ ta, II qavatda $2n^2 = 2^2 = 8$ ta va hokazo elektronlar joylashadi.

Orbital kvant soni. Elektronning yadro atrofida harakat ko'rinishini (izini) ifodalash uchun orbital kvant soni -l qabul qilingan. l «n» ning (n-1) qiymatlarini o'z ichiga oladi:

$$n = 1; 2; 3; 4; \dots$$

$$l = 0; 1; 2; 3 \dots$$

Orbital kvant soni elektron orbital harakati miqdorining momentini ifodalaydi:

$$mvr = M = \frac{h}{2\pi} l(l+1)$$

L – ning har bir qiymatiga elektron bulutining ma'lum bir ko'rinishi mos keladi va ularni elektron orbitallar deyiladi. Bu orbitallarni lotincha s, p, d, f harflari bilan belgilanadi:

L – orbital kvant soni: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5

Orbital belgisi: | s | p | d | f | g | h

Umuman, n, L va unga mos keluvchi orbitallarni quyidagicha tasvirlash mumkin.

Bosh kvant soni	Orbital kvant soni	Orbitalning belgisi
n	L	
1	0	1s
2	0, 1	1s, 2p
3	0, 1, 2	3s, 3p, 3d
4	0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f

Demak, birinchi elektron qavatda (n = 1) faqat 1 ta orbital bo'lib uning belgisi – s, ko'rinishi – sharsimon. (I – rasm)

II elektron qavatda (n = 2) (l = 0, 1) 2 xil orbital 2s, 2p bo'ladi va x.k. r – orbital gantelsimon ko'rinishga ega. (I – rasm)

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

2- elektron qavatda ($n=2$) $2^2 = 4$ ta energetik yacheyka bo'lib, ulardan 1 tasi S, 3 tasi P (P_x, P_y, P_z) yacheykalardir. Shu singari $l=2$ da (d) 5 ta, $l=3$ da (f) 7 ta energetik yacheyka bo'ladi.

Spin kvant soni – m_s . Elektron yadro atrofida aylanib yuradi. Shu bilan bir vaqtda elektron o'z o'qi atrofida ham aylanma harakatda bo'ladi. Elektronning o'z o'qi atrofida qaysi tomonga (soat millari yo'nalishi bo'yicha yoki soat millari yo'nalishiga teskari) harakatlanishini ko'rsatuvchi kattalik spin kvant soni deyiladi. Agar elektron o'z o'qi atrofida soat millari yo'nalishi bo'ylab harakatlangan, uning spin kvant soni $m_s = +1/2$, agar teskari yo'nalishda bo'lsa $-m_s = -1/2$ ga teng bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda elektronlarni ularning spinlar orqali ham belgilanadi. Agar elektronning spin kvant soni $+1/2$ ga teng bo'lsa, uni ($\uparrow$) holda belgilab, to'g'ri spinli elektron deyiladi. Agar $-1/2$ ga teng bo'lsa, ($\downarrow$) holda belgilanib, uni teskari spinli elektron deyiladi. Elektronlar bir yacheykada joylashganda o'z spinlarini juftlashtirgan holda joylashadilar. Bunday elektronlar juftlashgan spinli ($\uparrow\downarrow$) elektronlar deyiladi. Agar elektronlarning spinlari ($\uparrow$) yoki ($\downarrow$) holda bo'lsa bular tok spinli elektronlar deyiladi, odatda tok spinli elektronlar boshqa-boshqa elektron yacheykalarda joylashadilar.

Pauli prinsipi va Gund qoidasi. Pauli prinsipiga ko'ra: «atomda to'rtala kvant soni n, l, m_l , m_s bir xil bo'lgan ikki yoki undan ortiq elektron bo'lishi mumkin emas, hech bo'lmaganda bu elektronlarning to'rtinchi kvant soni (spin kvanti) bir-biridan farq qilishi kerak».

Elektron yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi Gund qoidasiga amal qiladi: «ya'ni elektronlar energetik yacheykalarga joylashayotganda o'z spinlarini parallel holda yo'naltirib spin kvant sonlarining yig'indisini ($\sum n \rightarrow \max$) maksimal qiymatga yetkazish uchun harakat qiladilar. Bu qoidaga ko'ra, yacheykalarga kelib joylashadigan har bir elektron bittadan yacheykani band qiladi, keyingi elektronlar esa yana birinchi (yadroga yaqin) yacheykadan boshlab teskari spinli holatda joylasha boshlaydilar. Buni II davr elementlari – B, C, N, O va F misolida ularning tashqi elektron qavatlaridagi P – orbitallarining elektronlar bilan to'lib borishi bilan ko'rsatish mumkin.

Umuman atomdagi elektron orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi quyidagi energetik qatorga asoslangandir:

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 5d < 4f \dots$

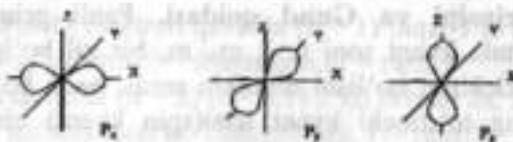
Bu qatorda har bir orbital o'z energiyasiga ko'ra joylashtirilgan. Avval energiyasi eng kam bo'lgan, ya'ni bosh kvant soni kichik bo'lgan (yadroga eng yaqin joylashgan) orbital elektron bilan to'lib, keyin esa boshqa orbital elektron bilan to'lib boradi. Bu qoida hamma element atomlari uchun tegishlidir.

Yuqorida aytilganlarni to'liq o'zida aks ettiradigan qoida ham bor. Bu atom orbitallarining elektronlar bilan to'lib, borishi to'g'risida Klechkovskiy qoidasidir.

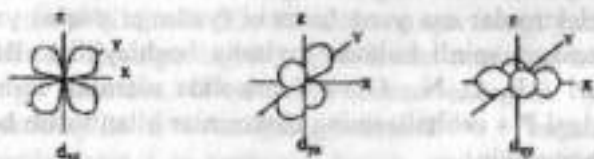
Klechkovskiy qoidasi – atom elektron orbitallarining energetik holati $(n+l)$ yig'indining qiymatiga bog'liqlik qoidasidir.



S – elektron orbitalning fazoviy ko'rinishi



P – elektron orbitalarining fazoviy ko'rinishi



1-rasm. d – elektron orbitallarining fazoviy ko'rinishi

1 qoida. Atom yadro zaryadi oshib borishi bilan avval $(n+l)$ yig'indining eng kichik qiymatiga mos keladigan orbital, keyin bu yig'indining katta qiymatlariga mos keluvchi orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi. Shu qoidaga asoslanib, $(n+l)=1+0=1$; $(n+l)=2+0=2$; $n+l=2+1=3$ qiymatlarga mos keluvchi orbitallarni elektron bilan to'lib borishini ko'rib chiqsak, avval $n+l=1$ orbital ($1s$); keyin $n+l=2$ orbital ($2s$), keyin $n+l=3$ orbital ($3s$) elektronlar bilan to'lib boradi.

II qoida. Agar bir necha orbital uchun $(n+l)$ yig'indining qiymati bir xil bo'lsa, n -ning kichik qiymatidan boshlab elektron orbitallar elektron bilan to'lib boradi.

Masalan: $(n+l)=2+1=3$ va $(n+l)=3+0=3$ bo'lsin. Ikkala holat uchun ham $n+l=3$. Bu elektron orbitallardan $n=2$; $l=1$ bo'lgan ($2p$) orbital avval elektron bilan to'lib, keyin $n=3$ va $l=0$ bo'lgan ($3s$) orbital elektron bilan to'lib boradi. Chunki $n+l=2+1$ orbitalning energiyasi $n+l=3+0$ orbitalning energiyasidan kichik.

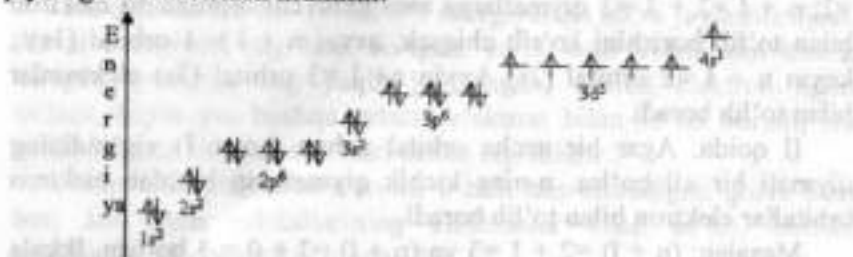
Shu singari, $(n+l)=3+2=5$; $(n+l)=4+1=5$; $(n+l)=5+0=5$ orbitallarni solishtirsak, avval $n=3$, keyin $n=4$ va nihoyat $n=5$ bo'lgan $3d$; $4p$; $5s$, orbitallar to'lib boradi. Chunki energiyalariga ko'ra bu orbitallar quyidagicha joylashadi: $3d < 4p < 5s$.

Yuqoridagi qoidaga asosan, xrom – Cr element atomining elektron tuzilishini ko'rib chiqaylik. Tartib raqami $Z=24$. Demak: yadro zaryadi +24 ga teng, elektronlar soni ham 24 ta. Bu 24 ta elektron 4 tala elektron qavatda quyidagi tartibda joylashgan:



Agar elektron orbitalar orqali ifodalasak: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^5$; $4s^1$ bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, tashqi ($4s$) va undan oldingi ($3d$) qavatda elektronlar soni noto'g'ri yozilgandek. Lekin bu ezuv haqiqatdan ham to'g'ri. Chunki Cr – atomi elektron orbitallari elektronlar bilan to'lib borishida tashqi qavatdagi $4s$ elektron orbitalidagi 2 ta elektrondan bittasi (bu orbitallarning energiyalari bir-biriga juda yaqin bo'lgani uchun) $3d$ pog'onachaga «qulab» tushadi. Shunda $3d$ -energetik orbital turgun holatga o'tadi va $4s$ orbital 1 ta elektron bo'lib qoladi. Shunda Cr – atomining

tashqi va undan oldingi elektron qavatida 6 ta (5 ta- 3d va 1 ta 4s) elektron bo'ladi. Ya'ni elektronlarning spinlar yig'indisi $2m_s \rightarrow$ max bo'ladi (Gund qoidasi). Bu holatni energetik yacheykalar orqali quyidagicha tasvirlash mumkin:



D.I. Mendeleevning davriy qonuni va elementlar davriy sistemasi.

Davriy qonun 1868-yilda D.I. Mendeleev tomonidan kashf etilgan bo'lib, uning klassik ta'rifi quyidagicha: «Kimyoviy elementlar va ular hosil qilgan birikmalarining shakl va xossalari elementlar atom og'irliklariga davriy ravishda bog'liqdir».

Davriy qonun kashf etilgan davrda hali atomning tarkibi va tuzilishi noma'lum edi. Shu sababli elementlarning asosiy xarakteristikasi sifatida ularning atom massalari qabul qilingan. Lekin atom tuzilishi nazariyasi yaratilib, atomning tarkibi (yadro, proton, neytron, elektron) to'g'risida aniq ma'lumotlar yuzaga kelgandan so'ng davriy qonunga berilgan ta'rif o'rniga hozirgi zamon ta'rifi yuzaga keldi: «Kimyoviy elementlar va ular birikmalarining xossa va tuzilishlari element atomlari yadro zaryadlariga davriy ravishda bog'liqdir».

Davriy qonunning grafik tasviri sifatida kimyoviy elementlar jadvalini D.I. Mendeleyev 1870-yilda tuzgan. Hozirgi vaqtda uning «qisqacha davrli varianti» va «uzun davrli variant» laridan foydalaniladi. Davriy jadval 7 ta davr (gorizontal qator) va 8 ta guruh (vertikal qator) dan iborat.

Davr deb, ishqoriy metallardan boshlanib, inert gaz bilan tugaydigan elementlarning tabiiy davriy qatoriga aytiladi. Element joylashgan davrning raqami uning atomidagi elektron orbita (qavatlar) sonini ko'rsatadi. Davrlar uchga bo'linadi: kichik davr (I-III); katta davr (IV-VI)lar va tugallanmagan (VIII) davr.

Guruh – davriy sistemadagi katta va kichik davr elementlarini o'z ichiga olgan vertikal (tik) qatorlar. Har bir guruh asosiy (A) va qo'shimcha (V) guruhlariga bo'linadi. Guruhlarning raqami, shu guruh elementi tashqi elektron qavatidagi elektronlar soni (maksimal valentligi)ga to'g'ri keladi. Qo'shimcha guruh elementlari faqat katta davr elementlaridan iborat bo'lib, ularning valentligi va tashqi elektron qavatidagi elektronlar soni bir-biriga mos kelmasligi mumkin.

Davriy sistemada elementlar elektron oilalar (s, p, d, f – element)larga bo'lingan bo'lib, IA, IIA, guruhcha elementlari – s – elementlar – N, Ne, ishqoriy va ishqoriy yer metallaridan tashkil topgan. Ularning tashqi elektron formulalari ns^1 , ns^2 holida yoziladi. IIIA guruhchadan VIIIA guruhchagacha p-elementlar joylashgan. Ular har bir davrda 6 ta bo'lib, ularning tashqi elektron qavati $np^1 - np^6$ elektron formula bilan ifodalanadi. Ular hammasi bo'lib davriy jadvalda 30 ta ni tashkil etadi.

IV davrning $Z=31$ Se elementidan boshlab 3d – elektron orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi. Bunda tashqi qavatdagi ns qavatga elektronlar bilan to'lib, keyin tashqidan oldingi (n-1)d orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi va (n-1)d, ns orbitalardagi elektronlar valent elektronlar deyiladi. Bu elektronlar d-elektronlar (34 ta) deyiladi. Ular qatoriga asosan metall xossasiga ega bo'lgan elementlar kiradi.

Bulardan tashqari 28 ta f-elementlar ham mavjud bo'lib, ularda tashqi qavatlardagi (n-1), ns orbitalardan tashqari (n-2)f orbitalardagi elektronlar ham valent elektronlari vazifasini o'taydi. Jadvalda bu elementlar uchun III guruhning 57-71 gacha va 89-103 o'rinlari ajratilgan. Tartib raqami 58-71 bo'lgan elementlarning xossalari La – lantana o'xshash bo'lgani uchun lantanoidlar, 90-103 elementlar esa aktiniyga o'xshash xossali bo'lgani uchun aktinoidlar deyiladi.

Davriy jadvaldagi barcha elementlarning asosiy xossalari davriy o'zgarib boradi. Bu xossalalar bilan keyingi mavzuda tanishib chiqamiz.

Atomlarning xossalari. Atomlarning xossalari ifodalovchi asosiy kattaliklar qatoriga atom radiuslari (hajmlari), ionlanish

energiyasi, elektronga moyillik va elektromanfiylik kiradi. Ular bilan alohida tanishamiz.

Atomlarning radiusi (r_A) deb, atom yadrosi bilan eng tashqi elektron qavat o'rtasidagi masofaga aytiladi. Lekin atomlarning (orbital) radiuslari o'rinda ko'pincha atom hajmlari iborasi ham ishlatiladi. «Atom hajmi» – qattiq holatdagi «1 mol» atomning egallagan hajmi (sm^3/mol).

Atom radiusi guruhlarda va davrlarda o'ziga xos o'zgarib boradi.

Elementlarning davrlarda tartib raqami ortib borishi bilan atom radiusi kamayib boradi. Masalan II davr elementlarini tahlil etsak:

Li(z=3) Be(4) B(5) C(6) N(7) O(8) F(9) Ne(10)

$r, \text{\AA} = 1,6 \ 1,05 \ 0,75 \ 0,65 \ 0,5 \ 0,45 \ 0,35 \ 0,30$

Buning sababi elementning tartib raqami ortishi bilan yadroning musbat zaryadi ortadi va energetik qavatlarining soni ($n=2$) o'zgarmagan holda tashqi elektron qavatdagi elektronlar soni ham ortadi. Yadro va elektronlarning tortishuvi kuchi ortib elektron qavatlar siqiluvini tufayli atomning (hajmi) radiusi kichrayadi.

Guruhlarda atom radiusi elementlarining tartib raqami ortishi bilan ortadi. Chunki guruhlarda elementlar tartib raqamining ortishi davrning raqami ortishi ya'ni atomdagi elektron qavatlarining soni ortishiga olib keladi va o'z-o'zidan atomning (hajmi) radiusi kattalashuviga sabab bo'ladi. Bu o'zgarish elementlarning elektron oilasiga (p, d, f-element ekanligiga) bog'liq. Agar V guruh elementlarini o'zaro solishtirsak:

p-elementlar As(z=33; $r=1,48 \text{\AA}$); d-elementlar V(z=23; $r=1,34 \text{\AA}$)

Sb(z=51; $r=1,61 \text{\AA}$)

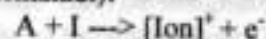
Nb(z=41; $r=1,45 \text{\AA}$)

Bi(z=83; $r=1,82 \text{\AA}$)

Ta(z=73; $r=1,46 \text{\AA}$)

d-elementlarda atom radiusining bunday o'zgarishi, ulardagi d-elektron orbitalari bo'lib, bu orbitalarning d-siqilish hodisasi bilan izohlanadi.

Ionlanish energiyasi: Ionlanish energiyasi deb, neytral atomdan 1 ta elektron ajralib chiqishida yutiladigan (yoki ajralib chiqadigan) energiyaga aytiladi. (I, harfi bilan belgilanib, kJ/g. atom yoki ev/atom birliklarida o'lchanadi):



Agar atomdan 1,2,3.... ta elektron ketma-ket ajralib chiqsa, mos ravishda I_1, I_2, I_3 ionlanish energiyasi qiymatlarga ega bo'ladi va doimo $I_1 < I_2 < I_3 < \dots$ qatorida ortib boradi.

Uning qiymati davrlarda tartib raqami ortishi bilan ortadi, ya'ni tashqi qavatdagi elektron bilan yadro o'rtasidagi tortishuv kuchi ortib borgan uchun, elektronni atomdan chiqarish uchun zarur energiya miqdori ham ortib boradi.

Guruhlarda Z-ning qiymati ortishi bilan I ning qiymati kamayadi, chunki atom radiusi kattalashib, tashqi elektron bilan yadroning tortishuv kuchi kamayadi va elektronni atomdan chiqarish uchun kam energiya sarflanadi.

Elektronga moyillik: Neytral atomga bitta elektron birikishida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan energiya miqdoriga elektronga moyillik (F) deyiladi.



O'lchov birligi kJ/g. atom , ev/atom .

Atomlarning bu xususiyati ham davrlarda tartib raqami ortib borishi bilan ortadi. Masalan: II davrda Li ning elektronga moyilligi 0,82 ev bo'lsa, 0 da 1,47 ev; F-da esa 3,58 ev ni tashkil etadi. Guruhlarda z-ning ortishi F-ning kamayib borishiga (I guruh: Li = 0,82; Na = 0,47) olib keladi.

Elementlar atomlarining yuqoridagi ikki xossasini umumlashtiruvchi kattalik – elektromanfiylik tushunchasi bilan ham ifodalanadi.

Elektromanfiylik deb, bir atomning boshqa atomdagi elektron bulutini o'ziga qanchalik torta olish xususiyatiga aytiladi:

$$E.M. = 1/2(I+F)$$

Elementlarning elektromanfiyligi Li ning elektromanfiyligiga nisbatan ($E.M.Li = 1$) olinadi. Elektromanfiylikning qiymati davrda z-ortishi bilan ortib boradi. Masalan: III davr elementlari uchun:

Na(z=11), Al(z=13), P(z=15), Cl(z=17)

$E.M. = 0,9 \ 1,5 \ 2,1 \ 2,0$

Guruhlarda E.M. qiymati z – ortishi bilan kamayib boradi. Masalan: VII guruh elementlari:

F(z=9), Cl(z=17), Br(z=35), I(z=53)

$E.M. = 4,0 \ 2,8 \ 2,6 \ 2,4$

Davriy jadvalda eng yuqori elektromanfiylik (EM) ga ega element F(flor) bo'lib, u barcha elementlardan elektron «tortib» oladi. Agar flor inert gazlardan Xe – ksenon bilan ta'sirlashsa, uni oksidlaydi va XeF_2 birikmasini oksidlaydi. Kislorod ham (E.M.=3,5) florga elektron boradi va O^{2-} – ionga aylanadi. I guruhning oxirida joylashgan seziy (Cs) elementi eng kichik E.M. ga ega element (E.M. = 0,7). Shu sababli u eng aktiv, ya'ni o'zidan juda oson elektron chiqarib, kuchli qaytaruvchilik xossasiga ega bo'ladi.

Atomlarning elektromanfiyligi qiymati elementlarning xossalari (oksidlovchilik, qaytaruvchilik, kislota-asos, metallik, metallmaslik) ni tushuntirishda va kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishi va ular tabiatini tushuntirishda katta ahamiyatga ega.

Takrorlash uchun savollar

1. Atomning asosiy tarkibiy qismi nimadan iborat?
2. Bor postulatining asosiy mazmuni nimadan iborat?
3. Atomlar qachon energiya chiqaradi va qachon energiya yutadi?
4. Atom tartib raqamining fizik ma'nosi nimadan iborat?
5. Kvant sonlari atomning elektron tuzilishini izohlashda qanday ahamiyatga ega?
6. Kvant sonlarining fizik ma'nosini tushuntiring.
7. Klechkovski qoidasini tushuntiring.
8. Pauli va Gund qoidalarini izohlang.
9. Elektromanfiylik nima?
10. s, p, d, f – elementlar deganda nimani tushunasiz?

TESTLAR

1. Davriy sistemada dastlab nechta element bo'lgan?
A) 67; B) 63; C) 69; D) 71
2. Asosiy guruhcha elementlari eng yuqori valentlik birikma hosil qilganda kimyoviy bog'lanishda ularning qaysi elektronlari ishtirok etadi?
A) tashqi energetik pog'onadagi faqat juftlashgan elektronlari
B) tashqi energetik pog'onadagi faqat juftlashmagan (toq) elektronlari
C) tashqi energetik pog'onadagi hamma elektronlari

D) tashqi va tashqaridan oldingi energetik pog'onadagi xamma elektronlari

3. Quyidagi birikmalarning qaysi birida donor-akseptor bog' mavjud?

- A) CaS B) CH_4 C) CO_2 D) NaI

4. Nima uchun elementlar asosiy va qo'shimcha guruhlariga bo'lingan?

- A) tashqi qavatida elektronlar soni turlicha
B) oksidlanish darajasi turlicha
C) elektron tuzilishi turlicha
D) fizik xossalari turlicha

5. Qaysi energetik pog'onada taqsimlangan elektronlar III davr III guruh elementlariga mos keladi?

- A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ B) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^1$
C) $1s^2 2s^2 2p^1 3s^2 3p^4$ D) $1s^2 2s^2 2p^2 3s^2 3p^1$

6. Davriy sistemada aktonoidlar qanday holatni egallaydi?

- A) 7 davr 3. guruh B) 6 davr 3 guruh;
C) 6 davr 4 guruh; D) 7 davr 5 guruh

7. Qaysi qatordagi uchta metallarni ular tuzlarining suvli eritmalarini elektroliz qilib olish mumkin?

- A) Fe, Li, Ni B) Cu, Na, Rb C) Co, Ba, Gr D) Au, Fe, Cu

8. Elementlarni nisbiy elektromanfiylik qiymati kamayib borishi tartibida joylashtiring?

1. Kislorod; 2. Kremniy; 3. Fosfor; 4. Xlor.
A) 2,3,4,1; B) 1,2,4,3; C) 1,3,2,4; D) 1,3,4,2

9. Davriy sistemaning bosh guruhcha elementlarida elementlar atomlarining tartib nomeri ortib borishi bilan atomlarda qanday xususiyatlar kuzatiladi?

- A) Radiusi va elektromanfiyligi ortib boradi;
B) Radiusi kamayadi va metallik xossasi kuchayadi;
C) Radiusi ortib boradi va metallik xususiyati kuchayadi;
D) Radiusi kamayadi metallmaslik xossasi susayadi.

10. Quyidagi elektron formulalardan qaysi biri mis atomiga tegishli?

Misning tartib nomeri 29.

- A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^1$
C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

III. KIMYOVIY BOG'LANISH VA UNING TURLARI.

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

Kimyoviy bog'lanishlarga va ularning hosil bo'lishiga atomlarning elektron tuzilishi nuqtai-nazaridan qarash lozim. Chunki kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi asosiy vosita – elektronlar va elektron bulutlaridir. Umuman har qanday kimyoviy bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar tashqi (va tashqidan oldingi) elektron qavatdagi 1 yoki bir necha elektron bulutlarining yadrolar o'rtasida qayta taqsimlanishi (bir-birini o'zaro qoplanishi) natijasida hosil bo'luvchi ko'p yadrolari va ko'p elektronli sistemadir.

Kimyoviy bog'lanishlarning asosiy xarakteristikalarini qatoriga kimyoviy bog'lanish energiyasi, bog'lanish uzunligi, bog'lar orasidagi burchak (valent burchagi) va bog'lanish tartibi kiradi.

Bog'lanish energiyasi. Kimyoviy bog'ni uzish uchun zarur bo'lgan eng kam energiya miqdoriga bog'lanish energiyasi deyiladi. E bilan belgilanib, kJ/mol, kkal/mol da o'lchanadi.

H_2 – molekulasidagi N – N bog'lanish energiyasi $E_{(N-N)} = 436$ kJ/mol. Ikki atomli molekullarda bog'lanish energiyasi shu moddani atomlarga parchalanish (dissotsiyanlash) energiyasiga teng. Agar molekulada 2 va undan ortiq kimyoviy bog'lanishlar mavjud bo'lsa, har bir bog'lanish energiyasi qiymati umuman molekulaning parchalanish energiyasini bog'lanishlar soniga bo'lib hisoblanadi. CH_4 molekulasining parchalanish energiyasi 1649 kJ teng. Bu molekulada 4 ta C – H bog'i bor. Har bir bog'ning energiyasi $E_{(C-H)} = D/4 = 1649/4 = 412,25$ kJ bo'ladi.

Bog'lanish energiyasi qanchalik katta bo'lsa, bog' shunchalik barqaror bo'ladi. Bog'lanish energiyasining qiymati o'zaro birikuvchi atomlarning tabiatiga, bog'lanish turiga, tartibiga bog'liq bo'ladi. Masalan: N_2O molekulasida $E_{N-O} = 460,5$ kJ/mol; H_2S molekulasida $E_{H-S} = 229,4$ kJ/mol bo'lsa, H_2Se – molekulasida $E_{H-Se} = 174,8$ kJ/mol; H_2Te da $E_{H-Te} = 140,5$ kJ/mol.

Bog'ning uzunligi. Kimyoviy bog'ning uzunligi r – harfi bilan belgilanib $^{\circ}A$, nm da o'lchanadi.

Bog'ning uzunligi deb, kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etgan atomlar yadrolari o'rtasidagi masofaga aytiladi. Vodorod molekulasidagi N-N bog'ning uzunligi $r_{N-N} = 0,74$ nm. Kimyoviy bog'lanishlar soni ortishi bilan bir xil element atomlari hosil qilgan bog'ning uzunligi quyidagicha o'zgaradi:



Valent burchagi. Kimyoviy bog'lanishlar orasidagi burchak valent burchagi deyiladi. Agar H_2O molekulasini olib qaralsa H – O bog'i bir-biriga nisbatan 104° burchak ostida joylashadi va molekula burchaksimon tuzilishga ega bo'ladi. Suv molekulasida valent burchagi 104° ; CH_4 molekulasida bog'lar orasidagi burchak 109° .

Bog'lanish tartibi. O'zaro kimyoviy bog' hosil qilgan atomlar orasida hosil bo'lgan bog'lanishlar soni bo'lib, birlamchi, ikkilamchi (qo'sh bog'), uchlamchi (uch) bog' va ba'zi hollarda to'rtlamchi bog'lanish mavjud bo'ladi. Bog'lanishlar tartibi ortishi bilan bog'ning barqarorligi ortadi, uzunligi qisqaradi.

Kovalent bog'lanish. Atom tuzilishining elektron nazariyasi yuzaga kelgandan so'ng V.Geytler va F.London vodorod molekulasini hosil bo'lishini nazariy o'rganib quyidagi fikrni ilgari surdilar.

Ma'lumki, vodorod molekulasini ikkita vodorod atomning birikishidan hosil bo'ladi: $H + H \rightarrow H_2$

Alohida turgan vodorod atomlarini $H_{(a)}$ va $H_{(v)}$ deb belgilasak ularning elektron formulasi $1s^1$ (a) va $1s^1$ (v) bo'lib, har bir atom elektronlarining to'liq funksiyalari:

$$\Psi_a = \varphi_{(a)}\varphi_{(b)2} \text{ va } \Psi_v = \varphi_{(b)}\varphi_{(a)2}$$

Bu ikkala atom ma'lum (r) masofaga yaqinlashsa ularning elektron bulutlari bir-birini qoplab, hosil bo'lgan molekulaning to'liq funksiyasi ikkala atom to'liq funksiyalarining «chiziqli kombinatsiyasi» ko'rinishida yoziladi:

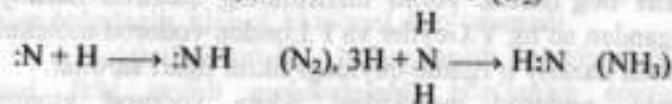
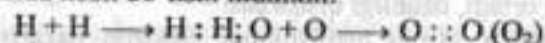
$$\Psi_{\text{mol}} = \Psi_a\Psi_v = \varphi_{(a)1}\varphi_{(b)2} + \varphi_{(b)1}\varphi_{(a)2}$$

Bundan shunday xulosa kelib chiqadi, vodorod atomlari r masofaga o'zaro yaqinlashganda 1-vodorod atomining elektroni 2-

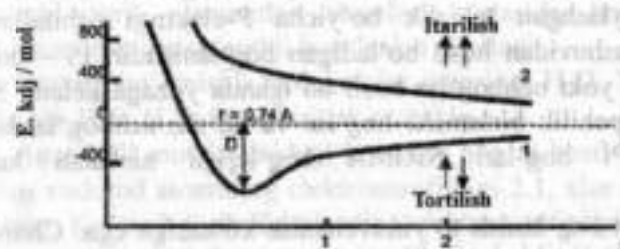
vodorod atomi yadrosiga, 2-vodorod atomi elektroni 1-vodorod atomi yadrosiga tortiladi. Shu vaqtda bir xil zaryadli bo'lgani uchun elektronlar o'rtasida o'zaro itarish kuchlari va yadrolar o'rtasida ham itarilish kuchlari yuzaga kelib $r = 0,74 \text{ \AA}$ masofada tortishuv kuchlari bilan itarilish kuchlari tenglashadi. Natijada 2 yadroli va 2 elektronli yagona sistema hosil bo'ladi. Bu holat yuz berishi uchun 1-vodorod atomida elektronning spini ($\uparrow$) to'g'ri, 2-vodorod atomi elektron spini ($\downarrow$) teskari yo'nalgan bo'lishi shart. Agar bu shart bajarilmasa ($\uparrow\uparrow$) yoki ($\downarrow\downarrow$) ikkala yadro o'rtasidagi elektronlar bulutining zichligi minimal ($\rho = 0$) bo'ladi va kimyoviy bog'lanish yuzaga kelmaydi (2-3 rasmlar).

Yuqoridagilardan kelib chiqib, kovalent bog'lanishga ta'rif bersak: kovalent bog'lanish elektron juftlari vositasida hosil bo'lgan bog'lanishdir. Bunda kimyoviy bog'lanishda ishtirok etuvchi atomlardan 1 yoki bir nechta tok spinli elektronlari boshqa atomdagi tok spinli elektronlar bilan elektron juftlari hosil yuzaga qilib, har bir elektron jufti bitta kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Shunga ko'ra atomlar o'rtasida bir bog', qo'sh bog', uch bog' hosil bo'ladi.

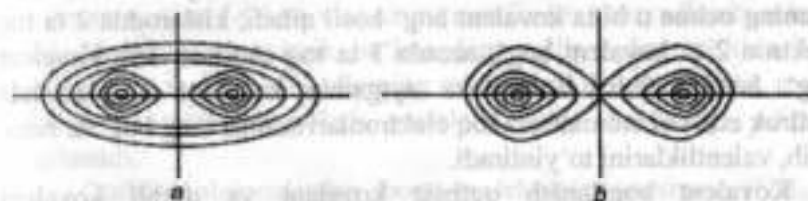
Elektron juftlari bir xil element yoki turli element atomlari orasida hosil bo'lishi mumkin:



Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida atomning tashqi elektron qavatidagi barcha toq elektronlari va ba'zi hollarda juft elektronlari ham ishtirok etadi. Bu elektronlar soniga ko'ra birikmalarda har bir element atomining valentligi (hosil qilgan bog'lanishlar soni) aniqlanadi.



1-rasm. Kimyoviy bog' hosil bo'lishining potentsial chuquri



2-rasm. a - qarshi spinli elektron bulutlarining o'zaro qoplanishi
b - bir xil spinli elektron bulutlarining o'zaro qoplanishi

Har qanday kovalent bog'lanish quyidagi xossalari bilan boshqa bog'lanishlardan ajralib turadi.

Kovalent bog'lanish yo'nalganlik xossasiga ega. Kovalent bog'lanish s,p,d-elektron orbitallardagi elektronlarning o'zaro juftlashuvi sababli yuzaga keladi. Ma'lumki bu orbitallar fazoda ma'lum yo'nalish (x, y, z) bo'yicha joylashgan. Shu sababli har bir bog'lanish hosil bo'lishida toq elektronlar joylashgan elektron orbitallari bir-birlari bilan aniq yo'nalish bo'yicha «qoplanib» kimyoviy bog' hosil qiladi. Agar ularning yo'nalishlari bir-biriga mos kelmasa bu toq elektronlar o'zaro juftlasha olmaydi va kimyoviy bog'lanish hosil bo'lmaydi.

Hosil bo'lgan kimyoviy bog'lar ham fazoda o'z yo'nalishlariga ega bo'ladi. Bu bog'larning fazoda joylashuviga ko'ra σ -sigma va π -pi bog'lanishlar bor. Sigma bog'lanish — ikkala birikuvchi atomlarning yadrolarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq (chiziqlar) bo'ylab joylashgan bog'lanishdir.

Pi bog'lanish fazoda sigma bog'lanishga nisbatan perpendikulyar joylashgan tekislik bo'yicha P-elektron orbitallarining o'zaro qoplashuvidan hosil bo'ladigan bog'lanishdir. Pi – bog'lari asosan bog' yoki uchbog'lar hosil bo'lganda yuzaga keladi. Sigma bog'lari ko'pchilik birlamchi bog'lar va qo'sh, uchbog'larda ham uchraydi. Pi bog'lari SIGMA bog'lariga nisbatan kuchsiz bog'lanish.

Kovalent bog'lanish to'yinuvchanlik xossasiga ega. Chunki bu bog'lanish toq elektronlarning juftlashishi hisobiga hosil bo'lgani uchun atomda nechta toq elektron bo'lsa u shuncha kovalent bog' hosil qiladi. Masalan: vodorod atomida 1 ta toq elektroni bor, shuning uchun u bitta kovalent bog' hosil qiladi, kislorodda 2 ta toq elektron 2 ta kovalent bog', azotda 3 ta toq elektron 3 ta kovalent bog' hosil qiladi. Boshqacha aytganda kovalent bog'lanishda ishtirok etuvchi atomlar o'z toq elektronlari soniga teng bog'lar hosil qilib, valentliklarini to'yintiradi.

Kovalent bog'lanish qutbsiz kovalent va qutbli kovalent bog'lanishga bo'linadi. Bu bog'lanishning donor-akseptor turi ham mavjud bo'lib, uni alohida o'rganiladi.

Qutbsiz kovalent bog'lanish. Elektromanfiyliklari bir xil (yoki o'zaro juda yaqin) bo'lgan elementlar atomlari o'rtasida yuzaga keladigan bog'lanish qutbsiz kovalent bog'lanish deyiladi.

Agar H_2 , O_2 , Cl_2 , F_2 , Br_2 , N_2 , I_2 -kabi molekullardagi bog'lanishni ko'rib chiqadigan bo'lsak, bulardagi bog'lanishlar elektronlar jufti vositasida hosil bo'lgan. Har ikkala birikuvchi atomlar bir xil element atomiga tegishli bo'lgani uchun ularning elektromanfiyliklari bir-biriga teng. Shu sababli ikkala atom bog'lovchi elektronlar juftini barobar kuch bilan o'z tomoniga tortadi va bu elektronlar jufti ikkala yadroning o'rtasida bir xil masofada joylashadi, zaryadlarning markazi molekula simmetrik o'qi bilan mos tushadi, molekula qutblanmaydi. Qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalar asosan gaz holatida, suyuq va ba'zan (I_2) kristall holatida bo'ladi. Suyuq holdagilari oson bug'lanadigan, kristall holatidagilari (I_2) suyuqlanmasdan gaz holatiga o'tish (sublimasiyalanish) xossasiga ega bo'ladi. Ular suvda kam eruvchan moddalar qatoriga kiradi.

Qutbli kovalent bog'lanish. Elektromanfiyliklari bir-biridan farq qiluvchi turli elementlar atomlari o'rtasida hosil bo'ladigan kovalent bog'lanish qutbli bog'lanish deyiladi.

Qutbli bog'lanishli molekullar qatoriga: H_2O , NH_3 , HCl , HF , HBr , HI , H_2S , H_2Se larni kiritish mumkin.

Agar HCl molekulasidagi kovalent bog'ni hosil bo'lishini tahlil etilsa, vodorod atomining elektromanfiyligi 2,1, xlor atominiki – 3,0 ga teng. Ko'rinib turibdiki xlorning elektromanfiyligi vodorodnikiga nisbatan qariyb 1,5 marta ko'p. Shu sababli $H-Cl$ bog'ini hosil qilgan elektronlar juftini Cl atomi o'z tomoniga tortadi $H : Cl$ va molekulada zaryadlarning notekis taqsimlanishi tufayli vodorod qisman musbat (δ^+) va xlor atomi manfiy (δ^-) zaryadlanib qoladi $H-Cl$. Molekula simmetrik bo'lmagan, «ellips» ko'rinishida bo'lib, musbat va manfiy zaryadlarning markazi molekula og'irlik markazi bilan mos tushmay qoladi, molekula qutbli zarracha – «dipol»ga aylanadi.

Qutbli molekullardan iborat molekullar gazsimon (NH_3 , HF , HCl , HBr , HI , H_2S), suyuq (H_2O), qattiq (BF_3) holatda bo'ladi. Ularning suvda eruvchanliklari, reaksiyaga kirishish qobiliyatlari qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalarga nisbatan ancha yuqori.

Qutbli molekullarning qutblanganlik darajasini xarakterlash uchun «dipol momenti» tushunchasi kiritilgan.

Molekulaning dipol momenti. Elektromanfiyliklari bir-biridan farq qiluvchi element atomlari o'zaro birikkanda, ular o'rtasida hosil bo'lgan kimyoviy bog' kovalent qutbli bog' bo'ladi. Shunday bog'lanishli molekullarda musbat va manfiy zaryadlarning assimetrik taqsimlanishini miqdoriy xarakterlovchi vektor kattalik molekulaning *dipol momenti* deyiladi. Dipol momenti $\mu = g \cdot L$ bo'lib, bunda L – dipolning uzunligi, m, sm; g – elektron zaryadi.

Agar kimyoviy bog'ning dipol momenti noldan farqli bo'lsa, bog' qutblangan deyiladi. Molekulalarda bog'larning summa dipol hisobga olinadi.

Shunga ko'ra: SO_2 molekulasidagi har bir $S = O$ – bog'i qutbli, lekin SO_2 – molekula qutbsiz molekula, chunki undan 2 ta $S = O$ bog'i bo'lib, ular bir-biriga nisbatan 180° burchak ostida joylashgan $O = S = O$ simmetrik tuzilishli molekula bo'lgani uchun ikki vektorning yig'indisi 0 ga teng. Shu singari CH_4 molekulasidagi har

bir C – H bog'i ham qisman qutblangan. Lekin CH₄ molekulas qutbsiz, CCl₄ molekulas ham shunday xususiyatga ega.

Suv molekulas uchun $\mu = 1,85 \text{ D} (> 0)$.

Dipol momentining o'lchov birligi $g = e \cdot r = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ kl}$ va bog'ning uzunligi $l = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ dan foydalanib $M = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ kl}$ $1 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1,6 \cdot 10^{-29} \text{ kl} \cdot \text{m}$ da o'lchanadi. Molekulalarning dipol momenti shunday molekulalarni o'rgangan.

P. Debay nomiga «debay» larda o'lchanadi va «D» harfi bilan belgilanib, $1 \text{ D} = 3,33 \cdot 10^{-30} \text{ kl} \cdot \text{m}$ ga tengdir.

Ayrim molekulalarning dipol momenti qiymati (D).

Modda	dipol momenti	Modda	dipol momenti
1. Suv	1,85	6. Brom benzol	1,64
2. Ammiak	1,48	7. Toluol	0,37
3. Dixlormetan	1,57	8. Piridin	2,23
4. Aseton	2,85	9. Propan	0,085
5. Asetonitril	3,90	10. Propilen	0,364
		11. Propin	0,780

Molekula tuzilishi, konformatsiyasi, izomeriyasini aniqlanishda moddalarning dipol momenti qiymatidan foydalaniladi.

Molekulalar ta'sir kuchlari. Molekulalar o'rtasida elektrostatik va donor-akseptor o'zaro ta'sir turlari bo'lishi mumkin.

Elektrostatik ta'sir: orientatsion, induksion va dispersion ta'sirlarga bo'linadi.

Dispersion ta'sir: Ma'lumki vodorod, azot, Cl va inert gazlar ma'lum temperaturada gaz holdan suyulgan holga o'tadi. Buni sababini tushuntirish uchun London «o'zaro ta'sirlashayotgan molekulalar orasida dispersion kuchlar paydo bo'ladi» degan tushunchani kiritdi. Bu kuchlar har qanday atom va molekulalar o'rtasida yuzaga keladi va ularning tuzilishiga bog'liq emas. Bu kuchlarning paydo bo'lishiga sabab molekulaning qutblanib qolishi tufayli juda qisqa vaqt yashab turuvchi «dipol» hosil bo'ladi. Ana

shu dipollarning kelishilgan bir vaqtda sodir qiladigan o'zaro ta'sir turi – dispersion ta'sir deyiladi.

Orientatsion ta'sir: Bu ta'sir qutblangan molekulalar o'rtasida ro'y beradi. Issiqlik harakati tufayli tartibsiz joylashib qolgan qutbli zarrachalar qarama-qarshi zaryadli tomonlari bilan bir – birlariga tortilib, bir xil zaryadli tomonlari bilan o'zaro itarishadilar. Bu ta'sirni «orientatsion» ta'sir deyiladi. Molekula qanchalik qutbli bo'lsa, orientatsion ta'sir shunchalik kuchli bo'ladi. Temperatura qancha yuqori bo'lsa, orientatsion ta'sir shunchalik kuchsiz bo'ladi va aksincha.

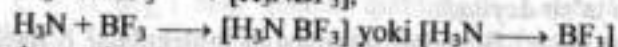
Induksion ta'sir: Bu ta'sir industirlangan dipol zarrachalar o'rtasida bo'ladi. Ya'ni qutbsiz va qutbli molekulalar ta'sirlashib qutbli molekula qutbsiz molekulani qutblantiradi. Bu yangi qutbli molekula doimiy qutbli molekula bilan o'zaro ta'sirlashib bir-biriga tortiladi. Bu kuch ta'sirida qutbli molekulaning dipol momenti – μ oshadi. Bu kuch t^0 ga bog'liq bo'lmasdan, qutbli molekulaning dipol momentiga va ikkinchi molekulaning qutblanuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Atomlarda elektron almashinuvisiz yuzaga keladigan molekulalararo ta'sir kuchlari Van-der – Vals kuchlari deyiladi. Yuqoridagi barcha ta'sirlar ana shu kuchlar qatoriga kiradi.

Kovalent bog'lanishga nisbatan Van-der-Vals kuchlari kuchsiz. Masalan Cl₂ ni dissotsiyalanishi uchun 243 kj energiya zarur bo'lsa, siqilgan gazdan hosil bo'lgan Cl₂ kristallarini sublimatsiyasi uchun 25 kj energiya kerak.

Molekulaning donor akseptor ta'siri. Ba'zi molekulalar tarkibiga kiruvchi atomlarda kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan – «taqsimlanmagan» elektron juftlari, ba'zi birlarida esa bo'sh elektron orbitallar mavjud. Shunday 2 xil molekulalar o'zaro ta'sirlashganda ular o'rtasida molekulalararo ta'sir kuchlari yuzaga keladi. Bunday ta'sirni «donor – akseptor» ta'siri deyiladi. Hosil bo'lgan bog'lanishni donor-akseptor bog'lanish deyiladi. Donor-akseptor bog'lanish juda ko'p katalitik, solvatatsiya jarayonlarida, kompleks birikmalar hosil bo'lishida yuzaga keladi. Bu ta'sir natijasida hosil bo'luvchi komplekslarning tarkibi, hosil bo'lishi mexanizmi, donor-akseptor ta'sirida ishtirok etuvchi atomlar tabiatiga, elektron orbitallarining turiga bog'liq.

Buni [H₂NBF₃] molekulas hosil bo'lishida ko'rib chiqaylik.



donor akseptor

Bu bog'lanishda ishtirok etuvchi bo'sh orbitali V atomi akseptor, elektron jufti beruvchi atom – azot atomi donor deyiladi.

$[\text{I}_2\text{C}_6\text{H}_6]$ molekulasida benzol molekulasining π - elektronlarini iondagi π bo'sh – MO orbitaliga kelib o'tirishi hisobiga hosil bo'ladi.

Bu bog'lanishning energiyasi 6 12 kJ (1,5-3,0 kkal)dan 200 kJ (50 kkal) gacha bo'ladi. Bog'lanish energiyasi qiymati turli moddalar uchun turli qiymatga ega bo'ladi: $[\text{I}_2\text{CH}_3\text{OH}]$ uchun $E_{\text{bog}} = 8$ kJ; $[\text{AlCl}_3\text{NH}_3]$ molekulasida uchun $E_{\text{bog}} = 233$ kJ.

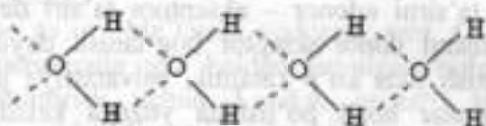
Donor-akseptor ta'sir moddalarning bir agregat holatidan ikkinchi holati o'tishga olib keladi. NH_3 va HCl gaz moddalar, lekin ularning o'zaro ta'sir mahsuloti NH_4Cl kristall. Donor-akseptor bog'lanish tufayli hosil bo'ladigan juda ko'p sonli kompleks birikmalar mazkur kursning alohida bobida o'rganiladi.

Vodorod bog'lanish. Molekula tarkibidagi vodorod atomining bo'sh orbitali va ikkinchi molekula tarkibidagi boshqa atomining elektron jufti hisobiga yuzaga keladigan bog'lanish vodorod bog'lanish deyiladi.



bunda $\text{x} = \text{O}, \text{N}, \text{S}, \text{Cl}, \text{F}, \text{Br}, \text{I}$ bo'lishi mumkin.

Vodorod bog'lanish Van-der-Vals kuchlaridan barqarorlik bo'lib ($E_{\text{bog}} = 8-40$ kJ), kovalent bog'lanishdan kuchsizdir. Vodorod bog'lanish elektromanfiyligi yuqori bo'lgan ($\text{F}, \text{Cl}, \text{O}, \text{N}, \text{S}$) elementlarning birikmalariga xosdir. Shu sababli suv moddasini ko'rib chiqadigan bo'lsak, bitta suv molekulasida 4 ta N – bog'lanish hosil qila oladi:

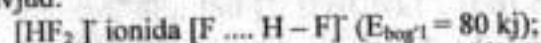


Vodorod bog'lanish molekularning assosiyalanishida, kristallanishida, erishida, kristallogidratlar hosil qilishida elektrolitik dissotsiyalanishda muhim rol o'ynaydi.

Vodorod bog'lanish molekulararo va ichki molekulyar vodorod bog'lanish turlariga bo'linadi.

Yuqorida ko'rilgan hamma vodorod bog'lanishni molekulararo vodorod bog'lanish deyiladi. Ichki vodorod bog'lanishga orto-nitrofenol molekulasidagi bog'lanishni misol qilish mumkin.

Shu bilan birgalikda atomlararo vodorod bog'lanish ham mavjud:



$[\text{H}(\text{H}_2\text{O})_2]^+$ kationida $[\text{H}_2\text{O} \cdots \text{H}^+ \cdots \text{O}_2\text{H}]$ ko'rinishidagi atomlararo H – bog'i bor.

Atom orbitallarning gibridlanishi. Agar davriy jadvaldagi ayrim elementlarning joylashuv o'rniga va ular namoyon etadigan valentliklariga e'tibor bersak: Be atomining tashqi elektron qavatida 2 ta s-elektroni bo'lib, ular o'zaro juftlashgan va shu sababli toq elektroni bo'lmagani uchun kovalent bog' hosil qila olmasligi kerak, ammo 2 ta kovalent bog'lanish hosil qiladi: S – atomida 2 ta s va 2 ta p elektronlar bo'lib, ulardan faqat pelektron toq holatda bo'lgani uchun uglerod atomi birikmalarda faqat ikki valentli bo'lishi kerak edi, lekin uglerod asosan to'rt valentli bo'ladi. Shu singari ko'pchilik metallarning ionlari oksidlanish darajasi past bo'lsada, (Cu^{2+}) kompleks birikmalarda to'rt, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ olti, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ikki va x.k. valentli (koordinatsion sonli) bo'ladi va bu holatlarda qandaydir nomuvofiqlik bordek tuyuladi.

Agar yuqoridagi holatlarni chuqurroq tahlil etsak va atomlarning asosiy va qo'zg'algan holatlarining elektron tuzilishi o'rtasida farq mavjudligini hamda atom elektron orbitallari gibridlanishi mumkinligini e'tiborga olsak bu savollarga yetarlicha asosli javob berish mumkin.

«Gibridlanish – nima» degan savolga uglerod atomi normal va qo'zg'algan holatining elektron tuzilishini o'rganish bilan javob berish mumkin.

Ma'lumki C – atomining normal holati va qo'zg'algan holatga o'tishi:



$\text{C}_{(\text{kuzg})}$ – atomida 4 ta (1 ta s, 3 ta p) orbitalda 4 ta toq elektron joylashgan. Lekin bu elektron orbitallar bir biridan ko'rinishi va

energiyasi (asosan s va p-orbitallar) bilan farq qiladi va ular kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida maksimal darajada boshqa bog'lanuvchi orbitallar bilan o'zaro qoplangan olmaydi. Bu «noqulaylik» ni bartaraf etish uchun ko'rinishi va energiyasi bilan o'zaro farq qiluvchi (s va p) – orbitallarning o'zaro qo'shilib ketib yangi energiyasi va ko'rinishlari bir xil bo'lgan yangi elektron orbitallarning hosil bo'lish hodisasi atom orbitallarining gibrirlanishi deyiladi.

Gibrirlanish natijasida hosil bo'lgan orbitallar nosimmetrik (bir tomoni katta, ikkinchi tomoni kichik bo'lib, kimyoviy bog'lanishda katta tomoni bilan ishtirok etadi. Gibrirlanishda eng kamida 2 ta s va p (yoki boshqa (d, f) orbitallar ishtirok etadi va nechta orbital ishtirok etsa shuncha gibrirlanish natijasida hosil bo'ladi.

Buni quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz:

C_{12} – atomidagi 1 ta s va 1 p (3 ta p dan) orbital o'zaro gibrirlansa: 1 ta s + 1 ta p = 2 ta sp gibrirlanish natijasida hosil bo'ladi. 2 ta r – orbital gibrirlanishda ishtirok etmaydi ular «gantelsimon» ko'rinishda qolaveradi. Hosil bo'lgan 2 ta sp^1 orbitallar fazoda bir-biriga nisbatan 180° burchak ostida joylashadi va ular ishtirokida hosil bo'lgan bog'lanish hamda molekular chiziqsimon tuzilishli bo'ladi. Bularga $BeCl_2$, BeF_2 , C_2H_4 , Cu_2C_2 , Ag_2C_2 , $[Ag(NH_3)_2]Cl$ kabi moddalar misol bo'ladi.

Agar 1 ta s va 2 ta p (3 ta r dan) orbitallar o'zaro gibrirlansa: 1 ta s + 2 ta p = 3 ta sp^2 gibrirlanish natijasida hosil bo'ladi. Bu orbitallar fazoda tekis uchburchak ko'rinishida joylashib, ular orasidagi burchak 120° ni tashkil etadi. Bu gibrirlanish hisobiga hosil bo'lgan kimyoviy bog'lanishli molekular va ionlarga misollar: BCl_3 , BF_3 , $AlCl_3$, $AlBr_3$, C_2H_4 , (qo'shbog' hosil qilgan barcha uglerod atomlari), C_6H_6 , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} .

1 ta s va 3 ta p – orbitallarning o'zaro qo'shilib ketishi natijasida 1 ta s + 3 ta p = 4 ta sp^3 gibrirlanish natijasida hosil bo'ladi. Bu gibrirlanish natijasida hosil bo'lgan orbitallar fazoda 109° burchak ostida joylashadi va ular asosan tetraedrik tuzilishli moddalarni hosil qiladi. Bular qatoriga CH_4 , H_2O , NH_3 , NH_4^+ , PO_4^{3-} , ClO^- , ClO_2^- , ClO_4^- , $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ barcha to'yingan uglerodlar va sikloparafinlardagi uglerod atomlarini kiritish mumkin.

Ma'lumki aksariyat metallarning ionlari kompleks hosil qiluvchilik xossasiga ega. Ularning 4- va 5- elektron qavatlaridagi s, p, d 5 0- orbitallari o'zaro gibrirlanib sp^3d^1 , sp^3d^2 kabi murakkab gibrirlanish natijasida hosil bo'ladi. Shunga asosan ularning tuzilishi sp^3d^1 – bo'lsa asosli kvadrat bo'lgan prizma ($k.s = 5$), uchyoqlama antiprizma, sp^3d^2 -gibrirlanish natijasida hosil bo'lgan oktaedrik tuzilishli moddalarni hosil qiladi.

Bu moddalar qatoriga d-metallarning turli koordinatsion birikmalari, SF_6 , $[SiF_6]^{2-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{2-}$, $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ va hokazolar kiradi.

Molekuladagi (markaziy) atomning gibrirlanish turi va bog'lanishda ishtirok etmagan elektronlar juftlarining o'zaro joylashuviga ko'ra molekularining tuzilishi quyidagicha bo'ladi:

Kimyoviy bog' hosil bo'lishining molekulyar orbitallar usuli (MO) nazariyasi. Kimyoviy bog' hosil bo'lishining VB usuli ba'zi bir: kimyoviy bog' bitta elektron hisobiga ham hosil bo'ladimi, kislorod molekulasida nima uchun paramagnit xossasiga ega, nima uchun H_2 hosil bo'ladiyu, H_2^+ hosil bo'lmaydi, nima uchun NO ga nisbatan NO^+ ionining bog'lanish energiyasi yuqori degan savollarga javob berilmadi.

Shu savollarga kimyoviy bog' hosil bo'lishining kvant mexanik nazariyasi hisoblangan molekulyar orbitallar (MO) usuli nazariyasi javob beradi.

MO usulining mohiyati. Bu tushunchaga ko'ra molekuladagi barcha elektronlar ma'lum atom orbitallardan hosil bo'lgan molekulyar orbitallarda joylashadi. Ularning holati shu orbitallarning to'liq funksiyalari shaklida yoziladi. Agar atomlar o'zaro juda yaqin masofaga kelishsa ulardagi elektronning to'liq funksiyasi o'zgaradi. Ya'ni molekula yadrolar va elektronlar «aralashma» masidan (to'plamidan) iborat bo'lib qoladi. Bunda bir elektron boshqa elektronlar va yadrolarning ta'siri ostida bo'lib, shu molekularidagi yangi hosil bo'lgan orbitallar bo'ylab qayta taqsimlanadi. Agar biz shu orbitallar turlarini, elektronlarning energiyalariga ko'ra qanday joylashganini Pauli va Xund prinsiplariga ko'ra aniqlasak va sistemasini tuzsak shunda molekula hosil bo'lishini MO nazariyasi bo'yicha tushungan bo'lamiz.

Elektronlar turi	Molekulyar qurilmalar
sp	$B-A-B$ $BeCl_2$, C_2H_2
sp^2	$B-A-B$ CO_2 H_2O , C_2H_4
sp^3	P_2O_5 , P_2S_5 , PO_4^{3-} , PO_3^{3-} $(CH_3)_3P$, $(CCl_3)_3P$, $(ClO_3)_3P$, PH_3
sp^3d	PCl_5 , PF_5 , PF_6^- , PF_6^+ , PF_6^- , PF_6^+ , PF_6^- , PF_6^+
sp^3d^2	UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+}
sp^3d^2	UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+}
sp^3d^2	UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+} , UO_2^{2+}

MO hosil bo'lishida s, p, d, f- atom orbitallari ishtirok etib, bularga mos keluvchi σ , π , γ , ν - molekulyar orbitallarini hosil qiladilar. Ana shu atom orbitallarining o'z energiya va simmetriyalariga mos keluvchi boshqa atom orbitallari bilan chiziqli qo'shilib ketishi (yoki ajralib ketishi) MO hosil bo'lishidagi atom orbitallarining chiziqli kombinatsiyasi (LKAO - MO) deyiladi.

Agar A va B elementlarning atom orbitallari to'liq funktsiyalarini ψ_A va ψ_B holida belgilasak ularning chiziqli kombinatsiyasi ikkita (ikki xil) molekulyar orbitallari ψ_+ va ψ_- hosil qilishini ko'ramiz: (4-rasm)

$$\psi_+ = S_1\psi_A + S_2\psi_B \text{ va } \psi_- = S_3\psi_A + S_4\psi_B$$

S - har bir atom orbitalni molekulyar orbital hosil bo'lishida qancha ulushi borligini ko'rsatuvchi doimiy son.

Demak, qancha atom orbitali ishtirok etsa shuncha molekulyar orbital hosil bo'ladi (5-6 rasmlar).

Molekulyar orbital hosil bo'lishi uchun atom orbitallarining energiyalari o'zaro yaqin va simmetriyasi (koordinatalar o'qida joylashishi) bir xil bo'lishi kerak.

N_2 - molekulyasi hosil bo'lishi 7-rasmda keltirilgan.

Atom orbitallarining qo'shilishi «musbat qoplanish», ajralishi - «manfiy qoplanish» deyiladi.

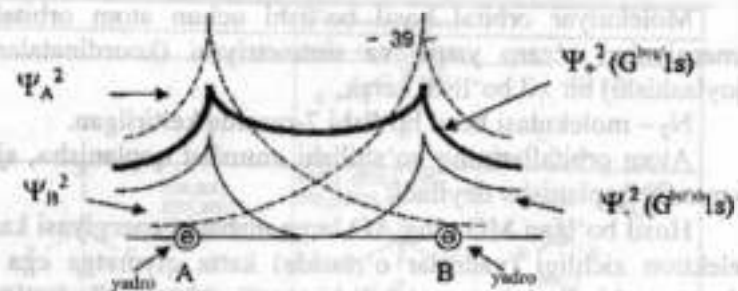
Hosil bo'lgan MO ning AO larga nisbatan energiyasi kam, lekin elektron zichligi (yadrolar o'rtasida) katta qiymatga ega bo'ladi. Atom orbitallarining qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan MO bog'lovchi orbital deyiladi va $G_{bog'}$ ko'rinishda belgilanadi.

Agar AO o'zaro ajralishsa yadrolar orasidagi elektron zichligi nolga teng bo'lib qoladi va ular o'zaro itarishadi. Bu paytda hosil bo'lgan MO lar atomlarni bog'lay olmaydi. Bunday MO larni bo'shashtiruvchi MO deyiladi va $G_{bo'sh}$ holida yoziladi. Vodorod atomlari o'zaro $G_{bog'}$ hosil qilib, vodorod molekulasini hosil qiladi. Bunda hosil bo'lgan MO larni quyidagicha yozish mumkin. $G_{bog'}$ $1s^2$; $G_{bo'sh}$ $1s^0$.

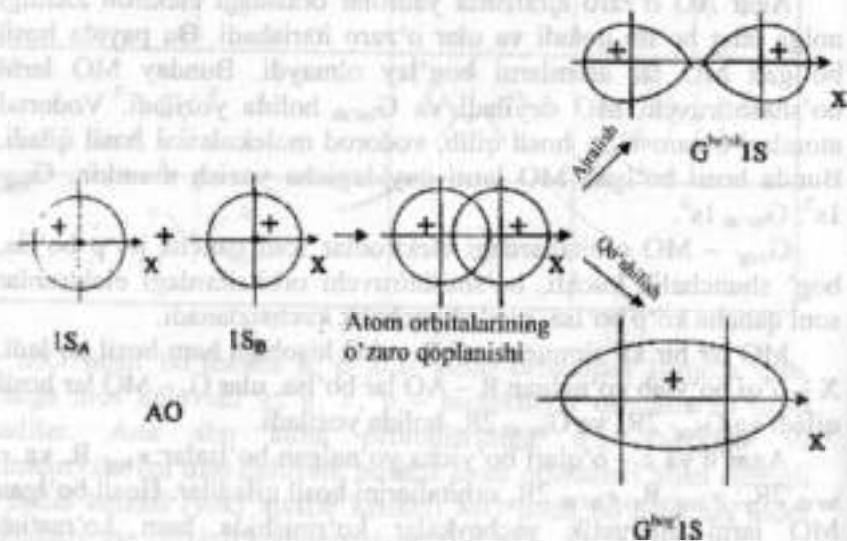
$G_{bog'}$ - MO orbitallardagi elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, bog' shunchalik kuchli, bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, bog' shunchalik kuchsizlanadi.

MO lar bir xil simmetriyali R - AO hisobiga ham hosil bo'ladi. X - o'qi bo'ylab yo'nalgan R - AO lar bo'lsa, ular G_r - MO lar hosil qiladi va $G_{bog'}$ $2R_x$ va $G_{bo'sh}$ $2R_x$ holida yoziladi.

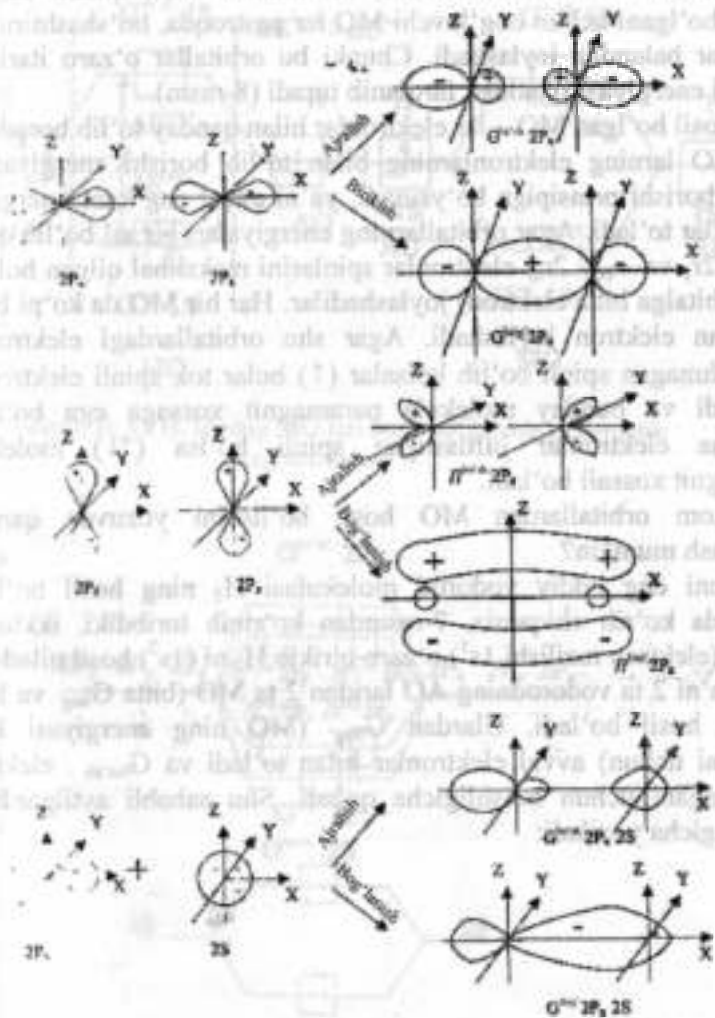
Agar u va z - o'qlari bo'yicha yo'nalgan bo'lsalar: $\pi_{bog'}$ R_y va $\pi_{bo'sh}$ $2R_y$; $\pi_{bog'}$ R_z va $\pi_{bo'sh}$ $2R_z$ orbitallarini hosil qiladilar. Hosil bo'lgan MO larni energetik yacheykalar ko'rinishida ham ko'rsatish mumkin. Bu MO lar hosil bo'lishining energetik diagrammasi deyiladi. N_2 va N_2^+ lar hosil bo'lish MO lari energetik diagrammalari rasmda keltirilgan. Ko'p elektronli molekulyalar hosil bo'lishini ham MO usulida tushuntirish mumkin. Bu molekulyalarda ham bog'lanuvchi AO lar soni yig'indisiga teng 7 - sondagi σ va π MO lar hosil bo'lib, ular o'z navbatida teng ikkiga bo'linib



3-rasm. AO lardan MO lar hosil bo'lishining to'liq funksiyalari grafigi



4-rasm. S atom orbitalarida G - MO larning hosil bo'lish sxemasi



5-rasm. Turli Molarning hosil bo'lish mexanizmi

(bog'lovchi va bo'shashtiruvchi) orbitallarni hosil qiladi. $E_{\text{bog}} < E_{\text{bo'sh}}$ bo'lgani uchun bog'lovchi MO lar pastroqda, bo'shashtiruvchi MO lar balandda joylashadi. Chunki bu orbitallar o'zaro itarilishi tufayli energiyasi jihatidan farqlanib turadi (8-rasm).

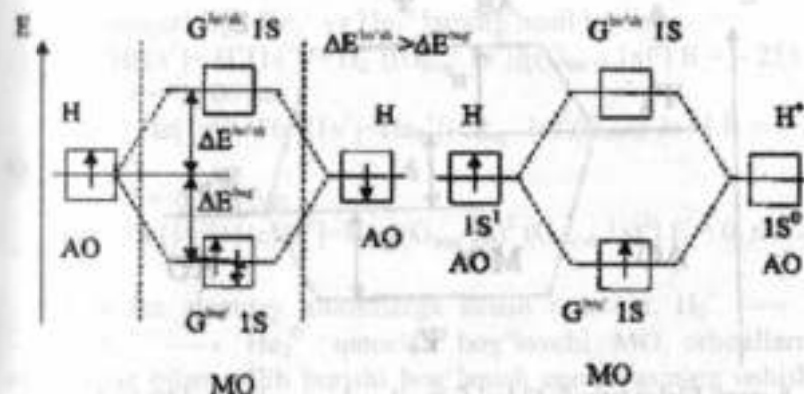
Hosil bo'lgan MO – lar elektronlar bilan qanday to'lib boradi?

MO larning elektronlarning bilan to'lib borishi energiyaning oshib borishi prinsipiga bo'ysinadi, ya'ni avval eng kam energiyali orbitallar to'liadi. Agar orbitallarning energiyalari bir xil bo'lib qolsa ($\sigma_{\text{bog}} 2r_y$ va $\sigma_{\text{bog}} 2r_x$) elektronlar spinlarini maksimal qilgan holda (har orbitalga bitta elektron) joylashadilar. Har bir MO da ko'pi bilan 2 tadan elektron joylashadi. Agar shu orbitallardagi elektronlar juftlashmagan spinli bo'lib kolsalar ($\uparrow$) bular tok spinli elektronlar deyiladi va bunday molekula paramagnit xossaga ega bo'ladi. Hamma elektronlar juftlashgan spinli bo'lsa ($\uparrow\downarrow$) molekula diamagnit xossali bo'ladi.

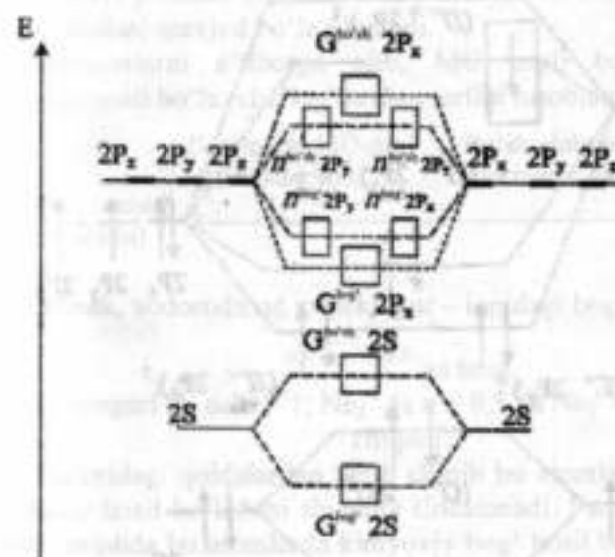
Atom orbitallardan MO hosil bo'lishini yozuvda qanday ifodalash mumkin?

Buni eng oddiy vodorod molekulasini H_2 ning hosil bo'lishi misolida ko'rib chiqamiz. 7-rasmdan ko'rinib turibdiki, ikkita H atomi (elektron tuzilishi $1s^1$) o'zaro birikib H_2 ni ($1s^2$) hosil qiladi.

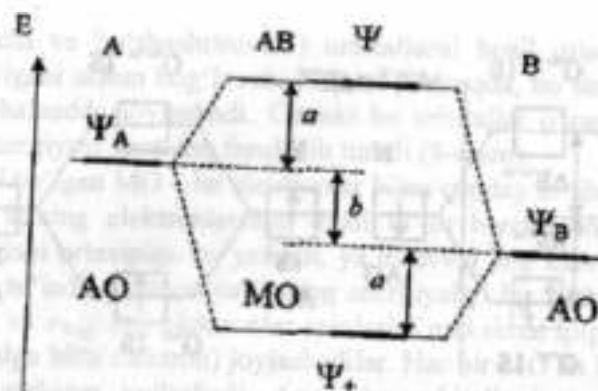
Ya'ni 2 ta vodorodning AO laridan 2 ta MO (bitta G_{bog} va bitta $G_{\text{bo'sh}}$) hosil bo'ladi. Ulardan G_{bog} (MO ning energiyasi kam bo'lgani uchun) avval elektronlar bilan to'liadi va $G_{\text{bo'sh}}$ – elektron etishmagani uchun bo'shligicha qoladi. Shu sababli aytilganlarni quyidagicha yoziladi:



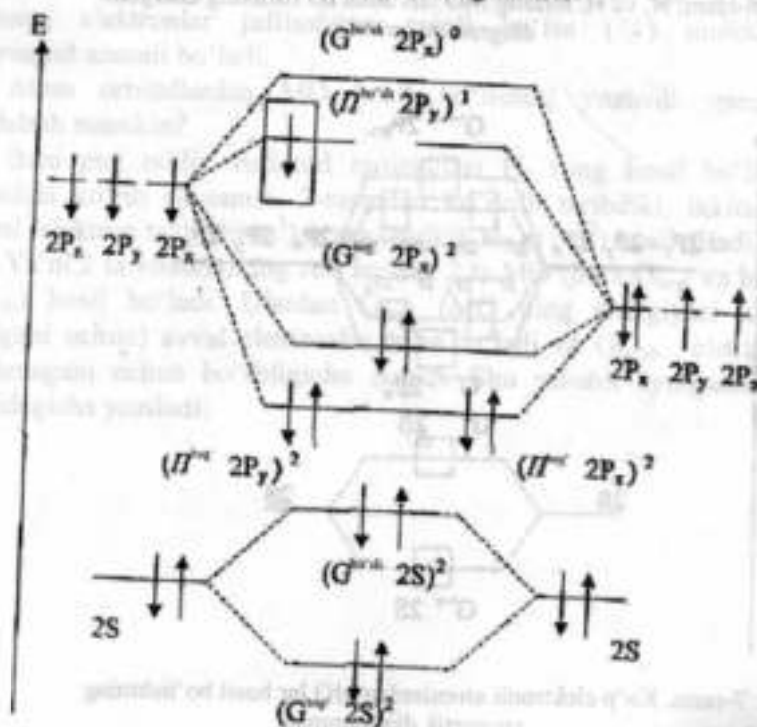
6-rasm. H_2 va H_2^+ larning MO lari hosil bo'lishining energetik diagrammalari



7-rasm. Ko'p elektronli atomlardan MO lar hosil bo'lishining energetik diagrammasi



8-rasm. Elektromanfiyligi farq qiluvchi atomlardan MO lar hosil bo'lish energetik diagrammasi



9-rasm. NO ionining hosil bo'lish MO lari energetik diagrammasi

Shu singari H_2^+ , He_2^+ va He_2^0 larning hosil bo'lishi:

$$H_2^+ : H[1s^1] + H^+[1s^0] = H_2^+ [(G_{brog}^+ 1s)^1] [(G_{bo'sh}^+ 1s)^0] E = -255 \text{ kJ} \\ r = 0,106 \text{ nm}$$

$$He_2^+ : He[1s^2] + He^+[1s^1] = He_2^+ [(G_{brog}^+ 1s)^2 (G_{bo'sh}^+ 2s)^1] E = -238 \text{ kJ} \\ r = 0,108 \text{ nm}$$

$$He_2 : He[1s^2] + He[1s^2] = He_2 [(G_{brog}^+ 1s)^2 (G_{bo'sh}^+ 1s)^2] E = 0, r = \infty$$

Bulardan shunday xulosalarga kelish mumkin. $H_2^0 \rightarrow H_2^+$ $\rightarrow He_2^+ \rightarrow He_2^0$ qatorida bog'lovchi MO orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi bog'lanish energiyasining oshishiga olib keladi. Lekin H_2^+ da bu orbitallardagi elektronning kamayishi va H^+ dan boshlab bo'shashtiruvchi MO larda elektronlarning paydo bo'lishi bu energiyani kamayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham nazariy jihatdan H_2^+ molekulasini mavjud bo'lishi mumkin, lekin H_2 molekulasini mavjud bo'la olmaydi.

Aytganlarni e'tiborga olib, MO usuli bo'yicha atomlar o'rtasida hosil bo'luvchi bog'larning tartibi hisoblanadi:

	Bog'lovchi MO dagi elektronlar soni	Bo'shashtiruvchi MO dagi elektronlar soni
Bog'lanish tartibi (n)	$\frac{2-1}{2} = 0,5$	

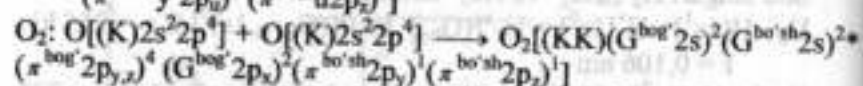
Demak, vodorodning molekulyar – ionidagi bog'lanish tartibi

$$n = \frac{2-1}{2} = 0,5 \text{ ga teng.}$$

Shu singari H_2 da $n = 1$; Ne_2^+ da $n = 0,5$ va Ne_2^0 da $n = 0$ kelib chiqadi.

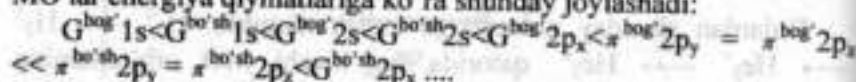
Yuqoridagi qoidalaridan kelib chiqib bu atomlardan molekulyar orbitallar hosil bo'lishini shunday ifodalanadi. Faqat yuqoridagidan farqli ravishda bu atomlarda kimyoviy bog' hosil bo'lishida ishtirok etmaydigan 1-, 2- va h.k.z. elektron qavatlar (K, L, M, ...) holida belgilanadi va ular AO larda ham, MO larda ham o'zgarishsiz qoladi, deb faraz qilinadi va MO larda (KK), (LL) yoki (KL) kabi ko'rinishda yoziladi. Buni quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz:





Agar O_2 molekulasini uchun yozilgan formulaga e'tibor berilsa, oxirgi 2 ta $\pi^{bo'sh}$ orbitallarda 1 tadan tok spinli elektronlar bor. Shu sababli O_2 (suyuq holda) paramagnit xossa namoyon qiladi.

Spektroskopik ma'lumotlarga ko'ra ikki atomli molekullarda MO lar energiya qiymatlariga ko'ra shunday joylashadi:



Molekulyar orbitallar bir turdagi va turli turdagi atomlar orasida hosil bo'lishi. Turli atomlar orasida ham MO hosil bo'ladi. Bunda ikki atomli geteroyadroli (turli elementlardan) (AB) molekullar vujudga keladi. Bunday MO lar hosil bo'lishida ikkala atom elektromanfiyliklarining qiymati asosiy rol o'ynaydi. Umuman ikkala atom elektromanfiyligi keskin farq qilmasligi kerak. Agar turli atomlar o'rtasida MO hosil bo'lsa, bulardan bog'lovchi MO hosil bo'lishida elektromanfiyligi yuqori bo'lgan AO larning hissi katta bo'ladi. Bo'shashtiruvchi orbitallarda esa – elektromanfiyligi kam bo'lgan element elektronlari ulushi ko'proq bo'ladi.

Faraz qilaylik: B element atomining elektromanfiyligi A element atominikidan ko'p. U holda elektronlarning to'liq funksiyasida $C_2 > C_1$ va $C_3 > C_4$ munosabati o'rinaldir.

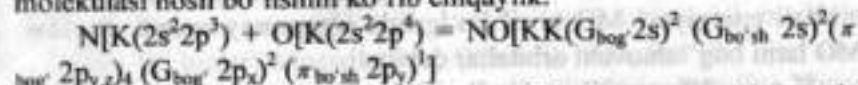
AB tipidagi geteroyadroli molekulaning MO energetik diagrammasi 9-rasmda keltirilgan.

B – element A – elementga nisbatan elektromanfiy.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, bog'lovchi MO energiyasi jihatidan elektromanfiyligi kattaroq element AO lariga yaqinroq. Elektromanfiyligi kichik bo'lgan A element AO lari energiyasi bo'yicha bo'shashtiruvchi MO larga yaqin. Bu nima degani? Buning ma'nosi shuki, bog'lovchi MO dagi elektron o'z vaqtining «ko'p qismini V atom atrofida» va bo'shashtiruvchi MO dagi elektron – A – atom atrofida o'tkazadi. Ikkala atom AO lari o'rtasidagi energiya

farqi ular orasidagi bog'ning qutbliligi, (v) – bog'ning ionligini, (a) – esa, shu bog'ning kovalentligini bildiradi.

Biror aniq misolda ko'radigan bo'lsak. NO – azot (II) oksidi molekulasini hosil bo'lishini ko'rib chiqaylik.



Bu yozuvga mos keluvchi energetik diagramma 10-rasmda keltirilgan. Diagrammadan ko'rinadiki bu molekullarning bo'shashtiruvchi ($\pi^{bo'sh} 2p_u$) orbitalida 1 ta elektroni bor. Shuning uchun uning parchalanish (dissotsilani)sh energiyasi $D = 680$ kJ. Agar shu elektron chiqib ketsa: $NO - e^- \rightarrow NO^+$ nitrozil ioni hosil bo'ladi. U juda barqaror ($D=1065$ kJ) holatdagi kationga o'tadi. Chunki NO^+ dagi bog'ni bo'shashtiradigan orbital bo'sh qoladi va bog' yanada kuchayadi.

Agar MO – lardagi elektronlar soni bir xil bo'lib ular bir xil (holatda) joylashgan bo'lsalar bunday molekullar izoelektron molekullar deyiladi. Masalan: N_2 , CN^- ; CO , NO^+ . Bulardagi MO da 10 tadan elektron bo'lib, ular quyidagicha joylashgan:

$(G^{bog})^2 (G^{bo'sh})^2 (\pi^{bog})^2 (G^{bog})^2 (G^{bo'sh})^2$. Bu molekullarda bog'lovchi elektronlar soni bo'shashtiruvchilariga nisbatan ancha ko'p. Shuning uchun bu molekullar ancha barqaror:

Molekula:	N_2	CN^-	CO	NO^+
Bog'lanish tartibi	3	3	3	3
Bog'lar uzunligi: A^0	1,10	1,14	1,28	1,062
Dissotsiatsiya energiyasi	940	940	1069	1048 kJ

Bu molekullarda elektronlar buluti zichligining taqsimlanishi ham bir xil. Shuning uchun SO va N_2 ning fizik xossalari (o'zaro o'xshash) bir xil. Spektrlari ham bir xil. Kimyoviy xossalari ham o'xshashliklar bor.

Elektromanfiyligi keskin farq qiladigan elementlar qatoriga H (E.M.= 2,1) va F (E.M.= 4,1) elementlarni kiritish mumkin. Shu sababli HF molekulasini hosil bo'lishini ko'raylik. H ning ionlanish

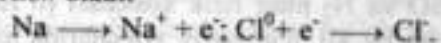
energiyasi 13,6 ev. F niki esa, 17,4 ev. Shu sababli F ning 2s - orbitali kam energiyaga ega bo'ladi va bu vodorodning 1s orbitalining energiyasidan ham kichik. Katta energiya farqi bo'lgani uchun bu orbitallar o'zaro ta'sirlashmaydi. Natijada florning 2s - orbitali energiyasi MO hosil bo'lganda o'zgarmay qoladi. Bunday MO larni bog'lamovchi orbitallar deyiladi.

F ning 2R_y va 2R_z orbitallari ham H ning 1s - orbitali bilan ta'sirlasha olmaydi. Chunki 2R_y va 2R_z lar u va z o'qlari bo'yicha vodorodning 1s orbitali x - o'qi bo'yicha yo'nalgan. Ya'ni ularning simmetriyasi (fazoda joylashuvi) bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Shu sababli ular ham bog'lamovchi orbitallar hosil qiladi. MO hosil bo'lishida F atomidan faqat bitta 2P_x orbital va vodoroddan 1s orbital ishtirok etadi, chunki ular bir xil simmetriyaga ega, ya'ni x - o'qi bo'ylab yo'nalgan. Natijada H va F atomlari AO laridan 2 ta MO hosil bo'lib, ulardan faqat G_{bog} orbital elektron bilan to'lgan bo'ladi: HF[(G_{bog} 1S 2P_x)]. Bu molekula 2 elektronli bog'ga ega. Bog'lanish tartibi 1 ga, bog'lanish energiyasi E_{H-F} = 560 kJ ga teng.

Yuqoridagilardan umumiy xulosa shundayki, MO usuli kimyoviy bog' hosil bo'lishini to'liq tushuntirib beruvchi va moddalarning xossalarini ularning elektron tuzilishi bilan bog'liq ekanligini aniq aytib beruvchi nazariyadir.

Ion bog'lanish. Kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida elektromanfiyliklari bir-biridan keskin farq qiladigan elementlar (metallar va metallmaslar) ishtirok etsalar kimyoviy bog'lanish turi va uning hosil bo'lish mexanizmi boshqacha bo'ladi. Misol tariqasida Na va Cl atomlari o'rtasida Na-Cl bog'i hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz.

Na davriy jadvalining III davr I guruhi elementi, uning elektromanfiyligi 0,9 ga teng. Cl shu davrning VII guruhi elementi, elektromanfiyligi 2,8 ga teng. Bu atomlar o'zaro ta'sirlashganda Cl atomi Na atomining tashqi elektron qavatidagi birta elektronni «tortib» oladi:



Natijada bittadan Na⁺ ion va Cl⁻ ion hosil bo'ladi. Bu erkin ionlar o'rtasida o'zaro elektrostatik tortishuv kuchlari yuzaga keladi va Na-Cl (ion) bog'i hosil bo'ladi. Ion bog'lanish deb, qarama qarshi

zaryadli ionlarning elektrostatik tortishuv kuchlari vositasida yuzaga keluvchi kimyoviy bog'lanishga aytiladi.

Ion bog'lanishda ishtirok etuvchi elektron(lar) doimo elektromanfiyligi kam bo'lgan atomdan elektromanfiyligi yuqori bo'lgan element atomiga o'tib ketadi. Ion bog'lanishli moddalar (ko'pchilik tuzlar) asosan qattiq (kristall) holda bo'lib, ular suvli eritmalarda eriganda ionlarga ajraladi (dissotsiyanlanadi). Yuqori temperaturada suyuqlanadi.

Ion bog'lanish to'yinmaganlik va yo'nalmaganlik xossalariga ega. Ma'lumki ionlar sharsimon tuzilishga ega bo'lib, ularda zaryad (ionning butun sirti bo'yicha) bir xil tarqaladi. Shu sababli ularning bir-biri bilan tortishuvi uchun ular fazoda ma'lum yo'nalish bo'yicha joylashuvi shart emas, shu sababli ionlar o'zaro xohlagan holatda tortishadilar. Bunday tortishuv tufayli hosil bo'lgan bog'lanish yo'nalishga ega bo'lmaydi.

Sharsimon zarracha ko'rinishdagi ion(lar) boshqa cheklanmagan sondagi ionlar bilan o'zaro tortishuv kuchlari hosil qiladi va atrofida qarama-qarshi zaryadli boshqa ionlarning bir nechtasini «ushlab» turadi. Bu ion bog'lanishning to'yinmaganligini ko'rsatadi. Bir ion atrofida boshqa zaryadli nechta ion joylashganini ko'rsatuvchi son shu ionning koordinatsion soni (k,s) deyiladi. NaCl molekulasida kristallarida har bir Na⁺ ion atrofida 6 ta Cl⁻ va har bir Cl⁻ ion atrofida 6 ta Na⁺ ion joylashgan. Shunga ko'ra Na ning koordinatsion soni 6 ga, Cl ioning koordinatsion soni ham 6 ga teng. Koordinatsion sonning qiymati har bir ionning radiusi r ga va r nisbatiga bog'liq bo'ladi. Agar kation radiusi anion radiusidan katta R_k < R_a bo'lsa, 1 ta kation atrofida bir necha anion joylashadi, va kationning koordinatsion soni katta bo'ladi. R_k / R_a nisbatga ko'ra koordinatsion son 2, 4, 6, 8 va 12 gacha bo'ladi.

Metall bog'lanish. Metallarning kristall panjaralarida tuzilishini, ularning xossalarini o'rganish ularda kimyoviy bog'lanishning o'ziga xos turi mavjudligini ko'rsatadi.

Metallarning kristall panjaralari tugunlarida «metall atom -ioni» joylashgan. Bu «atom-ion»lar panjara hosil bo'lishida har bir metall atomidan bir yoki bir necha elektronlarni chiqishi natijasida hosil bo'ladi. Erkin holdagi elektronlar esa xuddi gaz molekulari singari kristall panjaraning bo'shliqlarida joylashadi. Kristall panjarada

uning tugunlaridagi metall atom-ionlari bilan elektronlar o'rtasida yuzaga keladigan tortishuv kuchlari metall bog'lanish deyiladi.

Metall bog'lanish kuchli bog'lanish bo'lib, u asosan barcha metallarning xossalari belgilab beradi. Metallarda erkin elektronlar oqimi borligi uchun ular issiqlikni, elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Metallarning yaltiroqligi, turli rangda bo'lishi ham ularning elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi.

Moddalarning suyuq va qattiq agregat holati. Qattiq moddalar kristall va amorf tuzilishli bo'lib, moddalarning xossalari ularning tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Moddalarning kristall tuzilishi: Ko'pchilik moddalar qattiq holda kristall tuzilishiga ega bo'ladilar. Ya'ni qattiq moddada (molekulalar, atomlar) zarrachalar bir-biriga nisbatan juda qattiq (yuqori) tartib asosida joylashadi. Kristall tekis yo'qlari, uchlari va to'g'ri chiziqli qirralari bilan xarakterlanadi. Kristallar mono va polikristallarga bo'linadi. Polikristallar – ko'p sonli turli «orientirlan» gan kichik kristalldir. Ularning tuzilishi tashqi tomondan betartib bo'lsada, ichki tuzilishi kuchli tartibli bo'ladi. Kristallarning formasi – shaklini o'rganuvchi fan – «Geometrik kristallografiya» deyiladi.

Kristallarni tuzilishini xarakterlash uchun 3 ta kristallografik o'qlar kiritilgan (a, b, c).

Kristall moddalarning farqlari ularning tuzilishlaridagina emas, balki ular bir jinsli bo'lsalarda barqarorligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, yorug'likka munosabati turlicha bo'ladi.

Sistema	O'qning uzunligi	O'qlar orasidagi
Kub	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90$
Tetragonal	$a=b \neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90$
Ortorombik	$a \neq b \neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90$
Monoklinnik	$a \neq b \neq c$	$\alpha=\gamma=90; \beta \neq 90$
Triklinnik	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90$
Geksagonal	$a \neq b \neq c$	$\alpha=\beta=90; \gamma=120$
Romboedrik	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma \neq 90$

Bu xususiyatlari ularning har bir o'qlari bo'yicha ham saqlanib qoladi. Bu xususiyat anizotropiya deyiladi.

Bir modda turli kristall tuzilishiga ega bo'lishi polimorfizm deyiladi. M: SiO_2 turli tuzilishdagi moddalarni hosil qilgani uchun, bu moddalar o'zaro polimorf moddalar deyiladi. Tarkibi turlicha bo'lgan moddalar bir xil kristall tuzilishli moddalarni hosil qilssa izomorfizm deyiladi. M: Olmos va NaCl kristallari kubsimon tuzilishli kristallar hosil qiladi. Bu moddalar izomorf moddalar deyiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Kimyoviy bog'lanish nima va u qanday hosil bo'ladi?
2. Kimyoviy bog' qanday xarakteristikaga ega?
3. Kimyoviy bog'lanishning qanday turlari mavjud?
4. Kovalent bog'lanishning xossalari tushuntiring.
5. Donor-akseptor bog'i qanday hosil bo'ladi va u qanday moddalar tarkibida uchraydi?
6. Vodorod bog'lanish nima, qanday turlari mavjud?
7. π va δ bog'lanish deganda nimani tushunasiz?
8. Kimyoviy bog'lanishning MOlar usulining mohiyati nimadan iborat?
9. N_2 , N_2^+ , Ne_2 larning hosil bo'lish bo'lmashligini qanday asoslash mumkin?
10. Atom orbitallarining gibridlanishi deganda nimani tushunasiz?
11. sp^1 , sp^2 , sp^3 , sp^3d^2 gibridlanish turi hisobiga hosil bo'lgan molekullarga misollar keltiring.
12. Ion bog'lanish va uning xususiyatlari nimadan iborat?
13. Molekulaning dipol momenti deganda nimani tushunasiz?
14. NH_4Cl , CH_4 , $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ molekullarida qanday bog'lanish va gibridlanish turlari mavjud?
15. Qattiq moddalarning tuzilishi nimaga bog'liq bo'ladi?
16. Moddaning kristall tuzilishini izohlang.
17. Izomorfizm va polimorfizm hodisalarini aniq misollar orqali tushuntiring.

TESTLAR

1. Kovalent (qutbsiz) bog'lar hisobiga tuzilgan molekulari moddalarning xususiyatlari qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?
1) molekulyar massalari nisbatan yuqori; 2) suyuqlanish temperaturasi nisbatan past; 3) suvda eruvchanligi yaxshi; 4) organik erituvchilarda eruvchanligi yaxshi; 5) molekullardagi bog'larning to'yinuvchan bo'lmashligi; 6) molekullardagi bog'larning yo'naluvchan bo'lishi;

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

2. Suv moddasida qaysi turdagi kimyoviy bog'lar mavjud?
1) ionli; 2) kovalent; 3) qutbli kovalent; 4) vodorod;

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

3. Sariq qon tuzi – $K_4[Fe(CN)_6]$ tarkibidagi markaziy atom bilan ligandlar orasidagi bog' qaysi turga mansub?

A) vodorod B) metall C) ionli D) donor – akseptor

4. Quyidagi birikmalarni ularda bog' barqarorligi ortib borish tartibida joylashtiring. 1.HCl; 2.HF; 3.HBr; 4.HI

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

5. Qaysi birikmalar kovalent bog'lanish yordamida hosil bo'lgan?

1.H₂; 2.HBr(gaz); 3.TiO; 4.FeCl₂; 5.CH₂O;

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

6. Qaysi birikmada element bilan vodorod orasidagi bog' eng qutbli?

A) CH₄ B) HCl C) H₂S D) CH₃OH

7. Qutbsiz kovalent bog'i bo'lgan molekullarni tanlang.
1) etan; 2) xlor;

3) metilamin; 4) metilmerkaptan (CH₃SH); 5) metilxlorid;
6) chumoli aldegid;

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

8. Tarkibi $[CF_6]^{2-}$ bo'lgan ionda qaysi turdagi bog'lanish bo'lishi mumkin?

A) qutbli kovalent B) ionli C) donor – akseptor

D) qutbli kovalent va donor – akseptor

9. Qutbsiz kovalent bog'lanish qanday element atomlari orasida hosil bo'ladi?

A) bir xil metallning turli atomlari orasida

B) turli metallar orasida

C) metall bilan metallmas atomlari orasida

D) turli metallmaslar atomlari orasida

10. Vodorod va xlor molekullarida atomlar orasida bog'lanish qaysi energetik pog'onachadagi elektronlar hisobiga bo'ladi?

A) 2s, 2p B) 1s, 2p C) 1s, 3p D) 2s, 3p

IV. KIMYOVIY JARAYONLAR BORISHINING ASOSIY QONUNIYATLARI. TERMODINAMIKA TUSHUNCHALARI

Sistema. Sistema – tashqi muhitdan chegara bilan ajratib olingan fazoning bir qismi bo'lib, u o'zining (tarkibiy qismi) energiyasi – E ; temperaturasi – T , bosimi – P , hajmi – V ya'ni parametrlari bilan xarakterlanadi. Sistema turli xil bo'lib, shular jumlasiga alohida modda yoki moddalar to'plami, kolbadagi reaksiya (aralashma) eritma, silindrdagi gaz va hokazolar kiradi.

Sistema bir yoki bir necha tarkibiy qism (komponent)dan iborat bo'ladi. Sistemaning bir-biridan sirt chegarasi bilan ajratilgan va mustaqil holda mavjud bo'la oladigan bir jinsli qismi *komponent* deyiladi. Sistemadagi tarkibiy qismlarning agregat holatiga ko'ra *gomogen* va *geterogen* sistema bo'ladi. Agar sistema bir xil agregat holatdagi moddalar (faqat gazsimon moddalar, faqat qattiq yoki faqat suyuq) moddalardan iborat bo'lsa *gomogen (bir jinsli) sistema* deyiladi. Agar turli agregat holatdagi moddalar (gaz-suyuq, qattiq-suyuq, qattiq-gaz) dan iborat bo'lsa *geterogen sistema* deyiladi.

Sistema energiyasining bir turdan boshqasiga aylanishi sababi va qonuniyatlarini urganuvchi faning bo'limiga *termodinamika* deyiladi. Termodinamik tushunchalar, kattaliklar va uning qonunlaridan muhandis texnologlar ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda va modellashtirishda foydalanadilar.

Energiyaning saqlanish qonuni. Ichki energiya va entalpiya. Ma'lumki, barcha jarayonlar sistema energiyasining o'zgarishi bilan amalga oshadi. Umuman, har qanday jarayon borishi energiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Masalan, bir jismga ortiqcha issiqlik berilsa (qizdirilsa) avval jism qiziy boshlaydi, ya'ni uning ichki energiyasi (atom, molekula va boshqa zarrachalar energiyalari yig'indisi) o'zgaradi, keyinchalik bu jism o'zidan atrof-muhitga issiqlik chiqara boshlaydi, ya'ni tashqi muhitga nisbatan ish bajaradi. Bu holatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$Q = \Delta U + A$. Bunda Q – berilgan issiqlik miqdori. ΔU – ichki energiya o'zgarishi; A – bajarilgan ish.

Jarayonlar (reaksiyalar) o'zgarmas hajm ($V = \text{const}$ $\Delta V = 0$)da borishi (izoxor jarayon) yoki o'zgarmas bosim ($P = \text{const}$ $\Delta P = 0$)da borishi (izobar jarayon) mumkin.

Bajarilgan ish $A = p\Delta V$ ekanligini e'tiborga olsak, izoxor jarayonlarning issiqlik effekti: $Q = \Delta U + p\Delta V$; bo'lib, $A = p\Delta V = 0$ bo'lgan uchun $Q = \Delta U$ bo'ladi. Demak, hajm o'zgarmasdan boradigan jarayonlarning issiqlik effekti (Q) shu sistemaning ichki energiyasi o'zgarishiga (ΔU) teng. Ichki energiya energiyaning boshqa turlari singari sistema holatining funksiyasi hisoblanib, sistema dastlabki holati bilan oxirgi holatiga bog'liq: $\Delta U = U_{\text{ox}} - U_{\text{bosh}}$. Bunda U_{ox} va U_{bosh} – sistemaning oxirgi va dastlabki holatdagi ichki energiyalari, kJ/mol.

Izobar jarayonlar uchun $Q = \Delta U + p\Delta V$ bo'ladi. $\Delta U = U_2 - U_1$ va $\Delta V = V_2 - V_1$ ekanligini e'tiborga olsak $Q = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1) = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1)$ bo'ladi. Bu ifodadagi $(U + pV)$ yig'indi sistemaning biror holatini belgilab: $(U + pV) = H$ ga tengdir. Bu yerda H – entalpiya (ya'ni sistemaning (moddaning) issiqlik saqlami deyiladi.

Demak, izobar jarayonlarda issiqlik effektning o'zgarishi $Q = \Delta H$ bo'lib, sistema entalpiyasi o'zgarishiga teng: $Q_p = \Delta H = H_2 - H_1$

Har qanday reaksiyaning issiqlik effekti uning qanday va necha bosqichda borganligiga emas, balki moddalarning boshlang'ich va oxirgi holatlariga bog'liqdir. Bu Gess qonuni deyiladi, bu matematik ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$\Delta H_{X,P} = \sum \Delta H_{\text{Moddalar}}^{X,B} - \sum \Delta H_{\text{Dast modda}}^{X,B}$$

Bu ifodada $\Delta H_{X,P}$ moddalarning hosil bo'lish issiqligi bo'lib uning ma'nosi – oddiy moddalardan «1 mol» murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqadigan (yoki yutiladigan) issiqlik miqdordir. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlarini hisoblashda standart hosil bo'lish issiqligi qiymatidan foydalaniladi.

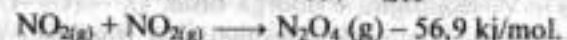
Bu yerda: $\sum \Delta H_{\text{Moddalar}}^{X,B}$ reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar hosil bo'lish issiqlarining;

$\sum \Delta H_{\text{Dast modda}}^{X,B}$ reaksiyaga kirishaetgan moddalar hosil bo'lish issiqlarining yig'indisi.

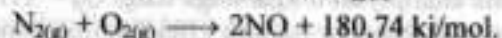
Moddalarning standart (25°C yoki 298 K va $101,325\text{ kPa}$) da o'lchangan hosil bo'lish issiqligi shu moddaning standart hosil bo'lish issiqligi deyiladi va $\Delta H_{298}^{\text{std}}$ holida belgilanadi. Shuni unutmaslik kerakki, oddiy moddalar (Fe , C , S , Cr , Al , Si , H_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , J_2 , F_2 va hokazo) ning standart hosil bo'lish issiqliklari

qiymati nolga teng ya'ni $\Delta H_{\text{sh298}} = 0$ kJ/mol. Boshqa ba'zi moddalar uchun ΔH_{sh298} ning qiymatlari I jadvalda keltirilgan. Shu jadvaldagi qiymatlardan va Gess qonuni matematik ifodasidan foydalanib har qanday kimyoviy jarayonning issiqlik effekti va biror reaksiyada ishtirok etayotgan moddaning hosil bo'lish issiqligi qiymatlarini hisoblash mumkin.

Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik chiqsa ($\Delta H < 0$) sistemaning entalpiyasi kamayadi, bunday jarayonlar ekzotermik jarayonlar deyiladi. Reaksiya tenglamasida (- N) ifoda qo'shib yoziladi:



Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik yutilsa, ($\Delta H > 0$) sistemaning entalpiyasi (issiqlik saqlami) ortadi. Bu jarayonlar endotermik jarayon deyiladi. Reaksiya tenglamasida (+ N) ifoda qo'shib yoziladi:



Agar kimyoviy reaksiya tenglamasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ko'rsatilsa bunday tenglama termokimyoviy tenglama deyiladi. Kimyo fanining reaksiyalar issiqlik effektlarini urganuvchi bo'limiga termokimyoviy deyiladi.

Entropiya haqida tushuncha: kimyoviy reaksiyalar paytida gazsimon moddalardan suyuq yoki qattiq modda; qattiq moddalardan suyuq yoki gazsimon moddalar; suyuq moddalardan gazsimon va qattiq moddalar hosil bo'ladi. Moddalarning agregat holatlari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar natijasida sistemaning «tartibsizlik» darajasi o'zgaradi. Boshqacha aytganda sistemaning entropiyasi o'zgaradi.

Sistemada zarrachalarning «tartibsizlik» holatini miqdoriy xarakteristikasi sifatida entropiya tushunchasi kiritilgan bo'lib, u S harfi bilan belgilanadi va kJ/mol·K yoki J/mol·K. birliklarda uchlanadi. Jarayonlar o'z-o'zidan borishi uchun sistemaning entropiyasi reaksiyadan oldingi holatdagiga nisbatan reaksiyadan keyin oshishi kerak, ya'ni $\Delta S_{\text{xt}} > 0$ bo'lishi kerak. M: NaCl kristallari suvda eriganda kristall panjaradagi NaCl molekullari eritmaga o'tib tartibsiz holatga o'tadi. Bu molekullar suvda

ionlanadi. Na⁺, Cl⁻ ionlari molekuladagiga nisbatan yanada betartib holatga o'tadi. Shu sababli $S_{\text{NaCl(k)}} < S_{\text{NaCl(eritma)}} 0 < S_{\text{ionlangan (Na}^+ + \text{Cl}^-)}$ bo'ladi.

Shu singari suvning agregat holati o'zgarishida $\Delta S_{H_2O(\text{maz})} < \Delta S_{H_2O(\text{suyuq})} < \Delta S_{H_2O(\text{bug'})}$ bo'ladi.

Agar CaCO₃ ni qizdirsak $\text{CaCO}_3(\text{k}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ o'zgarish borib, kristall modda (CaCO₃) ikkita modda CaO (qattiq) va CO₂ (gaz) moddalariga parchalanadi. Shu sababli sistemadagi zarrachalar soni va ularning tartibsizligi oshib ketib sistemaning entropiyasi $\Delta S_{\text{xt}} > 0$ bo'ladi.

Kimyoviy reaksiya entropiyasining o'zgarishi esa ΔS_{xt} holida yoziladi. Umuman kimyoviy reaksiyalarda entropiya o'zgarishi quyidagi asosiy formula bilan hisoblanadi:

$\Delta S_{\text{xt}} = \sum S_{298}(\text{mahsulot}) - \sum S_{298}(\text{dast.mahsulot})$ Bunda: $\sum S_{298}(\text{mahsulot})$ reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar standart entropiyalarining yig'indisi.

$\sum S_{298}(\text{dast. modda})$ reaksiyaga kirishaetgan moddalar standart entropiyalari yig'indisi.

Izobar izotermik potensial. Kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladigan paytda bir vaqtning o'zida sistemaning entalpiyasi va entropiyasi o'zgaradi. Ana shu ikki effektlarning yig'indisi sistema (reaksiya) ning Gibbs energiyasi deyiladi. Bu paytda sistemaning temperaturasi va bosimi o'zgarmas bo'lgani uchun Gibbs energiyasini boshqacha qilib sistema izobar- izotermik potensialining o'zgarishi ham deyiladi va ΔG holida belgilanadi, uning o'lchov birligi – kJ/mol, kkal/mol, «1 mol» moddaning standart sharoitda hosil bo'lishida reaksiya izobar- izotermik potensialining o'zgarishi shu moddaning standart hosil bo'lish izobar-izotermik potentsiali o'zgarishi deyiladi va ΔG_{sh298} yoki ΔG_{298} ko'rinishda yoziladi. Ayrim moddalarning ΔG_{sh298} qiymati jadvalda berilgan.

Har qanday kimyoviy reaksiya izobar-izotermik potensialining o'zgarishi – $\Delta G_{298 \text{ xt}}$ quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta G_{298 \text{ xt}} = \sum \Delta G_{\text{sh298}}(\text{mahsulot}) - \sum \Delta G_{\text{sh298}}(\text{dast.modda})$$

Bunda: $\sum \Delta G_{\text{sh298}}(\text{mahsulot})$ reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar standart izobar-izotermik potentsiallari o'zgarishining yig'indisi, kJ/mol.

$\Delta G_{298}^{x,b}$ reaksiyaga kirishayotgan moddalar standart izobar-izotermik potentsiallari o'zgarishining yig'indisi, kJ/mol.

Umuman sistemaning temperaturasi (T), entalpiya o'zgarishi (ΔH) entropiya o'zgarishi (ΔS) hamda izobar-izotermik potentsiali o'zgarishi ΔG o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

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

Izobar-izotermik potentsialning qiymatiga qarab standart sharoitda reaksiyalarning borish bormasligi va reaksiyaning yo'nalishi to'g'risida xulosa qilinadi.

a) Agar kimyoviy reaksiya izobar-izotermik potentsiali o'zgarishining qiymati $\Delta G_{298(x,r)} > 0$, ya'ni musbat bo'lsa, bu reaksiyalar standart sharoitda o'z-o'zidan bormaydi;

b) agar $\Delta G_{298(x,r)} < 0$ ya'ni manfiy bo'lsa bu reaksiyalarni standart sharoitda o'z-o'zidan boradi.

v) Agar $\Delta G_{298} = 0$ bo'lsa, bunda sistema kimyoviy muvozanat holida bo'ladi. Muvozanatni zarur reaksiya boradigan tomonga yo'naltirish uchun sistema parametrlari R , T , S , V larni o'zgartirish kerak bo'ladi.

Umuman termodinamik kattaliklarni bilish texnologik jarayonlarni boshqarishni o'rgatib, u yoki bu jarayonlar borishini asoslab beruvchi fundamental tushunchalardir.

Takrorlash uchun savollar

1. Sistema, komponent, sistema parametrlari deganda nimani tushunasiz?
2. Kimyoviy reaksiyaning energetik effekti deganda nimani tushunasiz?
3. Reaksiyalarning issiqlik effekti nima, u qanday belgilanadi va o'lchov birligini izohlang.
4. Hosil bo'lish issiqligi nima?
5. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar deb nimaga aytiladi? Ularga misollar keltiring.
6. Gess qonunining ta'rifi va matematik ifodasini izohlang.
7. Entropiya tushunchasini izohlab bering.
8. Izobar-izotermik potentsial nima?
9. Gibss energiyasi qiymatining amaliy ahamiyati nimadan iborat?
10. Ichki energiya, izoxor, izobar jarayonlar tushunchalariga izoh bering.

V. KIMYOVIY REAKSIYALARNING KINETIKASI

Avvalgi mavzularda kimyoviy jarayonlar (reaksiya) lar borish ehtimoligini va ularning energetik effektlarini o'rgandik. Lekin bu tushunchalar reaksiyalar qanday tezlikda boradi va ularning tezligi qanday faktorlar (omillar)ga bog'liqligini tushuntirib bera olmadi. Shu boisdan har bir murakkab reaksiyalarning haqiqiy mexanizmi, bu reaksiyalarni boshqarish istiqbollari, texnologik jarayonlarni matematik modelashtirish, optimallashtirish, avtomatlashtirish kabi asosiy muammolarni hal etish kimyoviy reaksiya tezligini chuqurroq bilishni talab etadi.

Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir etuvchi faktorlarni o'rganuvchi kimyo fanining bo'limi *kimyoviy kinetika* deyiladi.

Kimyoviy reaksiya tezligi. Ma'lumki, har qanday kimyoviy hodisa natijasida bir modda boshqa moddaga aylanadi. Bu ma'lum vaqt ichida dastlabki modda miqdorini kamayishi va yangi hosil bo'layotgan modda miqdorini ortib borishi bilan ro'y beradi ya'ni har bir reaksiya ma'lum tezlik bilan boradi. Ushbu mulohazadan kelib chiqib kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'rif beraylik.

Reaksiya tezligi deb, vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi (yoki hosil bo'luvchi) moddalar konsentratsiyasining o'zgarishiga aytiladi.

Agar vaqt $-t$ (sek) va konsentratsiya $-S$ (mol/l) bilan belgilansa, reaksiya tezligi $V = +dS/dt$ bo'lib, o'lchov birligi -mol/l.sek bo'ladi.

Reaksiya gomogen sistemada, ya'ni bir xil agregat holatdagi moddalar (M : faqat gazsimon yoki suyuq holatdagi moddalar o'rtasida) borsa, reaksiya tezligi yuqoridagi birlikda ifodalaniladi.

Agar reaksiya geterogen sistemada, turli agregat holatlardagi moddalar, ya'ni (gaz-qattiq; qattiq-suyuq) o'rtasida borsa, qattiq modda reaksiyada faqat sirti bilan gaz (suyuq) modda bilan ta'sirlashadi. Bunday reaksiya tezligi birligini ifodalashda qattiq moddaning sirt yuzasi hisobga olinadi va mol/(m²*s) birlikda o'lchanadi. Bunday reaksiyalarga yonish reaksiyalari, metallarning gazlar (O_2 , Si_2 , F_2 ...) muhitida oksidlanish, NH_3 , H_2 , CO ishtirokida qaytarilish, metallarning korroziyalanishi misol bo'ladi. Umuman: $aA + vV = rS + dD$ tenglamaga mos keluvchi reaksiya bo'lsa, bu reaksiya tezligini dastlabki (A va V) moddalar

konsentratsiyalari orqali yoki hosil bo'luvchi (S va D) moddalar konsentratsiyalari orqali ifodalash mumkin.

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

Ko'pchilik hollarda juda qisqa vaqt ichida (dt) reaksiya tezligini o'lchashga to'g'ri keladi. Bu tezlik «ayni vaqt» dagi yoki «oni» tezlik deyiladi va moddalar konsentratsiyasi o'zgarishining vaqt bo'yicha hosilasi holida yoziladi.

Bunday tezlikni aniqlash uchun grafik usulidan foydalaniladi. Reaksiyaning har bir ma'lum vaqtida modda konsentratsiyasi o'zgarishi aniqlab boriladi va bu qiymatlar asosida $S \sim t$ bog'lanishini ko'rsatuvchi grafik chiziladi (10-rasm). Grafikdagi urinmaning vaqt o'qi bilan kesishuv burchagining tangensi (tg) reaksiyaning «oni» tezligi qiymatiga teng bo'ladi.

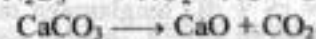
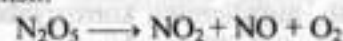
Bu usul bilan aniqlangan tezlik qiymati reaksiyalarning mexanizimini aniqlashda foydalaniladi.

Reaksiyalarning kinetik xarakteristikalariga reaksiya tezligidan tashqari, reaksiyaning molekulyarligi, tartibi kiradi.

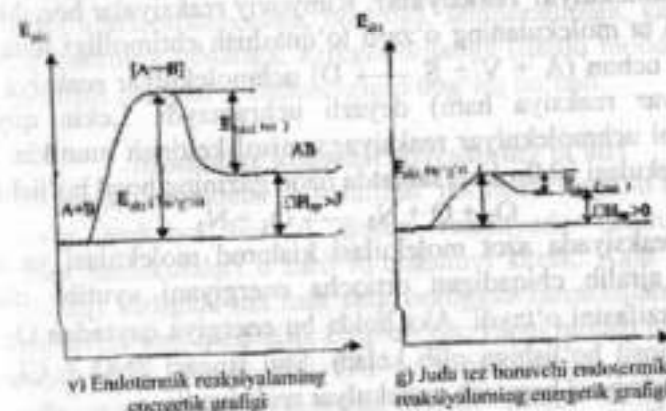
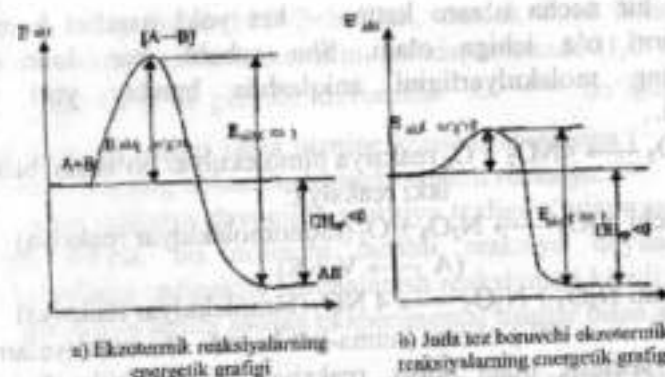
Reaksiyaning molekulyarligi. Kimyoviy o'zgarishlar ro'y berishida reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar molekularlarining o'zaro to'qnashuv jarayonida, ya'ni «elementar akt» da bitta molekula, ikkita molekula va uchta molekula bir vaqtda baravariga o'zaro to'qnashuvi ishtirok etishi mumkin. Shunga ko'ra reaksiya bir (mono) molekulyar, ikki (bi) molekulyar, uch (tri) molekulyar turlarga bo'linadi.

Monomolekulyar reaksiya. Bunday reaksiyalarda kimyoviy o'zgarishda bitta modda molekulasi ishtirok etadi. Umumiy ko'rinishda bu reaksiya:

$A \rightarrow V + S + D$ bo'ladi. Monomolekulyar reaksiyalarga ko'pchilik parchalanish:

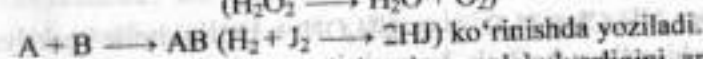
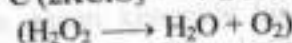
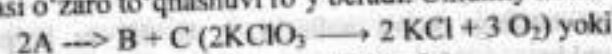


reaksiyalari misol bo'ladi.



10-rasm. Turli reaksiyalar uchun aktivlanish energiyasi diagrammalari

Bimolekulyar reaksiyalar. Bu reaksiyalarda bir vaqtning o'zida 2 ta molekula o'zaro ta'sirlashadi, boshqacha aytganda reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddaning 2 ta molekulasi o'zaro to'qnashuvi ro'y beradi. Umumiy holda:



Yuqoridagilarga ko'ra, reaksiyaning molekulyarligini aniqlash uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar oldidagi koeffitsiyentlarni bilish kifoyadek ko'rinadi. Haqiqatda esa, har bir kimyoviy

o'zgarish bir necha o'zaro ketma - ket yoki parallel boruvchi reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Shu sababli har doim ham reaksiyaning molekulyarligini aniqlashda bunday yo'l tutib bo'lmaydi.

M: $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ reaksiya bimolekulyar bo'lsada, bunda ikki reaksiya:

birinchi $N_2O_5 \longrightarrow N_2O_3 + O_2$ (monomolekulyar reaksiya)
($A \longrightarrow V + S$)

ikkinchi $N_2O_3 + N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2$ (bimolekulyar reaksiya)

($V + A \longrightarrow 4S$) o'zaro ketma-ket boradi. Bu reaksiyalarning qaysi biri sekinlik bilan borsa, reaksiyaning molekulyarligi shu reaksiya molekulyarligi bilan xarakterlanadi.

Trimolekulyar reaksiyalar. Kimyoviy reaksiyalar borishida bir vaqtda 3 ta molekulaning o'zaro to'qnashish ehtimolligi juda kam. Shuning uchun ($A + V + S \longrightarrow D$) uchmolekulyar reaksiya (to'rt molekulyar reaksiya ham) deyarli uchramaydi. Lekin quyidagi reaksiyani uchmolekulyar reaksiyaga misol keltirish mumkin. Bu - azot molekulasini ishtirokida tabiatda ozon gazining hosil bo'lishi:



Bu reaksiyada azot molekulasini kislorod molekulasini va atomi ta'sirida ajralib chiqadigan ortiqcha energiyani «yutib» oluvchi modda vazifasini o'taydi. Aks holda bu energiya qaytadan $O_3 \longrightarrow O_2 + O$ hosil bo'lishiga olib keladi. Shu singari $2NO + Cl_2 \longrightarrow 2NOCl$ reaksiyasi ham uch molekulyar reaksiyadir.

Reaksiyalarning tartibi. Reaksiyalarning tartibi reaksiya tezligi moddalar konsentratsiyasining qanday darajasiga bog'liqligini ko'rsatadi. Agar $nA + mB \longrightarrow qC$ reaksiya uchun tezlik ifodasini

$$V = K \cdot C_A^n \cdot C_B^m$$

ko'rinishda yozsak, n va m larning yig'indisi ($n + m$) shu reaksiyaning tartibi deyiladi.

Reaksiya tartibiga ko'ra nolinch, I, II, III va ko'p tartibli bo'lishi mumkin.

Agar $NH_4Cl + H_2O \longrightarrow NH_4OH + HCl$ gidroliz reaksiyasini ko'rib chiqadigan bo'lsak, bu reaksiya suyultrilgan eritmada boradi deb faraz qilamiz. U holda $V = K \cdot C_{NH_4Cl} \cdot C_{H_2O}$ holda yoziladi va

darajalar yig'indisi $1+1=2$ bo'ladi, demak buni ikkinchi tartibli reaksiya deb hisoblash mumkin. Aslida, eritmada H_2O molekularlari soni juda ko'p va gidroliz davomida $C_{H_2O} = const$ bo'lgani uchun bu reaksiyaning tezligi faqat tuzning konsentratsiyasiga (C_{NH_4Cl}) bog'liq bo'ladi. Shuning uchun bu birinchi tartibli reaksiya.

Agar reaksiya davomida reaksiya tezligi o'zgarmasa, ya'ni $V = const$ bo'lsa, bu nolinch tartibli reaksiya deyiladi. Bunday reaksiyalarga radioaktiv parchalanish reaksiyalari kiradi.

Reaksiya tartibi asosan eksperimental usullar bilan aniqlanadi.

REAKSIYA TEZLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga, bosimga, temperaturaga, katalizatorga va moddalarning tabiatiga, agregat holatiga (qattiq moddalar uchun maydalanish darajasi - dispersligiga) bog'liq bo'ladi.

Moddalar konsentratsiyasining ta'siri

Ma'lumki, moddalar bir turdan ikkinchi turga o'tishi, ya'ni kimyoviy reaksiya borishi uchun reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar molekularlari o'zaro to'qnashuvi kerak. Agar biror hajm (yoki yuza) birligida ma'lum vaqt oraligida zarrachalarning o'zaro to'qnashuvlar soni qanchalik ko'p bo'lsa, yangi modda hosil bo'lishi ham shunchalik ko'p bo'ladi. O'z - o'zidan ayonki, zarrachalar soni bevosita moddalarning konsentratsiyasi (hajm birligiga to'g'ri keladigan «mol» lar soni) ga bog'liq bo'lgani uchun reaksiyaning tezligi bevosita moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Yuqoridagi bog'liqlikni K.M.Guldberg va M.Vaage (1867 y) o'rganib turli reaksiyalar uchun moddalar massalari ta'siri qonunini kashf etgan.

Bu qonunga ko'ra: kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir. Bu qonun kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni deyiladi va $aA + vV \rightleftharpoons rR + dD$ reaksiya uchun uning matematik ifodasi:

$$V_{\text{avg}} = K \cdot C_A^a \cdot C_V^v \quad (\text{to'g'ri reaksiya uchun})$$

$$V_{\text{avg}} = K \cdot C_R^r \cdot C_D^d \quad (\text{teskari reaksiya uchun}) \text{ holda yoziladi.}$$

Agar reaksiyada gazsimon moddalar ishtirok etayotgan bo'lsa, konsentratsiya o'rniga har bir gazning parsial (xususiy) bosimi yoziladi:

$$V_{\text{gaz}} = K \cdot P_A^a \cdot P_B^b \text{ va } V_{\text{qattiq}} = K \cdot P_C^c \cdot P_D^d$$

Agar reaksiyada qattiq modda ishtirok etsa:



reaksiyasi uchun tezlik ifodasi $V_{\text{gaz}} = K \cdot P_{\text{H}_2}$ ko'rinishida bo'ladi, ya'ni tezlik formulasida qattiq modda konsentratsiyasi ezilmaydi. Chunki, qattiq modda reaksiyada faqat sirti bilan reaksiyaga kirishadi va bunda uning konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lib doimo «1 mol/l» ga teng deb olinadi va odatda «1» raqami formulalarda yozilmaydi, ya'ni $[S_{\text{qattiq}}] = \text{const} = 1 \text{ mol/l}$.

Yuqoridagi formulalarda S – moddalarning molyar konsentratsiyasi (mol/l); R- gazlarning parsial bosimi, K- reaksiyaning tezlik doimiysidir.

K – tezlik doimiysi har bir reaksiya uchun asosiy miqdoriy kinetik kattalik bo'lib, uning ma'nosi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalar $C_A = C_B = 1 \text{ mol/l}$ bo'lganda kimyoviy reaksiya tezligi deyiladi va u holda $V = K$ bo'ladi. Ba'zi hollarda K ni solishtirma tezlik ham deyiladi.

K – har bir reaksiya uchun o'ziga xos qiymatga ega bo'ladi. Uning qiymati, asosan, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga, temperaturaga, katalizatorga bog'liq bo'lib, moddalarning konsentratsiyasi (yoki parsial bosimi) ga bog'liq bo'lmaydi.

Temperaturaning ta'siri

Kimyoviy reaksiyalarning borishi va ularning tezligi ko'pchilik hollarda sistemaning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlikni Vant-Goff qoidasi bilan tushuntirilib, u quyidagicha ta'riflanadi: sistema temperaturasi har 10°C ga o'zgarganda kimyoviy reaksiya tezligi 2 – 4 marta o'zgaradi. Bu qoidaning matematik ifodasi:

$$V_{\text{t}_2} = V_{\text{t}_1} \cdot \gamma^{10} = V_{\text{t}_1} \cdot J$$

Bu yerda: V_{t_1} va V_{t_2} – temperaturaning oxirgi va boshlang'ich qiymatiga to'g'ri keladigan reaksiya tezliklari; Δt – temperatura farqi, γ - reaksiya tezligining temperatura koeffitsiyenti, uning qiymati 2 dan 4 gacha bo'ladi.

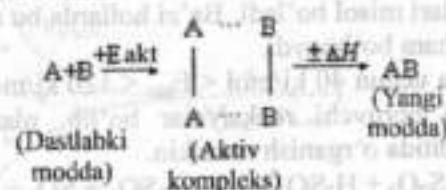
Formuladagi $\gamma^{10} = \frac{V_{\text{t}_2}}{V_{\text{t}_1}}$ ifoda temperatura dt birlikka

o'zgarganda reaksiya tezligi necha marta o'zgarishini bildiradi. Yuqoridagi fikrlardan quyidagi tabiiy savol kelib chiqadi. Nima uchun ko'pchilik hollarda temperaturaning ortishi bilan kimyoviy reaksiya tezligi ortadi.

Bu savolga javob berish uchun har qanday kimyoviy o'zgarishning asosiy sharti bo'lgan – reaksiyaga kirishuvchi modda molekullari (atom, ionlari) ning o'zaro to'qnashuvi shart degan tushunchaga e'tibor berish kerak. Boshqacha aytganda reaksiyaning aktivlanish energiyasi tushunchasini bilish kerak.

Reaksiyalarning aktivlanish energiyasi.

Kimyoviy reaksiyalar ro'y berishining asosiy sharti – reaksiyada ishtirok etuvchi zarrachalarning o'zaro to'qnashuvidir. Lekin, zarrachalar o'rtasida, yuz beradigan har qanday to'qnashuv ham yangi modda hosil bo'lishiga olib kelavermaydi. Juda kamchilik to'qnashuvlarga kimyoviy o'zgarishlarga olib keladi. Bunday to'qnashuvlar «aktiv to'qnashuv» deyiladi. Bunda $A + V \longrightarrow AV$ aktiv to'qnashuv tufayli dastlabki A va V moddalar molekullari tarkibidagi «eski» kimyoviy bog'lar uzilib, yangi bog'lar hosil bo'ladi. Bu jarayon amalga oshishi paytida oraliq modda – «aktiv kompleks» hosil bo'ladi:



Ana shunday «aktiv to'qnashuv» ro'y berishi uchun zarrachalar odatdagidan yuqoriroq energiyaga ega bo'lishi kerak.

Zarrachalar o'rtasida aktiv to'qnashuv uchun zarur bo'lgan eng kam energiya miqdori kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasi deyiladi.

Aktivlanish energiyasi E_{akt} holida belgilanadi, kkal/mol yoki kj/mol birliklarda o'lchanadi. E_{akt} kimyoviy reaksiyalarning asosiy kinetik xarakteristikasi hisoblanadi. Aktivlanish energiyasi va reaksiyaning yo'nalishi o'rtasidagi bog'lanish aktivlanish energiyasi grafigi deyiladi. Yuqoridagi umumiy tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya yo'nalishi va aktivlanish energiyasi o'zgarishi o'rtasidagi bog'lanish (grafik) 11-rasmda keltirilgan.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, E aktivlanish energiyasi dastlabki moddalarni reaksiya mahsulotiga aylanishidagi asosiy energetik «to'siq» dir. Agar bu «to'siq» ning balandligi (E_{akt} – qiymati) qanchalik kichik bo'lsa, kimyoviy reaksiya shunchalik tez va oson amalga oshadi. Ma'lumki, reaksiya boradigan sistema temperaturasi oshishi reaksiya tezligini ortishiga, ya'ni berilgan issiqlik energiyasi zarrachalarning aktiv to'qnashuvi uchun zarur bo'lgan energiyaga tezroq etishiga olib keladi. Bu o'z navbatida zarrachalarning (E_{akt} – energiyasiga teng bo'lsa) to'siqdan «tez o'tishiga», ya'ni reaksiya qisqa vaqtda sodir bo'lib, ko'p mahsulot hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun reaksiya tezligi temperatura ortishi bilan keskin o'zgaradi.

To'g'ri reaksiya uchun ham ($E_{to'g'ri}$), teskari reaksiya uchun ($E_{teskari}$) ham aktivlanish energiyasining o'ziga xos qiymati bor. Ko'pchilik hollarda $E_{to'g'ri} < E_{teskari}$ bo'ladi. Bu energiyalar o'rtasidagi farq $E_{teskari} - E_{to'g'ri} = \Delta N$ kimyoviy reaksiyaning issiqlik effektiga teng bo'ladi.

Reaksiyalar tezligi E_{akt} qiymatiga bevosita bog'liq. Agar reaksiyaning $E_{akt} < 40$ kj/mol bo'lsa, bu reaksiya juda tez boruvchi reaksiya bo'ladi. Bularga ionlar o'rtasidagi reaksiyalar, yonish, portlash reaksiyalari misol bo'ladi. Ba'zi hollarda bu reaksiyalarning tezligini o'lchab ham bo'lmaydi.

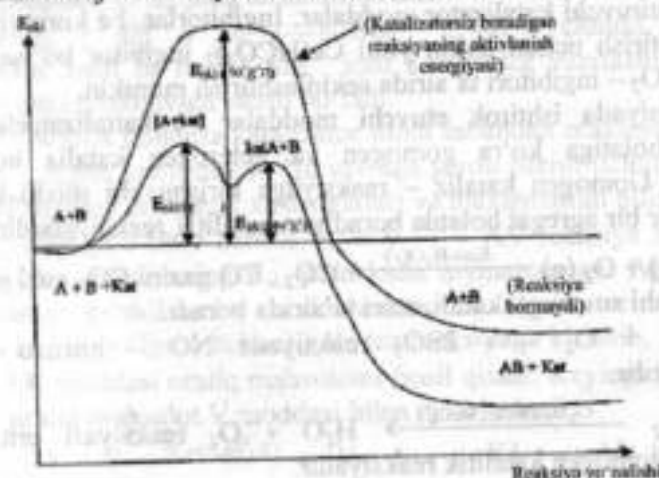
Agar reaksiya uchun $40 \text{ kj/mol} < E_{akt} < 120 \text{ kj/mol}$ bo'lsa, bular o'rtacha tezlikda boruvchi reaksiyalar bo'lib, ularning tezligini laboratoriya sharoitida o'rganish mumkin.

Masalan: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ reaksiya Agar $E_{akt} > 120 \text{ kj/mol}$ bo'lsa, bu reaksiyalar juda qiyin va uzoq davom etadigan reaksiyalardir. Bu reaksiyalarni amalga

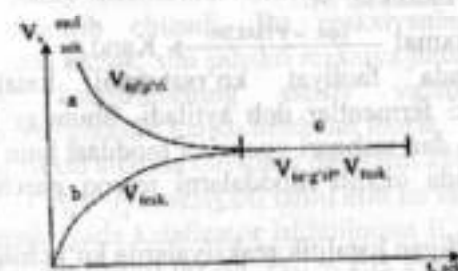
oshirish qiyin yoki ularni tezligini oshirish uchun katta energiya sarflash kerak. Odatda, hozirgi zamon texnologiyasi uchun bunday reaksiyalar yaroqsizdir.

Katalizator ta'siri. Katalitik reaksiyalar

Shunday reaksiyalar borki, agar ikkala asosiy dastlabki moddalar ($A + V$) o'zaro ta'sir ettirilsa, ular o'zaro ta'sirlashmaydilar. Chunki, ular o'rtasida boruvchi reaksiyaning aktivlanish energiyasi $E_{akt} > 120 \text{ kj/mol}$. Lekin, bu sistemaga uchinchi (K) modda kiritilsa ($A + V + K$) aralashmada juda tezlik bilan reaksiya boradi, AV – modda hosil bo'ladi va K moddasi o'zgarishsiz ajralib chiqadi: $A+V+K \rightarrow AV+K$.



11-rasm. Katalitik reaksiyalarning energetik grafigi



12-rasm. Ximiyaviy muvozanat grafigi

Bu keltirilgan misoldan ko'rinib turibdiki, reaksiyalar tezligi asosiy moddalardan tashqari uchinchi modda ishtirokiga ham bog'liq ekan. Bunday moddalar katalizatorlardir.

Katalizator – reaksiyaga kirishib, reaksiya tezligini o'zgartirib, reaksiyadan so'ng o'zgarishsiz ajralib chiqadigan kimyoviy moddalardir.

Katalizator ishtirok etadigan reaksiyalar katalitik reaksiyalar deyiladi.

Katalizator ta'sirida reaksiya tezligini o'zgarish hodisasi *kataliz* deb aytiladi.

Katalizatorlar ikki xil bo'ladi: Ijobiy katalizator, ya'ni reaksiya tezligini oshiruvchi moddalar. Ingibitorlar – reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi katalizator moddalar. Ingibitorlar, Fe korroziyasini sekinlashtirish uchun anilin yoki $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ingibitor bo'lsa, HCl sintezini O_2 – ingibitori ta'sirida sekinlashtirish mumkin.

Reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar va katalizatorlarning agregat holatiga ko'ra gomogen va geterogen kataliz bo'lishi mumkin. Gomogen kataliz – reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator bir agregat holatda boradigan katalitik reaksiyalardir.

$\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Kat} = \text{Pt-Ox}} \text{CO}_2$. CO gazini CO_2 gazi gacha oksidlanishi suv bug'i katalizatori ta'sirida boradi.

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ reaksiyada NO – nitrozo gazi-katalizatoridir.

$\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{C}_2\text{O}_7^{2-}(\text{WO}_4^{2-}, \text{MoO}_4^{2-})} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ reaksiyasi eritmada boruvchi gomogen katalitik reaksiyadir.

Gomogen katalizga tirik organizmda boruvchi barcha katalitik reaksiyalarni kiritish mumkin. M:

Kraxmal $\xrightarrow{(\text{qat.} = \text{PTIALIN})}$ Kand.

Tirik organizmda faoliyat ko'rsatuvchi katalizatorlarni biokatalizatorlar yoki fermentlar deb aytiladi. Shunday fermentlar qatoriga «PTIALIN» dan tashqari «pepsin» moddasi ham kiradi. Bu katalizator oshqozonda oksilli moddalarni tezroq parchalanishiga yordam beradi.

Eritmalarda boradigan katalitik reaksiyalarda ko'pchilik hollarda erituvchi molekullari katalizator vazifasini o'taydi. Bu jarayonlarda ba'zan $\text{N}^+(\text{N}_3\text{O})^+$ va ON^- ionlari ham ishtirok etishi mumkin.

Geterogen kataliz – katalizator va reaksiyalarga kirishuvchi moddalar turli agregat holatlarda boradigan katalitik reaksiyalar. Bu kataliz turiga ammiak sintezi:

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Kat} = \text{Fe}(\text{Al}_2\text{O}_3)} 2\text{NH}_3$ katalizator qattiq holda kontakt usulida sulfat kislota sintezida:

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{V}_2\text{O}_5(\text{Pt})} 2\text{SO}_3$ ham katalizator qattiq modda.

Shunday reaksiyalar borki, ularda alohida katalizator qo'llanilmaydi. Lekin, reaksiya davomida hosil bo'ladigan moddalardan birortasi katalizator vazifasini bajaradi. Bu jarayonni «avtokataliz» deyiladi. M: permanganat ion MnO_4^- bilan boradigan ($rN < 7$) oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari avval sekinroq borib, bir oz vaqtdan so'ng juda tezlashib ketadi:

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ chunki, reaksiya natijasida hosil bo'luvchi Mn^{2+} ioni katalizator vazifasini bajarib, reaksiyani tezlashuviga sabab bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda katalizator nima sababdan reaksiya tezligini oshiradi degan savol turadi. Bu savolga javob berish uchun katalitik reaksiyalarning energetik xususiyatlari va mexanizmini bilish zarur.

12-rasmga e'tibor berilsa, $\text{A} + \text{V} \rightarrow \text{AV}$ reaksiya bormaydi. Chunki bu reaksiyaning E_{akt} juda katta qiymatga ega. Agar ularga katalizator qo'shilsa, bu moddalardan biri katalizator bilan (E_{akt} ancha kichik bo'lgani uchun) juda tez reaksiyaga kirishib, $\text{A} + \text{K} \rightarrow \text{E}_1 \rightarrow \text{AK}$ moddasi oraliq mahsulotni hosil qiladi. Keyingi bosqichda AK – oraliq mahsulot V moddasi bilan ta'sirlashadi:

$\text{AK} + \text{V} \xrightarrow{E_{\text{akt}}(\text{AK-V})} [\text{V} \cdots \text{A} \cdots \text{K}] \rightarrow \text{AV} + \text{K}$

aktiv kompleks

AV – asosiy mahsulotni hosil qiladi va katalizator erkin holda katalizator ajralib chiqadi. Bu reaksiyaning ham aktivlanish energiyasi juda kichik, shu sababli reaksiya juda tez amalga oshadi.

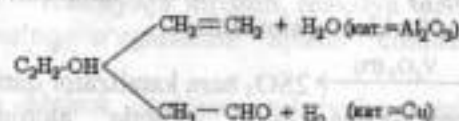
Demak, katalizatorning asosiy vazifasi reaksiyalarning aktivlanish energiyasini kamaytirishdan iborat.

Buning isboti sifatida quyidagi dalillarni keltirish mumkin.

$2\text{HJ} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{J}_2$ reaksiyani tahlil etib ko'raylik.

Agar reaksiyada katalizator ishlatilmasa $E_{\text{akt}} = 168 \text{ kJ/mol}$. Agar katalizator – Au (oltin) bo'lsa, $E_{\text{akt}} = 105 \text{ kJ/mol}$; agar katalizator – Pt (platina) bo'lsa, $E_{\text{akt}} = 59 \text{ kJ/mol}$ bo'ladi.

Katalizator «selektivlik» (tanlovchanlik) xossasiga ega. Chunki, aynan 2 ta bir xil modda o'rtasida boruvchi katalitik reaksiyada katalizatorlarni o'zgartirish bilan turli reaksiya mahsulotlari hosil qilish mumkin:



Umuman, katalitik reaksiyalarning kinetik tenglamasidan kelib chiqqan holda

$$K = Z \cdot e^{\frac{E_{akt}}{RT}} \cdot e^{\frac{\Delta S_{akt}}{R}}$$

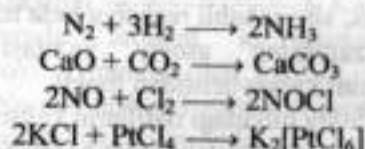
ifodasini e'tiborga olsak, E_{akt} qiymati eksponensialning manfiy ishorali darajasida turibdi. Shunga ko'ra har qanday reaksiyaning E_{akt} qiymatining ozgina kamayishi K-ning qiymatini keskin ortishiga, boshqacha aytganda reaksiya tezligini ortishiga olib keladi.

Shunday moddalar ham borki, ularning o'zlari katalizatorlik kila olmasalarda, biror katalizatorning akvtiligini oshiradilar. Bunday moddalarni «promotor» lar deb aytiladi. M: V_2O_5 katalizatorning promotori Na_2SO_4 tuzidir.

Aksincha, katalizator aktivligini keskin kamaytirib yuboruvchi moddalar «katalizator zahari» deyiladi. Bular – HCN , As_2O_3 , SO_2 va boshqa moddalar.

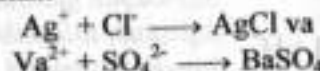
O'zaro ta'sirlashuvchi moddalarning tabiatiga, «elementar» da qatnashuvchi zarrachalar (atom, molekula, radikallar, ionlar) holatiga ko'ra quyidagi reaksiya turlari mavjud.

Oddiy reaksiyalar – bu molekular o'rtasida boruvchi kimyoviy o'zgarishlardir:

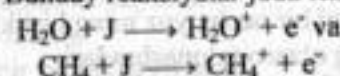


Bunday reaksiyalar valentliklari to'yingan zarrachalar o'rtasida borib, ularning aktivlanish energiyasi ($E_{akt} = 150\text{--}450 \text{ kJ/mol}$) juda yuqori bo'lgani uchun ancha qiyinchilik bilan sodir bo'ladi va maxsus sharoitlarda boradi.

Aksariyat hollarda moddalar erituvchida eritilib, reaksiya eritmada boradi. Eritmada moddalar ionlarga parchalangani uchun ionlar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv $E_{akt} < 80 \text{ kJ/mol}$ bo'lgani uchun juda tez boradi. Masalan:



Ba'zi hollarda: elektrorazryad, qizdirish, nurlanish va mexanik ta'sir natijasida moddalar elektron chiqarishi tufayli molekulyar ionlar hosil bo'ladi. Bunday reaksiyalar juda tez boradi. M:



J – ionlanish uchun zarur bo'lgan energiya.

Yuqoridagi ta'sirlar natijasida molekular tarkibidagi bog'larni hosil qiluvchi elektronlar jufti ikkala atomlar o'rtasida teng taqsimlanmaydi. Bu geterolitik parchalanish deyiladi. Shunday reaksiyalar ham borki, ularda kimyoviy bog'ni hosil qilgan elektron jufti atomlar o'rtasida teng taqsimlanadi, ya'ni gomolitik ajralish natijasida valent to'yinmagan aktiv zarrachalar – radikallar hosil bo'ladi. Ko'pchilik reaksiyalar radikal mexanizmida boradi va bu reaksiyalar ($E_{akt} < 40 \text{ kJ/mol}$) juda tezlik bilan boradilar.

Radikallar hosil bo'lishiga misollar: $\text{H:OH} \longrightarrow \text{H}^\bullet + \text{OH}^\bullet$



Radikal mexanizmida ko'pchilik polimerlanish reaksiyalari va zanjir reaksiyalari boradi.

Zanjir reaksiyalari. Biror aktiv markaz hosil bo'lib, bu aktiv markaz reaksiyaga kirishuvchi moddalarni o'zaro ta'sirini bir-biriga uzatilishi bilan boruvchi reaksiyalardir. Misol sifatida HCl sintezini ko'rib chiqaylik:

Reaksiyaning umumiy tenglamasi: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$. Reaksiya borishi uchun H_2 va Cl_2 gazlari aralashmasiga ultra binafsha nuri, quyosh nuri, enib turgan magniy metalli ta'sir ettirilsa bo'ldi, bunda xlor molekulasidan $\text{Cl}^\bullet$ radikallari hosil bo'ladi:



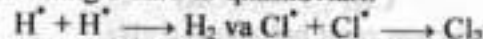
hosil bo'lgan $\text{Cl}^\bullet$ – atom radikallari vodorod molekulasiga ta'sir etadi:

$\text{Cl}^\bullet + \text{H-N} = \text{HCl} + \text{H}^\bullet$ ($E_{\text{akt}} = 24 \text{ kJ/mol}$). Shu bilan zanjir reaksiya boshlanib, $\text{N}^\bullet$ – atom radikali Cl- molekulasi ta'sir etadi:

$\text{H}^\bullet + \text{Cl-Cl} = \text{HCl} + \text{Cl}^\bullet$ ($E_{\text{akt}} = 8 \text{ kJ/mol}$). Shu tartibda reaksiya davom etaveradi:



Zanjirning uzunligi bir necha yuz ming birlikkacha boradi. Hosil bo'lgan radikallarning o'zaro to'qnashuvlari:



zanjirning uzilishiga sabab bo'ladi. Reaksiya sekinlashadi va to'xtaydi. Buni zanjirning rekombinatsiyasi deyiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Kimyoviy kinetika deganda nimani tushunasiz?
2. Reaksiya tezligi nima?
3. Moddalar massalari ta'siri qonunining mohiyatini tushuntiring.
4. Vant-Goff qoidasini tushuntiring.
5. Aktivlanish energiyasi nima, uning ahamiyati nimadan iborat?
6. Katalizator nima? Uning asosiy «vazifa»si nimadan iborat?
7. Gomogen va geterogen kataliz deganda nimani tushunasiz?
8. Ingibitorlar nima?
9. Reaksiyaning molekulyarligi va tartibi deganda nimani tushunasiz?
10. Zanjir reaksiyalar haqida izoh bering.

TESTLAR

1- Ruxning sulfat kislota eritmasi bilan reaksiya tezligi quyidagilarga bog'liq emas:

- A. Rux granularining miqdoriga,
- B. Sinkning maydalanish darajisiga,
- C. Sulfat kislota konsentratsiyasiga,
- D. Temperaturaga.

2- Temir bilan kislorodni ta'sirlashishini tezlatish uchun:

- A. Kislorod bosimini kamaytirish,
- B. Temirni maydalash,
- C. Bir necha temir bo'laklarini olish,
- D. Temperaturani pasaytirish.

3- Alyuminiy bilan xlorini ta'sirlashish tezligini kamaytirish uchun:

- A. Reaksiya idishni hajmini kichraytirish,
- B. Temperaturani pasaytirish,
- C. Katalizator qo'shish,
- D. Alyuminiy maydalash.

4- «Qaynash qobig'i» texnologiyasini ishlab chiqarishda qo'llanilishi sanoat jarayonlarini tezlashishiga sabab bo'lishi:

- A. Ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyasi ko'payadi;
- B. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar yuzasi ko'payadi;
- C. Jarayonni faollanish energiyasi oshadi;
- D. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasi va hajmi ko'payadi.

5. Rux va xlorid kislota o'rtasidagi reaksiya tezligi nimaga bog'liq:

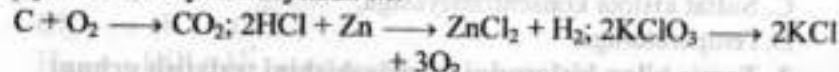
- A) kislota hajmiga;
- B) kislota konsentratsiyasiga;
- C) kolba hajmiga.

6. Kimyoviy reaksiya tezligi $2\text{NO}_2(\text{r}) = 2\text{NO}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$ o'zgarishlarga bog'liq emas:

- A) azot dioksidi konsentratsiyasiga;
- B) kislorod konsentratsiyasiga;
- C) temperaturaga.

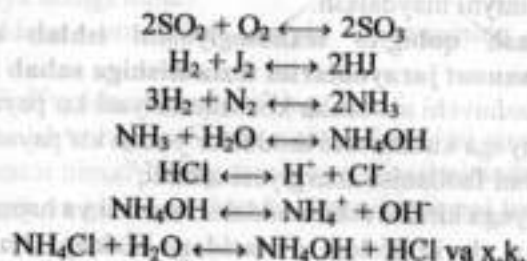
VL KIMYOVIY MUVOZANAT

Umuman, barcha kimyoviy reaksiyalarni ikki turga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'lish mumkin. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar to'liq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar – qaytmas reaksiyalar deyiladi. M:



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

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



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

Bu reaksiyalar davomida reaksiya boruvchi sistema (avtoklav, stakan, kolba) da doimo dastlabki moddalar ham, reaksiya mahsulotlari ham birgalikda uchraydi. Shu sababli aksariyat texnologik jarayonlarda qaytar reaksiyalarning kechishi ishlab chiqarishni ancha qiyinlashtiradi. Bu qiyinchiliklar asosan, reaksiya tezligini ma'lum vaqtdan so'ng o'zgarmay qolishida, reaksiya mahsulotlarini ifloslanishida, ishlab chiqarish unumining

pasayishida namoyon bo'ladi. Qaytar reaksiyalarning o'ziga xos xususiyati ularda kimyoviy muvozanat holatining yuzaga kelib qolishidir.

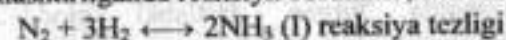
Yuqorida keltirilgan qaytar reaksiyalardan xohlagan birortasini tahlil etsangiz, har birida quyidagi holatni ko'rish mumkin: (ammiak hosil bo'lish jarayonini ko'rib chiqamiz).

1 mol N_2 gazi bilan 3 mol H_2 gazi aralashtirilib, tegishli sharoit yaratilsa, bu moddalar o'zaro ta'sirlashadi:



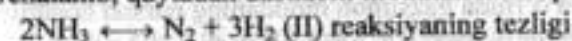
Ma'lum vaqt davomida reaksiya boradi, bir ozdan so'ng go'yo reaksiya to'xtab qolgandek tuyuladi. Shu paytda reaksiya aralashmani analiz qilib ko'rilsa, unda dastlabki moddalar N_2 , H_2 va mahsulot NH_3 -ammiak moddasi borligini ko'rish mumkin. Agar sharoit o'zgartirilsa, moddalarning konsentratsiyalari ham o'zgarishi, lekin ularning miqdoriy nisbatlari har bir holatda deyarli bir xil qolishi aniqlangan.

Buning sababini quyidagicha izohlanadi: moddalar aralashtirilganda reaksiya boshlanib, ammiak hosil bo'la boshlaydi:



$$V_{\text{to'g'ri}} = K_{\text{to'g'ri}} [N_2] \cdot [H_2]^3;$$

vaqt o'tishi bilan hosil bo'lgan mahsulot – NH_3 ning bir qismi parchalanib, qaytadan dastlabki moddani hosil qila boshlaydi:



$$V_{\text{teskari}} = K_{\text{teskari}} [NH_3]^2 \text{ bo'ladi.}$$

Vaqt o'tishi bilan I reaksiya tezligi kamayib boradi. Chunki, massalar ta'siri qonuniga ko'ra N_2 va H_2 konsentratsiyalari kamayib borishi bilan $V_{\text{to'g'ri}}$ ning qiymati kamaya boshlaydi (12-rasm a-chiziq). II reaksiya tezligi esa, aksincha orta boshlaydi. Chunki, vaqt o'tishi bilan ammiakning konsentratsiyasi ortib boradi va V_{teskari} ning qiymati ortishiga olib keladi (b-chiziq).

Sistemada shunday holat yuzaga keladiki, u paytda I va II reaksiyalarning tezliklari o'zaro teng bo'lib qoladi:

$V_{\text{to'g'ri}} = V_{\text{teskari}}$ (s-chiziq). Bunda vaqt birligi ichida azot va vodoroddan qancha ammiak hosil bo'lsa, shu vaqt ichida ana shuncha miqdordagi ammiak qayta parchalanib azot va vodorodni hosil qiladi, ya'ni to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari teng bo'lib qoladi. Bunga sistemaning kimyoviy muvozanat holati

deyiladi. Kimyoviy muvozanat paytida kimyoviy reaksiyalar to'xtab qolmaydi, reaksiya davom etaveradi. Lekin qarama – qarshi reaksiyalarning tezliklariga teng bo'lib turaveradi. Shu sababli buni dinamik (harakatchan) muvozanat deyiladi.

Kimyoviy muvozanatning miqdoriy xarakteristikasi sifatida muvozanat doimiysi – K_{muv} qabul qilingan.

Muvozanat doimiysi. Yuqorida ko'rib chiqilgan reaksiyalar uchun: to'g'ri reaksiya tezligi $V_{\text{to'g'ri}} = K[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$; teskari reaksiya tezligi: $V_{\text{teskari}} = K[\text{NH}_3]^2$ bo'lsa, kimyoviy muvozanat Sharti: $V_{\text{to'g'ri}} = V_{\text{teskari}}$ ga ko'ra: $K[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3 = K[\text{NH}_3]^2$ bo'ladi. Bu tenglikdagi doimiylarini bir tomonga, moddalar konsentratsiyalarini ikkinchi tomonga o'tkazib yozsak:

$$K_{\text{muv}} = K_{\text{to'g'ri}} / K_{\text{teskari}} = [\text{NH}_3]^2 / [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

tenglamaga kelimiz. Agar doimiylar nisbati ham bir doimiy o'zgarmas songa teng bo'lishini e'tiborga olsak, reaksiyalar tezlik doimiylarining nisbatlari $K_{\text{to'g'ri}} / K_{\text{teskari}} = K_{\text{muv}}$ ekanligi kelib chiqadi. Buning ma'nosi – kimyoviy muvozanatda turgan sistemada reaksiyada hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalar ko'paytmasining muvozanatda turgan dastlabki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga nisbati ayni temperaturada doimiy sonidir.

Gazsimon moddalar ishtirok etadigan sistemalar uchun K_{muv} ifodasi konsentratsiya o'rnida gazsimon moddaning parsial bosimlari yoziladi. Masalan, umumiy reaksiya: $aA + bB = sS + dD$ uchun

$$K_{\text{muv}} = \frac{P_S^s \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Har qanday reaksiya muvozanat doimiysining qiymati reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lib, moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Umuman, muvozanat doimiysi va reaksiyaning asosiy termodinamik xarakteristikalari (ΔG , ΔH , ΔS) o'rtasida uzviy bog'lanish mavjud.

Ma'lumki $\Delta G = RT \ln K_{\text{muv}}$. Agar $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ ekanligini eslasak, u holda $\Delta H - T \Delta S = RT \ln K_{\text{muv}}$ kelib chiqadi. Tenglamani ΔH va $T \Delta S$ ga nisbatan yechib K_{muv} qiymatini topsak:

$K_{\text{muv}} = e^{-\Delta H / RT} \cdot e^{\Delta S / R}$ kelib chiqadi. Bu formulada ΔH , ΔS va T lar eksponensialning darajasida turibdi. Bundan ko'rinadiki K_{muv} ning

qiymati temperatura o'zgarishiga juda sezgir bo'lib, moddalarning tabiati (entalpiya va entropiya) ga bog'liqdir. Bu xulosalar har qanday qaytar reaksiya (birikish, parchalanish, dissotsiyanish, cho'kmaning erishi, kompleks hosil bo'lishi, gidrolizlanish) uchun o'rinlidir.

Kimyoviy muvozanatning siljishi. Le-Shatele prinsipi

Agar muvozanatda turgan sistemaning biror parametri yoki reaksiyon muhitning sharoiti o'zgartirilmasa, sistema uzoq vaqt mobaynida bu muvozanat holatida turaveradi. Agar shu sistemaning biror parametri (sharoiti) o'zgarsa, sistemaning muvozanat holati buziladi. Boshqacharoq aytganda, $V_{\text{to'g'ri}} \neq V_{\text{teskari}}$ (muvozanat holat) sharti o'zgarib, $V_{\text{to'g'ri}} = V_{\text{teskari}}$ bo'lib qoladi. Bu holat faqatgina quyidagi ikki shart: $V_{\text{to'g'ri}} > V_{\text{teskari}}$ yoki $V_{\text{to'g'ri}} < V_{\text{teskari}}$ dan biri amalga oshganda ro'y beradi. Bunga kimyoviy muvozanatning siljishi deyiladi. Muvozanat o'ngga yoki chap tomonga siljiydi. Sistema kimyoviy muvozanati moddalar konsentratsiyalari (s), bosim (R) va temperatura (T) o'zgarganda siljishi mumkin. Bu faktorlarning muvozanatni siljishiga qanday ta'sir etishini ko'rib chiqamiz.

Kimyoviy muvozanat siljishiga moddalar konsentratsiyasining ta'siri

Agar ammiak hosil bo'lishi reaksiyasida (muvozanatda turgan) dastlabki moddalardan N_2 (yoki N_2) ning konsentratsiyasini oshirsak massalar ta'siri qonuniga ko'ra $V_{\text{to'g'ri}} = K_{\text{to'g'ri}} [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$ ifodaga muvofiq to'g'ri reaksiya tezligi ortishiga olib keladi. Bunda sistemada N_2 va H_2 ning miqdori kamaya boshlaydi. NH_3 miqdori muvozanat holatidagi nisbatan ortadi. Reaksiyon aralashmada NH_3 miqdorining ortishi o'z navbatida teskari reaksiya $\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ tezligi V_{teskari} ortishiga sabab bo'ladi va ma'lum vaqtdan so'ng sistemada yangi muvozanat holati qaror topadi.

Bu muvozanatda turgan sistemada yana N_2 (yoki N_2) ning miqdorini oshirsak, yana xuddi yuqoridagi singari holat qaytariladi. Kimyoviy muvozanat ung tomonga siljiydi ($V_{\text{to'g'ri}} > V_{\text{teskari}}$) va yana qaytadan muvozanat qaror topadi ($V_{\text{teskari}} = V_{\text{to'g'ri}}$).

Agar sistemada reaksiya mahsuloti NH_3 ning miqdori oshirilsa, muvozanat teskariga – chapga siljiydi ($V_{\text{to'g'ri}} < V_{\text{teskari}}$) va yana qaytadan muvozanat qaror topadi.

Umuman, muvozanatda turgan sistemada dastlabki moddalar konsentratsiyasining ortishi bu moddalar miqdorini kamaytiruvchi reaksiya tezligi ortishi ($V_{\text{to'g'ri}} > V_{\text{teskari}}$) ga olib keladi, muvozanat o'ngga, ya'ni reaksiya mahsulotlari miqdori ortishi tomonga siljiydi.

Reaksiya mahsulotlaridan birining miqdorini ortishi, shu mahsulot miqdorini kamaytiruvchi reaksiya, ya'ni dastlabki moddalar hosil bo'lish reaksiyasi ($V_{\text{to'g'ri}} < V_{\text{teskari}}$) tezligi ortishiga, muvozanatni chapga siljishiga olib keladi.

Yuqorida aytilgan misolimizda dastlabki moddalar konsentratsiyalarining kamayishi teskari reaksiya, $V_{\text{teskari}} < V_{\text{to'g'ri}}$ ortishiga, ya'ni shu moddalar miqdorini oshiruvchi reaksiya tezligi ortishiga olib keladi.

Hosil bo'lgan mahsulot NH_3 – ning miqdorining kamayishi $V_{\text{to'g'ri}} > V_{\text{teskari}}$ ga olib keladi, muvozanat o'ngga siljiydi.

Aksariyat hollarda, gazsimon moddalar ishtirokida boruvchi reaksiya (sistema) larda bosim o'zgarishining kimyoviy muvozanat siljishiga ta'siri ham xuddi yuqorida bayon etilganidek, tushunilishi kerak.

Azot, vodorod va ammiakdan iborat kimyoviy muvozanatda turgan sistemaning umumiy bosimi 3 marta (sistema hajmini 3 marta kamaytirish bilan) oshirilganda muvozanat qaysi tomonga siljishini tahlil etaylik.

Bunda, bosimning 3 marta ortishi gazsimon moddalarning miqdori 3 marta ortishiga va muvozanat siljishiga sabab bo'ladi. Natijada, muvozanat qaysi tomonga siljiydi? shu savolga javob beraylik.

Bosim o'zgarishigacha barcha moddalar konsentratsiyasi: $[\text{N}_2]_{\text{muv.}}, [\text{H}_2]_{\text{muv.}}, [\text{NH}_3]_{\text{muv.}}$. Reaksiyalar tezliklari:

$V_{\text{to'g'ri}} = K [\text{N}_2]_{\text{muv.}} \cdot [\text{H}_2]_{\text{muv.}}^3$ va $V_{\text{teskari}} = K [\text{NH}_3]_{\text{muv.}}^2$. Gazlarning bosimi 3 marta oshirilganda ularning konsentratsiyalari: $3[\text{N}_2]_{\text{muv.}}; 3[\text{H}_2]_{\text{muv.}}$ va $3[\text{NH}_3]_{\text{muv.}}$ bo'ladi. Har bir reaksiyaning tezligi:

$$V_{\text{to'g'ri}} = K(3[\text{N}_2]_{\text{muv.}})(3[\text{H}_2]_{\text{muv.}})^3 = 81 K[\text{N}_2]_{\text{muv.}}[\text{H}_2]_{\text{muv.}}^3$$

$$V_{\text{teskari}} = K(3[\text{NH}_3]_{\text{muv.}})^2 = 9K[\text{NH}_3]_{\text{muv.}}^2 \text{ bo'ladi.}$$

Demak, sistema bosimining 3 marta ortishi to'g'ri reaksiya tezligini 81 martaga, teskari reaksiya tezligini esa 9 marta ortishiga olib kelar ekan. Natijada, to'g'ri reaksiya tezligi teskari reaksiya

tezligidan 3 marta yuqori bo'lib, muvozanat buzilib ($V_{\text{to'g'ri}} \gg V_{\text{teskari}}$ bo'lgani uchun) o'ngga siljiydi.

Bu holat reaksiya tenglamasining o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsiyentlar ($1 \text{ mol N} + 3 \text{ mol H} = 2 \text{ mol NH}_3$) yig'indisi ($4 \text{ mol} \neq \text{mol}$) o'zaro teng bo'lmagani uchun ro'y beradi. Agar tenglamada dastlabki moddalar «mol» lar soni hosil bo'lgan moddalar «mol» lari soni bilan teng bo'lsa, masalan $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ ($1 \text{ mol} + 1 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$) bosimning o'zgarishi sistema muvozanatini o'zgaruviga olib kelmaydi. Lekin tenglamadagi moddalardan birortasining konsentratsiyasi o'zgarishi, muvozanatni u yoki bu tomonga siljitgan bo'lar edi.

Yuqoridagilarga asosan xulosa qilsak, sistema hajmini kamaytirish bilan bosimning ortishi kimyoviy muvozanatni gaz molekulari soni kamayadigan tomonga, ya'ni bosim kamayadigan tomonga siljitadi. Bosimning kamayishi esa muvozanatni bosim ortadigan tomonga siljitadi. Reaksiyaning o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsiyentlar yig'indisi o'zaro teng bo'lsa, bosimning o'zgarishi muvozanat siljishiga ta'sir etmaydi.

Temperaturaning ta'siri

Kimyoviy muvozanat siljishiga temperaturaning ta'siri reaksiyaning endotermik yoki ekzotermik ekanligiga, ya'ni reaksiyaning issiqlik effektiga bog'liq bo'ladi.

Agar ammiak hosil bo'lishi reaksiyasining o'rganishni davom ettiradigan bo'lsak:

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 - \Delta H = -46,2 \text{ kJ/mol}$. Bu reaksiya issiqlik chiqishi bilan boradi, ekzotermik reaksiya ($\Delta N < 0$). Bu sistemada temperaturani oshirsak temperatura yutilishi bilan boradigan reaksiya $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ tezligi ortadi ($V_{\text{to'g'ri}} < V_{\text{teskari}}$) va muvozanat chapga siljiydi.

Temperatura pasaytirilsa, issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiya to'g'ri tezligi ortadi ($V_{\text{to'g'ri}} > V_{\text{teskari}}$) va muvozanat o'ngga NH_3 hosil bo'lishi tomonga siljiydi.

Har qanday muvozanatda turgan sistemada temperaturaning ortishi endotermik reaksiya tezligi ortishiga, temperaturaning pasayishi -ekzotermik reaksiya tezligi ortishiga olib keladi.

Ko'rib chiqilgan kimyoviy muvozanat siljishiga uch faktor ta'siridan umumiy xulosa: agar muvozanatda turgan sistemaga

tashqaridan ta'sir etilsa, (moddalar konsentratsiyasi, bosimi, temperatura o'zgartirilsa) sistema o'z muvozanatini shu ta'sir kamayadigan reaksiya borishi tomoniga siljitadi. Buni kimyoviy muvozanat siljishi to'g'risida Le-Shatele prinsipi (yoki qoidasi) deyiladi. Bu qoida har qanday kimyoviy muvozanatda turgan reaksiya (texnologik jarayon) uchun qo'llanilib, jarayonlar borishini boshqarishning asosini tashkil etadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Qaytar va qaytmas reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi?
2. Kimyoviy muvozanat nima?
3. Muvozanat doimiysi nima va uning fizik ma'nosi nimada?
4. Le-Shatele prinsipining mohiyatini tushuntiring.
5. Muvozanatga temperatura ta'sirini tushunish uchun nimaga e'tibor berish kerak?
6. Qanday sistemalarda muvozanatning siljishi bosimga bog'liq emas?
7. Muvozanatning siljishiga:
 - a) dastlabki moddalar miqdorining ortishi qanday ta'sir etadi?
 - b) dastlabki moddalar miqdorining kamayishi qanday ta'sir etadi?
 - v) mahsulotlar miqdorining ortishi qanday ta'sir etadi?
 - g) mahsulotlar miqdorining kamayishi qanday ta'sir etadi?

TESTLAR

1. To'g'ri reaksiya $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g}) + Q$ tezligi qaysi holatlarda sekinlashadi: C sistemada bosimning pasayishi; B temperaturaning pasayishi; C katalizator ishlatilganda; C sistemada bosimni oshirilishi.
2. Muvozanatdagi $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + Q$ to'g'riga siljitish uchun:
 - C temperaturani oshirish; C sistema bosimini kamaytirish; C sistemada vodorod konsentratsiyasini kamaytirish; C sistemada bosimni oshirish lozim.

3. Reaksiyani $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{tv}) = 2\text{SO}(\text{g})$ muvozanat holatdan to'g'riga yo'naltirish uchun nima qilish lozim: C SO konsentratsiyasini kamaytirish; C sistema bosimini oshirish; C SO konsentratsiyasini oshirish; C SO_2 konsentratsiyasini kamaytirish.

4. Kimyoviy o'zgarishlarni qaytmaslik sharoitlari.

C cho'kma hosil bo'lishi; katta issiqlikni yutilishi; C kuchli va kuchsiz elektrolitlarning ta'sirlashishi; C eritma rangining susayishi.

5. Sistemaning $\text{CaCO}_3(\text{q}) = \text{CaO}(\text{q}) + \text{CO}_2(\text{g}) - Q$ kimyoviy muvozanatini mahsulot hosil bo'lish tomoniga siljitish uchun:

C bosimni oshirish; C katalizator qo'shish; C temperaturani oshirish; C temperaturani kamaytirish.

6. Sistema bosimini oshirilishi kimyoviy muvozanatni siljitmaydi

C $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$ C $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ C $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$ C $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$

7. Sistemadagi $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + Q$ kimyoviy muvozanatning siljishi to'g'risidagi quyidagi fikrlar to'g'rimi?

A. Bosim ko'tarilishi muvozanatni mahsulot hosil bo'lishi tomon siljitadi. B. Is gazi konsentratsiyasi oshirilishi sistemaning kimyoviy muvozanati o'ng tomonga mahsulot hosil bo'lishi tomonga siljiydi.

C faqat A to'g'ri; C faqat B to'g'ri; C ikkala fikr to'g'ri; C ikkala fikr noto'g'ri.

8. Sistema kimyoviy muvozanatini $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) = \text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) - Q$ qaytar reaksiya tomonga siljishi, agar

C temperatura ko'tarilsa; C H_2 konsentratsiyasi ko'paytirilsa; C katalizator qo'shilsa; C bosim oshirilsa.

9. Sistemadagi $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g}) + Q$ kimyoviy muvozanatni boshlang'ich moddalar tomon siljishiga ko'maklashuvchi sabablar

C temperaturani ko'tarish; C temperaturani pasaytirish; C SO_2 konsentratsiyasini oshirish; C SO_3 konsentratsiyasining pasayishi.

10. Qaysi sistemada vodorod (N_2) konsentratsiyasining ko'paytirilishi muvozanatni chap tomonga siljitadi?

C $\text{C}(\text{tv}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{SH}_4(\text{g})$ C $2\text{NH}_3(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ C $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ C $\text{FeO}(\text{tv}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

VII DISPERS SISTEMALAR. ERITMALAR

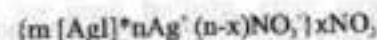
Ko'pchilik moddalar bir-birida (gaz – suyuqlik, suyuqlik-suyuqlik, qattiq modda – gaz, qattiq modda – suyuqlik) tarqaladi. Tarqalish natijasida geterogen yoki gomogen sistemalar hosil bo'ladi.

Bir modda ichida (muhitida) ikkinchi moddaning juda kichik zarrachalar holida tarqalishi (disperslanishi) dan hosil bo'lgan mikroheterogen sistemalar *dispers sistemalar* deyiladi. Har qanday dispers sistema dispers muhitdan va unda tarqalgan modda zarrachalari – dispers fazadan iborat bo'ladi. Dispers sistemalar bir-biridan dispers muhit va dispers fazaning agregat holati, zarrachalarning o'lchami (katta-kichikligi), ya'ni disperslik darajasi bilan farq qiladi.

Disperslik darajasiga ko'ra dag'al dispers sistemalar ($r = 100 - 10000 \text{ nm} \leftrightarrow 10 \text{ mkm}$) mavjud. Bunday sistemalar suspenziyalar (dispers muhit – suyuqlik, dispers faza – qattiq modda zarrachalari) – loyqa suv; unning suvdagi aralashmasi, emulsiyalar (dispers faza va dispers muhit – suyuqlik) – bo'yoqlar, sut kabi aralashmalar kiradi. Bu dispers sistemalar noturg'un sistemalar bo'lib vaqt o'tishi bilan buziladi. Masalan, loyqa suv ma'lum vaqt tinch tursa tiniydi, ya'ni tuproq zarrachalari cho'kadi. Bu sistemalariga chang (qattiq modda – dispers faza, havo – dispers muhit); tutun – dispers faza va dispers muhit gazsimon moddalar; ko'piklar – (dispers muhit – suyuqlik, dispers faza – gaz); tuman (dispers faza – suyuqlik – (suv), dispers muhit – havo) ham kiradi.

Nozik dispers sistemalar yoki kolloid eritmalar. ($r = 1-100 \text{ nm}$, yoki $0,1 - 10,0 \text{ mkm}$) kolloid eritmalarini boshqacha «Zollar» ham deyiladi. Kolloid eritmalar dag'al dispers sistemalariga nisbatan barqarordir. Ularga kog'oz kleysi (K_2SiO_3 yoki Na_2SiO_3 ning suvli aralashmasi – «suyuq shisha»), AgI, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, As_2S_3 – zollari misol bo'ladi. Kolloid eritmada zarrachalar murakkab tarkibli bo'lib bu zarrachalar «MISELLA» deyiladi.

KI va AgNO_3 tuzlari eritmalarini aralashuvidan hosil bo'lgan AgI – zolini quyidagicha tasavvur etish mumkin.



Yadro

Zarracha

Mitsella

Mitsellaning zaryadiga ko'ra zollarni «gidrofil zol» (musbat kolloid) ga va «gidrofob zol» (manfiy kolloid) ga bo'linadi. Bularga misollar sifatida Fe_2O_3 ning gidrofil zoli – $\{x\text{Fe}_2\text{O}_3\}^+\text{yH}_2\text{O} z\text{Fe}^{3+} \cdot \text{Cl}^-$ va As_2S_3 ning gidrofob zoli $\{x\text{As}_2\text{S}_3\}^-\text{zHS}^-\text{zH}^+$ ni ko'rsatish mumkin.

Ko'pchilik yuqori molekulyar birikmalarning eritmalarida ular zarrachalarining o'lchamlari katta bo'lganligi uchun bu moddalarning eritmalarini ham kolloid eritmalariga kiritiladi.

Umuman, kolloid eritmalarining olinishi, xossalari, ishlatilishi o'rganuvchi kimyo fanining bo'limi mavjud bo'lib, uni «kolloid kimyo» deyiladi va maxsus o'rganiladi.

O'ta nozik dispers sistemalar. Bu sistemalarda r zarracha $<10^{-4} \text{ sm}$ bo'lib, modda ion yoki molekular holida dispers muhitda tarqalgan bo'ladi. Bu sistemalaridagi zarrachalarni oddiy kuz bilan ko'rib bo'lmaydi. O'ta nozik dispers sistemalarini chin (haqiqiy) eritmalar ham deb aytiladi. Chin eritmalarini alohida o'rganib chiqamiz.

Chin eritmalar. Ko'pchilik kimyoviy o'zgarishlar, shu jumladan texnologik jarayonlar eritmalarida kechadi. Xomashyo va mahsulotlar sifatini nazorat qilish, kimyoviy jarayonlar mexanizmini to'liq o'rganish, moddalarni sintez qilish, ularning xossa va tuzilishlarini aniqlash uchun eng ko'p qo'llaniladigan sistemalar – eritmalaridir.

Eritma – ikki yoki undan ortiqcha komponent (tarkibiy qism) dan iborat bo'lgan gomogen sistemadir.

Eritmalar moddalarning agregat holatiga ko'ra qattiq, suyuq, gazsimon holatlarda bo'ladi. Qattiq eritmalar – bular turli tarkibga ega bo'lgan metallarning qotishmalari (po'lat, cho'yan, dyuralyuminiy, bronza, latun) va shishalardir.

Gazsimon eritmalariga havo (azot, kislorod va boshqa gazlardan iborat) va boshqa gazlarning aralashmalari kiradi.

Qattiq va gazsimon eritmalar qaysi komponentning miqdori ko'p bo'lsa, shu komponent erituvchi hisoblanadi. Masalan: cho'yan – uglerod (4%) ning temir (96%) dagi eritmasi bo'lsa, havo – azotdagi (78%) kislorod (21%) ning eritmasi bo'ladi.

Eng ko'p o'rganiladigan va ko'p uchraydigan eritmalar suyuq eritmalaridir. Suyuq eritmalar – asoslar, kislotalar, tuzlarning va organik moddalarning suv yoki boshqa suyuq moddalarda erishidan hosil bo'lgan sistemalaridir. Shu sababli eritmalar qatoriga ko'pchilik suyuqliklar (suv-spirt, spirt-efir, benzol-efir, aseton-suv, aseton-spirt, benzol-benzin va hokazo) ning o'zaro aralashmalarini kiritish mumkin. Suyuq eritmalar eritma hosil bo'lish jarayonida agregat holatini o'zgartirmaydigan komponent erituvchi deyiladi. Masalan: suvda osh tuzi eriganda (miqdoridan qat'i nazar) osh tuzi kristallari suv ta'sirida kristall holatini yo'qotadi, suv esa suyuq holicha qolaveradi. Shuning uchun bunday eritmalarining barchasida suv erituvchi bo'ladi.

Agar suyuqliklarning o'zaro aralashuvidan hosil bo'lgan eritmalar bo'lsa, miqdori ko'p bo'lgan suyuqlik erituvchi hisoblanadi.

Eritmalarning hosil bo'lishi. Eritmalarning hosil bo'lishini fizikaviy va kimyoviy (gidratlar) nazariyalari quyidagicha tushuntiradi.

Eritma erituvchilarda turli modda molekulalarini tarqalib ketishi, ya'ni erishi natijasida hosil bo'ladi. Qattiq moddalar erishida uning sirtidagi molekulalar erituvchi molekulalari ta'sirida sirtidan «uzilib» eritmaga o'tadi. Diffuziya hodisasi va molekulalararo ta'sir tufayli molekulalar eritma «ichiga» singib ketadi. Shu tariqa kristall panjarani tashkil etgan barcha molekulalar (eritma erigan moddaga to'yinmaguncha) eritmaga o'tadi va eritma hosil bo'ladi. Bu jarayon natijasida bir jinsli sistema hosil bo'ladi va bunda erituvchining tabiati va qattiq moddaning tuzilishi, kimyoviy xossasi asosiy rol ni o'ynaydi.

Suyuq moddalarning eritmaları hosil bo'lishida erituvchi va eriydigan moddalarning molekulalari o'zaro aralashib (diffuziya hodisasi tufayli) ketadi. Bu jarayonda moddalarning dipol momenti, qutblanuvchanligi kabi xususiyatlari asosiy o'rinni egallaydi. Shu sababli qutbli moddalar qutbli eruvchida, qutbsiz moddalar qutbsiz erituvchilarda yaxshi eriydi.

Eritmalarning bir jinsli bo'lishi, erish jarayonida issiqlikning yutilishi yoki ajralib chiqishi eritmalarini kimyoviy moddalar deb aytishga asos bo'ladi.

Lekin eritmalar tarkibining har xilligi va o'zgaruvchanligi ularni mexanik aralashmalarga taalluqli degan xulosaga olib keladi. Shu sababli eritmalarini kimyoviy moddalar bilan mexanik aralashmalar o'rtasidagi «oraliq sistema» deb qarash kerak.

Yuqoridagi hollarda va har qanday eritmalarining hosil bo'lishida erituvchi molekulalari bilan eriydigan modda molekulalari o'rtasida o'zaro kimyoviy reaksiya boradi. Bu reaksiyaning mahsuloti sifatida erigan modda molekulalarining solvatlari hosil bo'ladi. Agar A-moddasi biror eruvchi (lotincha «solven») da erisa, eritmada hosil bo'lgan yangi modda – solvat $[A \cdot n \text{ solv}]$ ko'rinishida yoziladi. Erituvchi suv bo'lsa, hosil bo'lgan moddalar $(A \cdot n H_2O)$ gidratlar deyiladi. Eritmalar hosil bo'lishining solvatlar (gidratlar) nazariyasini D.I. Mendeleyev yaratgan.

Suvli eritmalaridan ajratib olingan ko'pchilik kristall moddalar tarkibida bir necha molekula suv bo'ladi: $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$; $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$; $Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$; $SiSO_4 \cdot 5H_2O$; $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; $CaCl_2 \cdot 4H_2O$; $MgCl_2 \cdot 12H_2O$; $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ va hokazo.

Demak, gidratlar (solvatlar) ning tarkibi erigan modda tarkibiga, tabiatiga, erituvchining miqdoriga va tabiatiga bog'liq bo'ladi.

Barcha kimyoviy jarayonlar singari moddalarning erishi ham sistemaning entalpiyasi (ΔH), entropiyasi (ΔS) va izobar-izotermik potentsiali ΔG o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Termodinamika nuqtai nazaridan biror modda boshqa ikkinchi moddada eriganda $\Delta G = \Delta H - T \Delta S < 0$ shart bajarilishi kerak.

Bundan ko'rinib turibdiki, doimiy temperaturada ΔG ning qiymati erish jarayonida zarrachalarning tartibsizligi (ΔS) – entropiya va entalpiya (ΔH) o'zgarishidan iborat.

Bu ikkala kattalikning erish jarayoniga ta'siri quyidagicha tushuntiriladi.

Suyuqlik yoki qattiq modda eriganda «tartibli» holatdan tartibsiz holatga o'tadi, ya'ni eruvchida tarqalib ketadi. Buning natijasida sistemaning entropiyasi ortadi ($\Delta S > 0$), bu erish jarayonini o'z-o'zidan borishiga va $\Delta G > 0$ bo'lishida entropiya faktori hissasini ortishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham aksariyat hollarda qattiq va suyuq moddalarning erishi temperatura ortishi bilan ortadi.

Gazsimon moddalarning suyuqliklarda erishida zarrachalar (gaz holatdagi) tartibsiz holatdan tartibi yuqori bo'lgan (suyuqlik) holatga o'tadi va $\Delta S < 0$, ya'ni bu jarayon entropiyaning kamayishiga olib keladi. Bunda ΔG -ning qiymatiga entropiya faktorining qo'shadigan hissasi kam bo'ladi. Shu sababli gazsimon moddalarning eruvchanligi temperatura ortishi bilan kamayib, temperatura pasayishi bilan ortadi.

Eritma hosil bo'lish jarayonida sistemaning entalpiyasi yoki ortishi $\Delta H > 0$, yoki kamayishi $\Delta H < 0$ mumkin. Agar $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$ ekanligini e'tiborga olsak va erish jarayonida hajm o'zgarmaydi ($\Delta V = 0$) deb qabul qilsak, (sistema tashqi muhitga nisbatan ish bajarmaydi $\Delta p\Delta V = 0$), u holda erish paytida entalpiya o'zgarishi faqatgina sistemaning ichki energiyasi o'zgarishidan $\Delta H = \Delta U$ iborat bo'ladi. Boshqacharoq aytganda, ΔH (erish) asosan, moddaning tuzilishi, kristall panjarasi buzilishiga sarflangan energiya (ΔH tuzilish) bilan yangi hosil bo'lgan moddalarning (solvatlanish gidratlanish) hosil bo'lish energiya ($\Delta H_{\text{sol}}^{\text{erish}}$) lari farqi $\Delta H_{\text{erish}} = \Delta H_{\text{tuzilish}} - \Delta H_{\text{sol}}$ dan iborat bo'ladi.

Gazsimon moddalar uchun $\Delta H = 0$ bo'lgani, uchun $\Delta H_{\text{erish}} = -\Delta H_{\text{sol}}$ bo'ladi, ya'ni gazlarning suyuqliklarda erishida gaz molekullari bilan erituvchi molekullari o'rtasidagi o'zaro ta'sir energiyasi asosiy faktor hisoblanadi va shu sababli doimo gazlarning erishi ($\Delta H_{\text{erish}} < 0$) ekzotermik jarayondir.

Shuningdek, shakar, glitserin, spirt, NaOH, KOH, Na_2SO_4 , sulfat, xlorid, nitrat kislotalarning erishi ham ekzotermik jarayondir. Chunki molekulyar kristallarning tuzilish energiyasi va suyuq moddalardagi molekullararo vander-vaals kuchlarining energiyasi bu moddalarning solvatlanish (gidratlanish) energiyasidan kichik, ya'ni $\Delta H_{\text{tuzilish}} < \Delta H_{\text{gidratlanish}}$.

Ionli kristallardan iborat moddalar (NaNO_3 , NH_4Cl , KCNS , NaCl , KNO_3 , KCl , NH_4NO_3 , SiSO_4 va boshqalar) da molekullar orasidagi bog'lanish energiyasi juda katta qiymatga ega. Shuning uchun bu moddalar eriganda $\Delta H_{\text{tuzilish}} > \Delta H_{\text{sol}}$ bo'lgani tufayli entalpiya o'zgarishi $\Delta H > 0$ bo'ladi. Bu moddalarning erishi endotermik reaksiyalardir. Boshqacha aytganda, bu moddalarning erishi temperatura ortishi bilan ortib boradi. Moddalar eriganda issiqlikning yutilishidan foydalanib ba'zi bir sovutgich aralashmalar

hosil qilinadi. Agar 60 g. NH_4NO_3 ni 100 gr. H_2O da eritilsa, sistemaning harorati 30°C ga pasayadi, agar 88 g. NH_4NO_3 ni 100 g. suvda eritilsa, 36°C ga temperaturani pasaytirish mumkin.

Ba'zi moddalarda $\Delta H_{\text{tuzilish}} = \Delta H_{\text{sol}}$ bo'ladi. Bular molekulyar tuzilishli qutblanmagan moddalar bo'lib, ularning erishi entalpiya o'zgarishisiz ($\Delta H_{\text{erish}} = 0$) ro'y beradi. Bu erish jarayonida $\Delta G < 0$ bo'lishi uchun asosan, entropiyaning o'zgarishi ($\Delta S > 0$) hal qiluvchi rol o'ynaydi. Bunga misol sifatida I_2 kristallarning CCl_4 da erishini keltirish mumkin. Bu eritma hosil bo'lishida erituvchi va erigan modda molekullari o'rtasida yangi modda (solvat) hosil bo'lmaydi va bunday eritmalar ko'pincha oddiy ikkita moddaning aralashmasiga, ya'ni ideal eritmalariga yaqin bo'ladi.

Moddalarning eruvchanligi

Har qanday kimyoviy toza modda boshqa moddada eriydi. Moddalarning eruvchanligi shu moddaning va erituvchining tabiatiga, temperaturaga bog'liq.

Moddalarning eruvchanligi deb, ayni temperaturada 100 g. erituvchida erigan moddaning gramm miqdoriga aytiladi. Odatda buni moddalarning «eruvchanlik koeffitsiyenti» deyiladi.

Kengroq ma'noda moddalarning eruvchanligi sifatida ayni sharoitda to'yingan eritmaning konsentratsiyasini qabul qilsa ham bo'ladi. Shunga muvofiq, eruvchanlik miqdoran erigan modda massasining to'yingan eritma massasiga nisbatini ifodalovchi foiz qiymatga tengdir. Ba'zan 1 litr to'yingan eritmadagi erigan moddaning «mol» lar soni ham moddaning eruvchanligi deyiladi.

Ko'pchilik hollarda erituvchi sifatida suv ishlatilgani uchun moddalarning suvda eruvchanligi quyidagicha xarakterlanadi: agar 100 g suvda 10 g. va undan ko'p miqdordagi modda erisa – yaxshi eruvchan; agar 10 g. dan 0,01 gacha erisa – kam (yomon) eriydigan; agar 0,01 g. dan kam erisa – amalda erimaydigan modda deyiladi.

Moddalarning eruvchanligi ularning tabiatiga bog'liq. Qutbli moddalar qutbli erituvchida (spirt – suvda, ammiak – suvda, vodorod xlorid – suvda) yaxshi eriydi, qutbsiz moddalar qutbsiz erituvchilarda (yod – xloroformda, yog' – benzolda, naftalin – benzolda) yaxshi eriydi.

Temperaturaning ortishi bilan moddalarning eruvchanligi ham ortib boradi. Buning sababi moddalarning erish issiqligi mavzusida batafsil bayon etildi. Moddalar eruvchanligini temperaturaga bog'liqligi eruvchanlik grafigida ko'rsatiladi. Ushbu grafikdan foydalanib xohlagan temperaturada (100°C gacha) turli moddalarning 100 g. erituvchida necha gramm erishini bilib olish mumkin.

Qattiq moddalarning eruvchanligi bosimga bog'liq bo'lmaydi.

Suyuq moddalar suyuqliklarda eriganda turlicha (cheksiz yoki cheklanmagan miqdorda) eriydi yoki aralashadi. Masalan, spirt suvda cheklanmagan miqdorda eriydi, boshqacha aytganda spirt va suv xohlagan miqdoriy nisbatlarda aralashadi.

Dietil efiri ($\text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$) xona temperaturasida suvda cheklanmagan miqdorda eriydi, ya'ni suv va efir aralashmasi ikki qavatdan iborat bo'ladi. Yuqori qatlam – suvning efirdagi to'yingan eritmasi bo'lsa, pastki qatlam efirning suvdagi to'yingan eritmasidir. Temperaturaning ortishi bu moddalarni bir-biridan eruvchanligini oshiradi va ma'lum temperaturada ikkala modda o'zaro xohlagan nisbatda aralashadi.

O'zaro cheklangan miqdorda eruvchi suyuqliklarning cheksiz eruvchanlik holatiga o'tadigan temperatura suyuqliklarning kritik erish temperaturasi deyiladi. Bunga misol: fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) $66,4^{\circ}\text{C}$ da suvda cheklangan miqdorda eriydi, $66,4^{\circ}\text{C}$ dan boshlab esa fenol cheklanmagan miqdorda suvda, suv esa fenolda eriydi (aralashadi). Shuning uchun «fenol-suv» sistemasi uchun $66,4^{\circ}\text{C}$ kritik erish temperaturasi deyiladi.

Ma'lumki, ikkita o'zaro aralashmaydigan suyuqlik aralashmasiga uchinchi – bu ikkala moddada o'z eruvchanlik koeffitsiyentiga proporsional holda eriydigan modda qo'shilsa, bu modda ikkala suyuqlikda turlicha eriydi.

O'zaro aralashmaydigan moddalar aralashmasida erigan (tarqalgan) moddaning konsentratsiyalari nisbati ayni temperaturada doimiy son bo'lib, erigan moddaning umumiy miqdoriga bog'liq emas. Buni «tarqalish qonuni» deyiladi. Agar C – erigan moddaning birinchi erituvchidagi konsentratsiyasi, C – erigan moddaning ikkinchi erituvchidagi konsentratsiyasi bo'lsa, uning tarqalish koeffitsiyenti K quyidagicha ifodalanadi:

$$K = \frac{C_{\text{erigan}}}{C_{\text{suv}}}$$

Iodning suvga nisbatan xloroformda tarqalish koeffitsiyenti $K=130$ ga teng, ya'ni xloroformda erigan iod miqdori suvdagiga nisbatan 130 marta ko'p.

«Tarqalish qonuni»ga asoslanib moddalarni bir-biridan ajratish, miqdorini oshirish – konsentrlash va ajratib olish (ekstraksiyalash) mumkin.

Gazlar ham suyuqliklarda eriydi. Bu jarayon ekzotermik jarayon. Gazlarning suyuqliklarda erishi Genri qonuniga bo'ysunadi.

Doimiy temperaturada o'zgarmas hajmdagi suyuqlikda erigan gaz miqdori shu gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsional.

$$C = K \cdot P$$

bunda S – gazning to'yingan eritmadagi miqdori, P – gazning parsial bosimi va K – proporsionallik koeffitsiyenti yoki Genri doimiysi.

Agar suyuqlikda bir necha gazlar aralashmasi erisa, har bir gazning eruvchanligi gazlarning umumiy bosimiga emas, balki shu gazning parsial bosimigagina bog'liq bo'ladi.

Gazlarning eruvchanligi «ml/100 ml» birlikda ifodalanadi.

Ba'zi gazlarning suvda eruvchanligi «ml/100 ml H_2O »

GAZ	Eruvchanligi		GAZ	Eruvchanligi	
	0°	20°C		20°C	0°
Vodorod	2,15	1,8	SO_2	171	87,8
Kislород	4,9	3,1	Cl_2	461	236
Azot	2,35	1,5	N_2	5,5	3,3
Ammiak	–	700	NH_3	–	–

Moddalarning eruvchanlik koeffitsiyentiga ko'ra to'yinmagan, to'yingan va uta to'yingan eritmalarga ajratiladi.

To'yinmagan eritma. Ayni temperaturada ma'lum miqdor erituvchida erish koeffitsiyentidan kam miqdordagi modda erishidan hosil bo'lgan eritma – to'yinmagan eritma deyiladi. Agar eruvchanlik grafigiga e'tibor berilsa, 20°C da 100 ga suvda 36 g. NaCl eriydi. Agar shu sharoitda 15 g. NaCl erisa, to'yinmagan

eritma hosil bo'ladi. Bu eritmada yana qo'shimcha 21 g. modda eritib to'yingan eritma hosil qilinadi.

To'yingan eritma – ayni temperaturada ma'lum miqdordagi erituvchida erish koeffitsiyentiga teng yoki undan ko'proq miqdordagi modda erishidan hosil bo'lgan eritmadir. To'yingan eritmada doimo erigan modda miqdori kristall (erimay qolgan) modda miqdori bilan muvozanatda bo'ladi, ya'ni eritmaga o'tayotgan zarrachalar soni eritmada kristallga o'tayotgan molekullar soniga teng bo'ladi.

O'ta to'yingan eritma. Agar to'yingan eritmada erigan modda ustiga yana shu moddadan qo'shib temperatura oshirilib boraverilsa ortiqcha qo'shilgan modda erib ketadi. Yana modda qo'shib temperatura oshirilsa, modda yana erib ketadi va natijada o'ta to'yingan eritma hosil bo'ladi. O'ta to'yingan eritmalar azaldan (T.E.Lovis, 1794-y) ma'lum bo'lib, ular oddiy sharoitda noturg'un sistemadir.

Shu tufayli bu eritmaga ozgina mexanik ta'sir (eritma turgan idishga oddiy zarb) berilsa yoki ozgina qattiq modda zarrachasi qo'shilsa, temperatura pasaytirilsa, eritmani buzilishiga – erigan moddaning ortiqcha miqdori qayta kristallanib ajralib chiqadi. Shu usul (qayta kristallash) bilan ko'pchilik moddalar tozalanadi. Bunda ko'pincha kristallogidratlar olinadi. Masalan, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (natriy tiosulfat kristallogidrat), $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Glauber tuzi), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (bura), $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (mis ko'porosi).

Eritmalarning konsentratsiyalarini ifodalash usullari

Eritmaning biror hajmi yoki massasi birligida erigan modda miqdorini ko'rsatuvchi kattalik eritmaning konsentratsiyasi deyiladi va C – harfi bilan belgilanadi.

Eritma konsentratsiyasini ifodalashning quyidagi turlari mavjud:

- erigan moddaning massa ulushi (ω) yoki foiz konsentratsiya ($S\%$);
- molyar konsentratsiya (C_m , mol/l);
- normal yoki ekvivalent konsentratsiyasi (C_n ; N , g-ekv/l);
- Titrl (T , g/ml);
- molyal konsentratsiyasi (m , mol/1000 g);
- molyar qism (N , mol);

Har bir konsentratsiya turini alohida qarab chiqamiz.

Foiz konsentratsiya

Har qanday eritmaning 100 gramida erigan moddaning gramm miqdorini ko'rsatuvchi qiymat foiz konsentratsiyasi deyiladi.

Foiz konsentratsiya quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C\% = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{modda}} \cdot 100\%}{m_{\text{eritma}} + m_{\text{modda}}}$$

Ko'pchilik hollarda bu konsentratsiyani «massa ulushi» holida:

$$W = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{modda}} \cdot 100\%}{m_{\text{eritma}} + m_{\text{modda}}}$$

ifodalanadi. Uning ma'nosi eritma umumiy og'irligining qanchasi erigan modda hissasiga to'g'ri kelishini bildiradi.

Ma'lumki, eritmalar suyuq holda bo'lgani uchun uning miqdori hajm birligida (V , ml, sm^3 , litr) ifodalanadi. Bunday hollarda eritma massasi bilan hajmi o'rtasidagi bog'lanish $m = V \cdot d$ holida yoziladi. Bu yerda d – 1 eritmaning zichligi, ya'ni 1 ml (sm^3) hajmdagi eritmaning og'irligi deyiladi va g/ml, g/ sm^3 , kg/ m^3 birlikda o'lchanadi. Masalan, 98% li H_2SO_4 eritmasining zichligi 1,84 g/ sm^3 ga teng deganda shu eritmaning 1 sm^3 yoki 1 millilitri 1,84 g. massaga ega, deb tushunish kerak.

Yuqoridagilarni e'tiborga olsak, eritmaning foiz konsentratsiyasi:

$$C\% = \frac{m_{\text{modda}}}{V \cdot d} \cdot 100 \text{ yoki } W = \frac{m_{\text{modda}}}{V \cdot d} \cdot 100$$

Faraz qilaylik, osh tuzi eritmasining konsentratsiyasi 15% (0,15) li bo'lsin. Buning ma'nosi, osh tuzi eritmasining 100 gramida 15 g. NaCl moddasi 85 g. H_2O da erigan. Boshqacha aytganda, shu eritmaning 1 og'irlik qismi (g.) da 0,15 og'irlik qism (g.) NaCl va 0,85 og'irlik qism (g.) H_2O dan iborat.

Molyar konsentratsiya

Eritmalarning molyar, normal konsentratsiyalari va titrl hajmiy konsentratsiyalar qatoriga kirib, eritmaning hajmi birligida erigan modda miqdorini ifodalaydi.

1 litr (1000 ml) eritma'da erigan moddaning «mol» lar miqdorini ko'rsatuvchi qiymat molyar konsentratsiya deyiladi. Uni hisoblash formulasi:

$$C = \frac{n_{(mol)}}{V_{(lit)}} \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda V – eritmaning hajmi, n – erigan moddaning «mol» lar soni. Agar $n = m/M$ va hajmni millilitrda ifodalasak, u holda:

$$C = \frac{m_{(modda)} \cdot 100\%}{M \cdot V_{(ml)}} \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda m_{modda} – erigan modda massasi, gr, M erigan moddaning molekulyar massasi, g/mol.

Agar, H_2SO_4 ning 0,5 mol/l (molyar) konsentratsiyali eritmasi deyilsa, har bir litr eritmada 0,5 mol (yoki 0,5 $\cdot$ 98 = 49 gramm) H_2SO_4 erigan, degan ma'noni tushunish kerak.

Normal (ekivalent) konsentratsiya

Har qanday eritmaning 1 litri (1000 millilitr) da erigan moddaning gramm – ekvivalent soni (ekvivalent miqdori) ni bildiruvchi qiymatga normal konsentratsiya deyiladi. Normal konsentratsiyani hisoblash formulalari:

$$C_H = \frac{n_{(g.ekv)}}{V} \text{ yoki } n_{(g.ekv)} = \frac{M_{modda}}{\mathfrak{Z}_{modda}}$$

$V = 1000$ ml ekanligini e'tiborga olsak:

$$C_H = \frac{m_{modda} \cdot 1000}{\mathfrak{Z}_{modda} \cdot V_{(ml)}} \text{ (n) (g.ekv/l) bo'ladi.}$$

Ushbu konsentratsiyani hisoblash uchun «kimyoning asosiy qonunlari» mavzusidagi murakkab moddalar ekvivalentining formulalarini bilish shart.

Agar, $NaOH$ ning 0,25 n li eritmasi deyilsa, shu eritmaning har 1 litrida 0,25 g.ekv (yoki 0,25 $\cdot$ 40 = 10 g.) $NaOH$ erigan, degan ma'noni anglash lozim.

Molyar va normal konsentratsiyalarning formulalaridan ko'rinib turibdiki, eritmaning konsentratsiyalari eritma hajmiga teskari proporsionaldir, ya'ni aniq konsentratsiyali eritmaning hajmi avvalgisiga nisbatan necha marta ortsa, eritma konsentratsiyasi shuncha kamayadi.

Aksariyat hollarda molyar va normal konsentratsiyalar foiz konsentratsiya bilan almashtirilishi yoki aksincha masalalarni hal

etishga to'rg'i keladi. Shunday hollarda quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

$$C_M = \frac{C\% \cdot V \cdot d \cdot 1000}{100 \cdot V \cdot M} = \frac{C\% \cdot d \cdot 10}{M}; \quad C\% = \frac{C_M \cdot M}{d \cdot 10}$$

$$C_H = \frac{C\% \cdot V \cdot d \cdot 1000}{100 \cdot V \cdot \mathfrak{Z}} = \frac{C\% \cdot d \cdot 10}{\mathfrak{Z}}; \quad C\% = \frac{C_H \cdot \mathfrak{Z}}{d \cdot 10}$$

Eritmaning titri

Eritmaning 1 millilitr (sm^3) da erigan moddaning gramm miqdori ko'rsatuvchi qiymatga eritmaning litri deyiladi.

Yuqoridagi qoidaga ko'ra, xlorid kislotasi (HCl) eritmasining titri 0,00365 g/ml teng deylik. Bu eritmaning 1 ml da 0,00365 g. HCl erigan degan ma'noni anglatadi.

Umuman, eritmaning titri bilan molyar va normal konsentratsiyalari o'rtasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$T = \frac{m_{modda}}{V_{eritma}} = \frac{C_H \cdot \mathfrak{Z}}{1000} \text{ va } T = \frac{C_M \cdot M}{1000}$$

Molyal konsentratsiya

Molyal konsentratsiya odatda kam ishlatiladigan konsentratsiya turidir.

Molyal konsentratsiya deb, 1000 g. erituvchida erigan moddaning «mol» lar soniga aytiladi va $M = n / 1000$ g. formula bilan hisoblanadi. Agar 1000 g. erituvchida 1 mol modda erigan bo'lsa, bu eritma 1 molyalli deyiladi.

Molyar qism

Ko'pchilik hollarda eritmalar konsentratsiyasi molyar qism orqali ifodalandi. Umuman, eritmada erigan modda va erituvchining miqdori 1 mol deb olinsa, shu 1 molning qanday hissasi erigan moddaga va qanday qismi erituvchiga to'g'ri kelishini ko'rsatuvchi miqdorga molyar qism deyiladi. Shunga ko'ra, erituvchining molyar qismi:

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}; \text{ erigan moddaning molyar qismi esa,}$$

$$N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}; \text{ holida ifodalanadi.}$$

Bunda n_1 - erituvchining « mol » lar soni, n_2 - erigan moddaning « mol » lar soni va ular quyidagicha ifodalanadi:

$$n_1 = \frac{m_{\text{erituvchi}}}{M_{\text{erituvchi}}}; \quad n_2 = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{M_{\text{erigan modda}}}$$

Har qanday eritma uchun $n_1 + n_2 = 1$ ga teng. Bu formulalardan tegishli hisoblashlarda foydalaniladi.

Eritmalardagi osmos hodisasi

Ma'lumki eritma hosil bo'lishida yoki konsentratsiyalari bir-biridan farq qiluvchi eritmalar o'zaro aralashirilganda eritmada modda zarrachalari va erituvchi molekulalari eritma ichida tartibsiz (Broun) harakat kila boshlaydi. Bunga misol turli konsentratsiyali shakar eritmaları aralashmasi bo'la oladi. Agar konsentratsiya kam shakar eritmasiga konsentratsiyasi yuqori bo'lgan shakar eritmasi qo'shilsa, eritma ichida shakar molekulalari ko'p joydan kam joyga, erituvchi molekulalari ham ko'p joydan kam joyga o'tadi. Eritmada diffuziya hodisasi ro'y beradi. Bunda eritmaning entropiyasi $\Delta S \rightarrow$ max bulguncha, ya'ni eritmada yangidan erigan modda (shakar) molekulalari qayta tekis taqsimlanmagunicha davom etadi. Bu ikki yo'qlama diffuziya deyiladi.

Agar shakar eritmasi solingan, devori yarim o'tkazgich xossaga (bir tomonlama o'tkazuvchan) idishni suvli idishga tushirilsa, bir yo'qlama diffuziya ro'y beradi. Suvli idishdagi suv molekulalari (o'lchami kichik bo'lgani uchun) shakar eritmasiga – ichki idishga uta boshlaydi. ichki idishdagi shakar molekulalari idish devoridagi teshiklarning o'lchamidan katta bo'lgani uchun tashqi suvli idishga o'ta olmaydi. Natijada ichki idishdagi eritma hajmi orta boshlaydi va eritma idishga tutashtirilgan nay orqali ko'tarila boshlaydi. Bunga osmos hodisasi deyiladi.

Osmos hodisasi tufayli ichki idishdagi bosim (gidrostatik bosim) ortadi va suyuqlik tashqi bosimga nisbatan ish bajarib yuqoriga ko'tariladi. Shu jarayonda bajarilgan ishga osmotik bosim deyiladi. Ayni misolda osmotik bosim suyuqlikning dastlabki va oxirgi holatdagi sathlari farqiga teng bo'ladi.

Osmos hodisasi tufayli yuzaga kelgan gidrostatik bosim tashqi muhitdagi bosim bilan tenglashganda osmos hodisasi to'xtaydi.

Umuman eritmalardagi osmotik bosim Vant-Goff qonuniga ko'ra eritmada erigan modda miqdori S va temperatura (T) ga to'g'ri proporsionaldir:

$P_{\text{osm}} = CRT$; bunda P_{osm} – eritmaning osmotik bosimi, Pa, KPa, mm. sim. ust.; R – gaz doimiysi 8, 314 j/mol*K.

Agar $C = n/V$ molyar konsentratsiyasi ekanligini va $n = m/M$ ekanligini va hajm (V) millilitrda o'lchanishini e'tiborga olsak eritma osmotik bosimi quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{\text{osm}} = 1000 m RT/M V$$

Ko'rinib turibdiki, eritmada erigan moddaning molekulyar og'irligi qanchalik kichik, temperatura va erigan modda miqdori qanchalik katta bo'lsa, osmotik bosim shunchalik yuqori bo'ladi.

Osmotik bosim odam organizmi, o'simliklar hayotida katta ahamiyatga ega.

O'simliklar ildizi ham yarim o'tkazgichlik xossasiga ega. Tuproqdagi nam (H_2O) ni tortib olib o'simlik tanasida katta bosim hosil qiladi. Buning isboti o'simlik shoxchasi kesib olinsa va bir oz vaqt qo'yilsa so'lib qoladi va qaytadan suvli idishga (yoki nam tuproqqa) qo'yilsa qaytadan o'z holiga keladi. Shu sababli o'simlik hatto tuproq tagidan unib chiqadi, daraxtning shoxlari egilib qo'yilgan bo'lsada yana yuqoriga qarab o'sadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, agar yerdagi namlik 6% ga teng bo'lib, harorat $20^\circ C$ bo'lsa, bunda yerga eqilgan don ekinlari urug'i ichida osmotik (gidrostatik) bosim $4,05 \cdot 10^6$ Pa ni tashkil etar ekan.

Odam organizmidagi hujayra va to'qimalar ham yarim o'tkazgich parda xossasiga ega. Iste'mol qilinadigan suyuqliklar, oziq-ovqatlarning odam tanasiga singishi, muskullarning rivojlanishi osmos hodisasi tufayli sodir bo'ladi.

Eritmalarning bug' bosimi, qaynash va muzlashi. Raul qonunlari

Ma'lumki har qanday suyuq modda temperaturaning xohlagan qiymatida doimo uzbug'i bilan muvozanatda bo'ladi:

Suyuqlik $\longleftrightarrow$ Bug'

Suyuqlik ustidagi bug'-gazsimon modda bo'lgani uchun o'z bosimiga ega. Suyuqlik ustidagi bug'ning bosimi (har bir temperatura qiymatida) doimiy sonidir.

Toza suyuqlik, masalan, suv erituvchi bo'lsa, uning ayni temperaturadagi to'yingan bug' bosimi P_1 ga teng. Suvda biror modda (shakar, glyukoza, mochevina) eritilsa, hosil bo'lgan eritma ustidagi bug' bosimi P_2 bo'ladi va uning qiymati ayni temperaturada toza suvning to'yingan bug' bosimidan past bo'ladi: $P_1 > P_2$.

Ikkala bosim o'rtasidagi farq $\Delta P = P_1 - P_2$ eritma to'yingan bug' bosimining pasayishi deyiladi. Bu ΔP farqning toza erituvchi (suv) to'yingan bug' bosimiga nisbati $\Delta P/p_1 = P_1 - P_2/p_1$ eritma to'yingan bug' bosimining nisbiy pasayishi deyiladi.

Fransuz fizigi Raul (1887 y) eritma to'yingan bug' bosimini o'rganib o'zining birinchi qonunini yaratdi. Uning fikri – eritma to'yingan bug' bosimining nisbiy pasayishi eritmada erigan moddaning molyar qismiga to'g'ri proporsionaldir:

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} = N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

bunda: N_2 – erigan modda ning molyar qismi;

n_1 va n_2 – erituvchi va erigan moddaning eritmada «mol» lar soni.

Buning sababi yuqoridagi «suyuqlik – bug'» muvozanat holatidan kelib chiqadi. Chunki, suvda modda eriganda suv molekullari erigan modda molekullari bilan birikma – gidratlarni hosil qilgani uchun suvdagi suv molekullari miqdori kamayadi. Bu kamaygan molekullarni suvli eritma o'z ustidagi (bug' holatidagi) suv molekullarini suyuqlikka aylanishi, ya'ni $(H_2O)_{suv} \longleftrightarrow (H_2O)_{bug}$ muvozanatni chapga siljishi tufayli to'ldiradi. Bug' holatidagi suv molekullarining sonini kamayishi ayni temperaturadagi bosimni kamayishiga sabab bo'ladi va eritma ustidagi bug' bosimi toza suvnikidan past bo'ladi. Bu xulosa har qanday eritma uchun doim o'rinalidir.

Bu xulosalar suv va eritmaning holat diagrammasi tuzilib, izohlanadi. Bu grafikka asosan toza suvning barcha holatlardagi bug' bosimi (R_1) suvli eritmaning bug' bosimi (R_2) dan yuqori va eritmaning konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa grafikdagi suv va eritmani ifodalovchi egri chiziqlar o'rtasidagi farq shunchalik katta bo'ladi.

Eritmaning qaynash va muzlash temperaturasi

Eritmalarning qaynash va muzlash temperaturasi ham oddiy toza erituvchi yoki toza kimyoviy moddanikidan farq qiladi.

Ma'lumki, har qanday suyuq modda ma'lum temperaturada qaynaydi. Ya'ni uning ichki bosimi tashqi muhit bosimiga teng bo'lganda u gazsimon holatga o'tadi. Xuddi shu singari suv 100°C da ($P = 101,3 \text{ KPa}$) qaynaydi. 0°C da suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi – muzlaydi.

Suvda moddalar eriganda suvning (aniqrog'i hosil bo'lgan eritmaning) qaynash temperaturasi va muzlash temperaturasi o'zgaradi. Eritmalar toza moddalardan farqli ravishda biror temperatura oraligida qaynaydi va muzlaydi. Buning sababi eritmada turli tarkibli gidratlar (solvatlar) ning hosil bo'lishidir.

Eritma qaynay boshlagan (yoki muzlay boshlagan) temperatura eritmaning qaynash (yoki muzlash) temperaturasi deyiladi va t_{qayn} eritma yoki t_{muz} 0 eritma holida belgilanadi. Eritmalarning qaynash temperaturasi erituvchining qaynash temperaturasidan doimo yuqori bo'lib, muzlash temperaturasi erituvchi muzlash temperaturasidan past bo'ladi.

Eritma qaynash temperaturasi ($t_{qayn, eritma}$) bilan toza erituvchi qaynash temperaturasi ($t_{qayn, erituvchi}$) o'rtasidagi farq $\Delta t_{qayn} = t_{qayn, eritma} - t_{qayn, erituvchi}$ eritma qaynash temperaturasining ortishi deyiladi.

Erituvchi muzlash temperaturasi bilan eritma muzlash temperaturasi ($t_{muz, eritma}$) o'rtasidagi farq $\Delta t_{muz} = t_{muz, eritma} - t_{muz, erituvchi}$ eritma esa, eritma muzlash temperaturasining pasayishi deyiladi.

Raulning ebullioskopik (qaynash) va krioskopik (muzlash, qotish) qonunlariga ko'ra:

a) eritma qaynash temperaturasi ortishi eritmada erigan modda miqdoriga to'g'ri proporsional:

$$\Delta t_{(qv)} = m \cdot E = \frac{a \cdot 1000 \cdot E}{M \cdot g}$$

b) Eritma muzlash temperaturasi pasayishi eritmada erigan modda miqdoriga to'g'ri proporsional:

$$\Delta t_{(oz)} = m \cdot K = \frac{a \cdot 1000 \cdot K}{M \cdot g}$$

bu formulalarda m – eritmaning molyal konsentratsiyasi;

a -erigan modda massasi, g.; v- erituvchining massasi, g.;

M – erigan modaning molekulyar massasi, g./mol.

E – erituvchining ebullioskopik doimiysi bo'lib, 1000 g. erituvchida 1 mol modda eriganda erituvchi qaynash temperaturasi necha gradusga ortishini ko'rsatadi. Uning qiymati erituvchining tabiatiga bog'liq.

K – erituvchining krioskopik doimiysi, 1000 g. erituvchida 1 mol modda eriganda uning muzlash temperaturasi necha gradusga pasayishini ko'rsatadi. K-ning qiymati faqat erituvchining tabiatiga bog'liq.

Quyidagi turli erituvchilar uchun E va K ning qiymatlari keltirilgan:

Erituvchi	E, °C	K, °C
Suv	0,52	1,86
Benzol	2,64	5,12
Sirka kislota	3,10	3,90

Ko'pchilik hollarda yuqoridagi qonuniyatlardan foydalanib ebullioskopik yoki krioskopik usullarda moddalarning molekulyar og'irliklari tajribada aniqlanadi.

Ba'zi hollarda nazariy hisoblash asosida amalda past temperaturada muzlovchi aralashmalar hosil qilinadi. Shu yo'l bilan suvda ma'lum miqdordagi NaCl eritilib – 21°C gacha muzlamaydigan aralashma hosil qilsa bo'ladi va hokazo.

Takrorlash uchun savollar

1. Dispers sistema, disperslik tushunchalarini izohlang.
2. Dispers sistemalar qanday klassifikatsiyalanadi?
3. Eruvchanlik koeffitsiyenti – nima?
4. To'yinmagan, to'yingan, o'ta to'yingan eritmalarga izoh bering.

5. Eritma konsentratsiyasi deganda nimani tushunasiz? Molyar, normal konsentratsiyalarni izohlang.

6. Eritma moddaning massa ulushi (foiz konsentratsiya) va eritma titri deganda nimani tushunasiz?

7. Eritmalarda diffuziya va osmos hodisalarining mohiyatini tushuntiring.

8. Eritmalarning muzlash va qaynash temperaturasi deganda nimani tushunasiz?

9. Ebullioskopik va krioskopik doimiylarning ma'nosini tushuntiring.

10. Gazlarning eruvchanligiga oid Genri qonunini izohlang.

11. Raul qonunlarining ma'nosini tushuntiring.

12. Osmotik bosim to'g'risida Vant-Goff qonunini izohlang.

TESTLAR

1. 3,75% li HCl eritmasini hosil qilish uchun 1,3 l suvga qancha hajm (l.n.Sh.) HCl gazini yuttirish kerak?

A) 47,8 B) 27,7 C) 50,65 D) 31,1*

2. 20% li o'yuvchi natriy eritmasini hosil qilish uchun 507 ml suvda necha gramm natriy oksid eritish kerak?

A) 50 B) 66 C) 71 D) 93*

3. 20% li KOH eritmasini hosil qilish uchun tarkibida 44 g KOH to'tgan 453 g eritmada qancha massali (g) kaliy oksidni eritish kerak?

A) 47* B) 48 C) 45 D) 51

4. Natriy karbonatning 20% li 500 g eritmasiga necha gramm $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ qo'shilsa, natriy karbonatning massa ulushi 12% ga teng bo'ladi?

A) 73* B) 85 C) 97 D) 68

5. Suvsiz sirka kislota tayyorlash uchun 91% li 400 g sirka kislota eritmasida qancha miqdorda (g) sirka angidrid eritilishi kerak?

A) 364 B) 151 C) 51 D) 102 E) 204*

6. Kalsiy digidroortofosfat bilan kalsiy gidrofosfat miqdorlari nisbati qanday bo'lganda, ulardan tayyorlangan aralashmadagi kalsiyning massa ulushi 20% bo'ladi?

A) 1,82 B) 1,79 C) 1,93 D) 1,87*

7. Massasi 93 g bo'lgan eritmadagi natriy gidroksid va natriy karbonatning massa ulushlari tegishli ravishda 1,42% va 2,7% bo'lgan. Shu eritmaga 4,7 g natriy gidrokarbonat qo'shilgandan keyin, eritmadagi natriy karbonat va gidrokarbonatning massa ulushlarini (%) hisoblang.

A) 6,15; *1,97 B) 5,90; 1,78 C) 4,24; 3,15 D) 5,28; 1,15

8. Natriy gidroksid va natriy karbonat massa ulushi tegishli tartibda 0,8% va 4,24% bo'lgan 200 g eritma berilgan. Shu eritmaga 5,04 g natriy gidrokarbonat qo'shilgandan keyin eritmadagi gidrokarbonat va karbonat anionlarining nisbatini (mol) aniqlang ($\alpha=100\%$).

A) 1:3 B) 1:4 C) 1:2 D) 1:6

9. Temir ammoniyli achchiqtosh $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ ning 2,5 mol miqdoridagi kislorod atomlari nisbiy massasini hisoblang.

A) 560 B) 224 C) 320 D) 240

10. Tarkibida 0,8% natriy gidroksid va 1,06% natriy karbonat bo'lgan 200 g eritmaga, natriy gidrokarbonatning 200 g eritmasi qo'shilganda natriy gidroksidning massa ulushi 0,2% gacha kamaygan. Hosil bo'lgan eritmadagi karbonat anionining massa ulushini (%) aniqlang ($\alpha=100\%$).

A) 0,6 B) 1,06 C) 0,8 D) 0,2

11. 3,75% li HCl eritmasini hosil qilish uchun 1,3 l suvga qancha hajm (l.n.Sh.) HCl gazini yuttirish kerak?

A) 47,8 B) 27,7 C) 50,65 D) 31,1*

12. 20% li O'yuvchi natriy eritmasini hosil qilish uchun 507 ml suvda necha gramm natriy oksid eritish kerak?

A) 50 B) 66 C) 71 D) 93*

13. 20% li KOH eritmasini hosil qilish uchun tarkibida 44 g KOH to'tgan 453 g eritmada qancha massali (g) kaliy oksidni eritish kerak?

A) 47* B) 48 C) 45 D) 51

14. Natriy karbonatning 20% li 500 g eritmasiga necha gramm $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ qo'shilsa, natriy karbonatning massa ulushi 12% ga teng bo'ladi?

A) 73* B) 85 C) 97 D) 68

15. Suvsiz sirka kislota tayyorlash uchun 91% li 400 g sirka kislota eritmasida qancha miqdorda (g) sirka angidrid eritilish kerak?

A) 364 B) 151 C) 51 D) 102 E) 204*

16. Kalsiy digidroortofosfat bilan kalsiy gidrofosfat miqdorlari nisbati qanday bo'lganda, ulardan tayyorlangan aralashmadagi kalsiyning massa ulushi 20% bo'ladi?

A) 1,82 B) 1,79 C) 1,93 D) 1,87*

17. Massasi 93 g bo'lgan eritmadagi natriy gidroksid va natriy karbonatning massa ulushlari tegishli ravishda 1,42% va 2,7% bo'lgan. Shu eritmaga 4,7 g natriy gidrokarbonat qo'shilgandan keyin, eritmadagi natriy karbonat va gidrokarbonatning massa ulushlarini (%) hisoblang.

A) 6,15; *1,97 B) 5,90; 1,78 C) 4,24; 3,15 D) 5,28; 1,15

18. Natriy gidroksid va natriy karbonat massa ulushi tegishli tartibda 0,8% va 4,24% bo'lgan 200 g eritma berilgan. Shu eritmaga 5,04 g natriy gidrokarbonat qo'shilgandan keyin eritmadagi gidrokarbonat va karbonat anionlarining nisbatini (mol) aniqlang ($\alpha=100\%$).

A) 1:3 B) 1:4 C) 1:2 D) 1:6

19. Temir ammoniyli achchiqtosh $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ ning 2,5 mol miqdoridagi kislorod atomlari nisbiy massasini hisoblang.

A) 560 B) 224 C) 320 D) 240

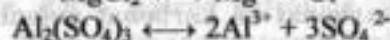
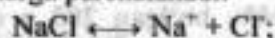
20. Tarkibida 0,8% natriy gidroksid va 1,06% natriy karbonat bo'lgan 200 g eritmaga, natriy gidrokarbonatning 200 g eritmasi qo'shilganda natriy gidroksidning massa ulushi 0,2% gacha kamaygan. Hosil bo'lgan eritmadagi karbonat anionining massa ulushini (%) aniqlang ($\alpha=100\%$).

A) 0,6 B) 1,06 C) 0,8 D) 0,2

VIII. ELEKTROLITLARNING ERITMALARI

Izotonik koeffitsiyent Ko'pchilik tajribalar shuni ko'rsatadiki, aksariyat kislota, asos va tuzlarning eritmaları osmotik bosimi, qaynash temperaturasining ortishi, muzlash temperaturasining pasayishi va eritma bug' bosimining nisbiy pasayishi ularning molyar konsentratsiyalari qiymatiga nisbatan ikki, uch va bir necha marta yuqori bo'ladi. Masalan: osh tuzi 1% li eritmasining tajribada topilgan $\Delta t(\text{muz})$ qiymati Raulning krioskopik qonuni formulasi bo'yicha hisoblangan qiymatdan qariyb ikki marta, MgCl_2 uchun – 3 marta va $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasi uchun – 5 marta katta chiqadi.

Buning sababi shuki, bu moddalarning suvli eritmasida yoki suyuqlanmasida zarrachalarning soni 2,3, ...5 marta ko'p, ya'ni kislota, asosiy tuzlar eriganda yoki suyuqlanmaga o'tganda musbat va manfiy zaryadli ionlarga parchalanadi:



Moddalarni qarama – qarshi zaryadli ionlarga parchalanishi elektrolitik dissotsiyanish (parchalanish) deyiladi. Eritmada va suyuqlanmada musbat va manfiy zaryadli ionlarga parchalanib elektr tokini o'tkazish xossasiga ega bo'lgan moddalarni elektrolitlar deyiladi.

Yuqoridagi misollardan ko'rinib turibdiki, NaCl dissotsiyanalsa uning 1 molekulasida 2 ta ionga, MgCl_2 – 3 ta (1 ta Mg va ikkita – Cl) ionlariga, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ esa – 5 ta (2 ta – Al, 3 ta – SO_4) ionga parchalanadi. Shu sababli bu moddalarning eritmaları $\Delta t(\text{muz})$ qiymati Raul qonunidan 2,3 va 5 marta chetga chiqadi. Bu chetlanishlarni e'tiborga oluvchi kattalik – izotonik koeffitsiyent tushunchasi kiritilgan. Izotonik koeffitsiyenti i -harfi bilan belgilanib, uning qiymati elektrolit eritmasining osmotik bosimi, to'yingan bug' bosimi, qaynash va muzlash temperaturalarining tajribada topilgan qiymati ayni konsentratsiyali eritma uchun nazariy hisoblangan qiymatdan necha marta farq qilishini ko'rsatadi va quyidagicha hisoblanadi:

$$i = \frac{P_{\text{osm}}(\text{tajr})}{P_{\text{osm}}(\text{naz})} = \frac{\Delta t_{\text{muz}}(\text{tajr})}{\Delta t_{\text{muz}}(\text{naz})} = \frac{\Delta t_{\text{qay}}(\text{tajr})}{\Delta t_{\text{qay}}(\text{naz})}$$

Izotonik koeffitsiyentning tarjimai «izos» – bir xil «teng», «tonos» – «kuch», «bosim» degan ma'noni bildiradi.

Elektrolitlar eritmasida ham osmos hodisasi ro'y beradi. Lekin bu osmotik bosimning qiymati elektrolitmas moddalarning osmotik bosimidan farq qiladi va quyidagicha matematik ko'rinishida ifodalanadi:

$$P_{\text{osm}} = iCRT \text{ yoki}$$

$$P_{\text{osm}} = \frac{i \cdot m \cdot 1000 \cdot R \cdot T}{M \cdot V}$$

Xuddi shuningdek elektrolit eritmalarining qaynash va muzlash temperaturalarining o'zgarishi

$$\Delta t_{\text{qay}} = i \cdot E \cdot m = \frac{i \cdot a \cdot E \cdot 1000}{M \cdot B} \text{ va } \Delta t_{\text{muz}} = i \cdot K \cdot m = \frac{i \cdot a \cdot K \cdot 1000}{B \cdot M}$$

formular bilan hisoblanadi.

Yuqoridagi fikrlarning isboti sifatida quyidagi jadvalni keltiramiz:

Ba'zi tuzlarning 0,2 n eritmasi uchun i -ning qiymatlari:

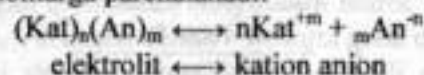
Tuzning nomi	Formulasi	Muz. temp. ning pasay.		$i = \frac{\Delta t_{\text{muz}}(\text{tajr})}{\Delta t_{\text{muz}}(\text{naz})}$
		Tajribada	Nazariy	
Kaliy xlorid	KCl	0,673	0,372	1,812
Kaliy nitrat	KNO ₃	0,664	0,372	1,782
Magniy xlorid	MgCl ₂	0,519	0,186	2,793
Kalsiy nitrat	Ca(NO ₃) ₂	0,461	0,186	2,483

Shuni e'tiborda tutish kerakki, yuqoridagi singari osmotik bosimning yuqori bo'lishi nafaqat elektrolit eritmalariga xos bo'lib qolmay, balki ba'zi gazsimon va gazga aylanadigan moddalar uchun ham xosdir. Masalan, PCl_5 fosfor pentaxlorid qizdirilganda PCl_3

→ $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ tenglama bo'yicha termik dissotsiyanadi va sistemadagi zarrachalar soni ikki marta ortadi. Shu tufayli sistemaning tajribada aniqlangan osmotik bosimi Raul qonuni bo'yicha hisoblanganidan ikki marta yuqoridir.

Elektrolitik dissotsiyanish nazariyasi. Shved olimi S. Arrenius elektrolit eritmalarining Raul qonunidan chetlanishi va elektr tokini o'tkazish xossalarini o'rganib elektrolitik dissotsiyanish nazariyasini yaratdi. Uning nazariyasiga ko'ra:

har qanday elektrit suvli eritmada yoki suyuqlanma musbat va manfiy zaryadli ionlarga parchalanadi:



– musbat zaryadli ionlar – kation (elektrning manfiy zaryadli qutbi – katodga tortiluvchi ion); Bular H^+ , NH_4^+ va barcha metallarning ionlari.

– manfiy zaryadli ionlar – anion (elektrning musbat qutbi – anodga tortiluvchi ion) deb aytiladi. Bu ionlarga OH^- va barcha kislota qoldig'i ionlari kiradi.

– Kation va anionlar eritmada va suyuqlanmada elektr tashuvchilik vazifasini bajaradilar va shuning uchun elektrolitlar eritma va suyuqlanmalari elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'ladi. Elektrolitlar ikkinchi tur o'tkazgichlar deb aytiladi.

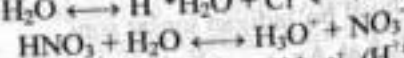
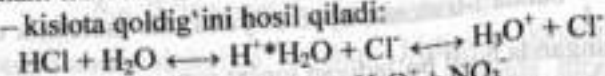
Elektrolitlarning suvda dissotsiyanish mexanizmi molekullararo ta'sirning induksion, orientatsion turlari va eritma hosil bo'lishining gidratlar nazariyasidan kelib chiqadi.

Suvda erigan elektrolit molekulasini ionlardan iborat bo'lgan yoki qutbli molekula bo'lgani uchun suv molekullari bilan elektrolit molekullari (yoki kristall panjaradagi ionlar) o'rtasida orientatsion ta'sir yuzaga keladi va bu ta'sir natijasida kristall panjaraning «tugun»larida joylashgan ionlar o'rtasidagi elektrostatik tortishuv kuchlari (ion bog'lanish) kuchsizlanib, elektrolit musbat va manfiy ionlarga ajraladi.

Agar qutbli modda molekulasini bo'lsa, suv molekullarining orientatsion ta'siri tufayli qutbli molekulaning qutbli yanada ortadi va natijada qutbli molekula parchalanadi – musbat va manfiy ionlar hosil bo'ladi.

Keltirilgan sxemadan ko'rinib turibdiki, eritmaga o'tgan har bir kation yoki anion erkin holda bo'lmaydi. Bu ionlar erituvchi – suv molekullari bilan qurshab olingan, ya'ni gidratlangan holda bo'ladi. Shu sababli bu ionlarni $\text{Kat} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ va $\text{An} \cdot u\text{H}_2\text{O}$ holida yozish kerak.

Masalan: kislotalar dissotsiyalanganda kation sifatida H^+ ionlari va anion – kislota qoldig'ini hosil qiladi:



hosil bo'lgan vodorod ionining gidrati ($\text{H}^+ \cdot \text{H}_2\text{O}$) ni H_3O^+ – gidroksoniy ioni deyiladi.

Lekin reaksiya tenglamalarini tuzishda bunda yozuv usuli qiyinchiliklar tug'dirishi sababli ionli tenglamalarda suv molekullari ezilmaydi.

Shuni unutmaslik kerakki, faqatgina suv molekullari dissotsiyalovchi bo'libgina qolmay, balki ko'pchilik suyuq holdagi moddalar (HNO_3 , HCOOH – chumoli kislota, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – etil spirti, ammiak $-\text{NH}_3$) ham ionlovchi moddalar (erituvchilar) qatoriga kiradi.

Dissotsiyanish darajasi va doimiysi. Ma'lumki, S. Arreniusning nazariyasiga asosan, elektrolitik dissotsiyanish jarayoni qaytar reaksiyadir. Erituvchida eritilgan yoki suyuqlanmadagi elektrolit molekullari to'liq ionlarga ajralib ketmaydi.

Elektrolitlarning dissotsiyanishini miqdoriy ifodalash uchun dissotsiyanish darajasi tushunchasi (α) kiritilgan. Dissotsiyanish darajasi – umuman eritilgan elektrolit molekullaridan qanday qismi ionlarga ajralganini ko'rsatadi va ionlangan molekullar sonining (n) umumiy eritilgan elektrolit molekullari soniga (N) nisbatiga tengdir:

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

α – ning qiymati o'lchovi birligisiz (0-1) va foizlarda (0-100%) ifodalanadi.

Dissotsiyanish darajasining qiymatiga ko'ra elektrolitlarni kuchli va kuchsiz elektrolitlarga ajratiladi. Agar elektrolitning $\alpha < 30\%$ (0,3) bo'lsa – kuchsiz elektrolit, $30 < \alpha < 60\%$ ($0,3 < \alpha < 0,6$)

0,6) bo'lsa, o'rta kuchli elektrolit, $\alpha > 60$ (0,6) bo'lsa – kuchli elektrolit deyiladi.

Umuman, elektrolitning dissotsiyanlash darajasi eritmaning osmotik bosimi, qaynash (muzlash) temperaturasi va izotonik koeffitsiyenti (i) bilan uzviy bog'liq. Bu bog'lanishni quyidagi formulalardan ko'rish mumkin:

$\alpha = \frac{i-1}{n-1}$ bunda i – izotonik koeffitsiyenti; bir molekula elektrolit dissotsiyalanganda hosil bo'ladigan ionlar soni.

Binar elektrolit: $Kat An \rightleftharpoons Kat^+ + An^-$ uchun $n = 2$ ga teng bo'lgani sababli

$$\alpha = \frac{i-1}{2-1} = i-1 \text{ bo'ladi.}$$

Uch ionli elektrolit uchun $Kat(An)_2$ yoki $(Kat)_2 An$ lar uchun $n = 3$ bo'lib,

$$\alpha = \frac{i-1}{3-1} = \frac{i-1}{2} = 0,5 (i-1) \text{ bo'ladi va hokazo.}$$

$$i = \frac{\Delta P_{\text{max}}(\text{aq})}{\Delta P_{\text{max}}(\text{nat})} = \frac{\Delta P_{\text{qay}}(\text{aq})}{\Delta P_{\text{qay}}(\text{nat})} = \frac{\Delta P_{\text{osm}}(\text{aq})}{\Delta P_{\text{osm}}(\text{nat})} \text{ ekanligini e'tiborga}$$

$$\alpha = \frac{P_{\text{osm}}(\text{aq})}{P_{\text{osm}}(\text{nat})} - 1 \text{ bo'ladi.}$$

Dissotsiyanlash darajasining qiymati elektrolitning, erituvchining tabiatiga, temperaturaga va eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyanlashini yanada aniqroq xarakterlash uchun dissotsiyanlash doimiysi tushunchasi kiritilgan. Har qanday kuchsiz elektrolit uchun: dissotsiyanlash qaytar reaksiya $Kat_n An_m \rightleftharpoons nKat^+ + mAn^-$ bo'lgani uchun massalar ta'siri qonunini qo'llasak, bu reaksiya uchun muvozanat doimiysi ifodasi (K_{muv}) kelib chiqadi:

$$K_{\text{muv}} = K_{\text{dis}} = \frac{[Kat^+]^n \cdot [An^-]^m}{[Kat_n An_m]}$$

Bunda $[Kat^+]$ – kationning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l), $[An^-]$ – anionlarning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l) $[Kat_n An_m]$ – elektrolitning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l).

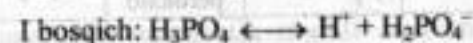
Bu ifodani quyidagi kuchsiz elektrolit (CH_3COOH – sirka kislotasi) uchun yozsak: $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$$K_{\text{dis}} = K_{CH_3COOH} = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

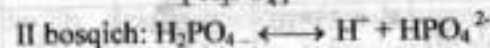
Dissotsiyanlash doimiysi o'lchov birligisiz kattalik bo'lib, uning ma'nosi – ayni temperaturada muvozanatda turgan ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasining muvozanatdagi elektrolit konsentratsiyasiga nisbati o'zgarmas sonidir. K_{dis} qiymati erituvchining, elektrolitning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lib, eritma konsentratsiyasiga bog'liq emas.

K_{dis} – qiymati qanchalik katta bo'lsa, elektrolit shunchalik kuchli hisoblanadi. Agar $HCOOH$ va CH_3COOH larni o'zaro solishtirsak: $K_{HCOOH} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ va $K_{CH_3COOH} = 1,78 \cdot 10^{-5}$. Bu chumoli kislotasi ($HCOOH$) sirka kislotasiga nisbatan 10 marta kuchli ekanligini ko'rsatadi.

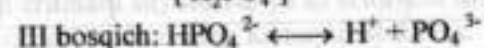
Ma'lumki, ko'pchilik kislotasi va asoslar bosqichli dissotsiyanadi. Fosfat kislotasi (H_3PO_4) ning uch bosqichli dissotsiyasi uchun 3 xil K_{dis} qiymati mavjud, ya'ni har bir bosqich o'ziga xos dissotsiyanlash doimiysi bilan xarakterlanadi:



$$K_{\text{dis}} = \frac{[H^+] \cdot [H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = 8 \cdot 10^{-2}$$



$$K_{\text{dis}} = \frac{[H^+] \cdot [HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]} = 5 \cdot 10^{-8}$$

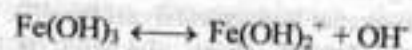


$$K_{\text{dis}} = \frac{[H^+] \cdot [PO_4^{3-}]}{[HPO_4^{2-}]} = 5 \cdot 10^{-12}$$

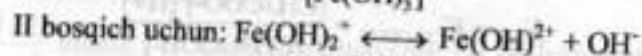
Bunday elektrolitlarning umumiy dissotsiyanlash doimiysi

$$K_{H_3PO_4} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{[H^+]^3 \cdot [PO_4^{3-}]}{[H_3PO_4]}$$

Asoslar uchun ham shunday dissotsiyanish hos bo'lib, ularning ham har bir bosqichi uchun o'ziga xos dissotsiyanish doimiysi mavjud:



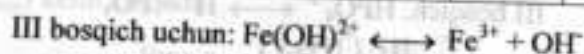
$$K_{\text{dis}} = \frac{[\text{Fe(OH)}_2^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{Fe(OH)}_3]}$$



$$K_{\text{dis}} = \frac{[\text{Fe(OH)}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{Fe(OH)}_2^+]}$$

Ba'zi kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyanish doimiysi qiymatlari ($t = 25^\circ \text{C}$).

Elektrolit		K_{dis}	Elektrolit		K_{dis}
Nomi	Form-si		Nomi	Form-si	
Nitrit kislota	HNO_2	$K = 4 \cdot 10^{-4}$	Karbonat kislota	H_2SO_3	$K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 4,7 \cdot 10^{-12}$
Silikat kislota	H_2SiO_3	$K_1 = 1 \cdot 10^{-10}$ $K_2 = 1 \cdot 10^{-12}$	Ortofosfat	H_2PO_4	$K_1 = 8 \cdot 10^{-3}$ $K_2 = 6 \cdot 10^{-8}$ $K_3 = 1 \cdot 10^{-12}$
Sianid kislota	HCN	$K = 8 \cdot 10^{-10}$	Vodorod peroksid	H_2O_2	$K_1 = 1 \cdot 10^{-12}$ $K_2 = 1 \cdot 10^{-25}$
Ftorid kislota	HF	$K_1 = 7 \cdot 10^{-3}$	Ammoniy gidroksid	NH_4OH	$K = 1,78 \cdot 10^{-5}$
Sirka kislota	CH_3COOH	$K = 1,75 \cdot 10^{-5}$	Sulfid kislota	H_2S	$K_1 = 6 \cdot 10^{-8}$ $K_2 = 1 \cdot 10^{-14}$
Chumoli kislota	HCOOH	$K = 1,4 \cdot 10^{-4}$			



$$K_{\text{dis}} = \frac{[\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{Fe(OH)}^{2+}]}$$

Umumiy dissotsiyanish doimiysi:

$$K_{\text{Fe(OH)}_3} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{[\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3}{[\text{Fe(OH)}_3]}$$

Ko'rinib turibdiki, ko'p negizli elektrolitlar uchun dissotsiyanish bosqichi tartibi ortib borishi bilan K_{dis} qiymati kamayib boradi, ya'ni elektrolitning dissotsiyanuvchanligi kamayib boradi: $K_1 > K_2 > K_3 \dots > K_n$

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyanish darajasi (α), dissotsiyanish doimiysi (K_{dis}) va eritmaning konsentratsiyalari (S) o'rtasida o'zaro bog'lanish mavjud. Bu bog'lanishni sirka kislotasi eritmasi misolida ko'rib chiqaylik: $\text{CH}_3\text{COON} \longleftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ga ko'ra kislota to'liq dissotsiyanmaydi. Eritmadagi muvozanatda turgan ionlarning va dissotsiyanmay qolgan kislotaning konsentratsiyasi quyidagicha bo'lsin:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C \cdot \alpha; [\text{H}^+] = C \cdot \alpha; [\text{CH}_3\text{COOH}] = (1 - \alpha)C.$$

Bu qiymatlarni K_{dis} formulasiga qo'ysak:

$$K_{\text{dis}} = \frac{(C \cdot \alpha) \cdot (C \cdot \alpha)}{(1 - \alpha)C} = \frac{(C \cdot \alpha)^2}{(1 - \alpha)C} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot C \text{ bo'ladi.}$$

Agar kuchsiz elektrolitlar uchun $\alpha \ll 1$ ekanligini e'tiborga olsak, tenglamaning maxrajidagi $1 - \alpha = 1$ bo'ladi. Shunga ko'ra K_{dis}

$$= \alpha^2 \cdot C \text{ kelib chiqadi. Bundan } \alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{dis}}}{C}} \text{ bo'lib, Ostvaldning}$$

suyultirish qonunining matematik ifodasi deyiladi. Boshqacharoq aytganda kuchsiz elektrolitning dissotsiyanish darajasi shu elektrolit dissotsiyanish doimiysining kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'lib, elektrolitning molyar konsentratsiyasi kvadrat ildiziga teskari proporsionaldir. Bu formulaning amaliy ahamiyati shundan iboratki, kuchsiz elektrolitning dissotsiyanish darajasini oshirish uchun eritmani suyultirish ya'ni erituvchi miqdorini oshirish bilan eritma konsentratsiyasining kamaytirish kerak.

Ushbu qoida nafaqat kuchsiz elektrolitlar uchun o'rinli, balki kuchli elektrolitlar uchun ham amal qiladi. Buni quyidagi jadvaldan bilib olish mumkin.

Elektrolit	Konsentratsiya C mol/l	14,0	10,0	1,0	0,1
HNO ₃	Dis.darajasi	16	42	97,8	99,7
	a. %				
KCl	C mol	2	1	0,1	0,01
	a. %	71,2	75,6	86,2	94,2

Kuchli elektrolitlarning dissotsiyanish darajasining konsentratsiya ortishi bilan kamayishi dissotsiyalangan ionlarning qaytadan molekula hosil qilishi bilan emas, balki elektrolit miqdorining ortishi bilan eritmadagi ionlar miqdorining ortishi va natijada ionlar atmosferasining «zichligi» ortishi tufayli yangi ionlar hosil bo'lishi qiyinlashishi bilan izohlanadi. Shu sababli kuchli elektrolitlar uchun ayni paytdagi effektiv dissotsiyanish darajasi (kajusheysya stepeni dissotsiasii) – α_{eff} qabul qilingan.

Ionlarning eritmadagi holatini to'liq xarakterlash uchun aktivlik degan tushuncha (kattalik) kiritilgan. Ionning aktivligi deganda; eritmadagi ionning ayni paytdagi effektiv miqdori (konsentratsiyasi) tushiniladi va a-harfi bilan belgilanadi (mol/l). Aktivlik $a = f \cdot S$ formula bilan ifodalanadi. (f-aktivlik koeffitsiyenti deyiladi). Aktivlik koeffitsiyenti har bir ion uchun, turli konsentratsiya uchun, turli sharoitda turlicha qiymatga ega. Konsentratsiyalangan eritmalarida $f < 1$, agar eritma suyultirila boshlansa uning qiymati orta boradi va suyultirilgan eritmada $f = 1$ bo'ladi.

Buning sababi shuki, konsentrlangan eritmalarida ionlararo o'zaro ta'sir kuchli bo'lib, suyultirilgan eritmalarida ionlar o'rtasida masofa shunchalik kattaki, ular o'rtasida hech qanday o'zaro ta'sir yuzaga kela olmaydi.

Umuman, aktivlik koeffitsiyentining qiymati ionning zaryadi (Z) va eritmaning ion kuchiga bog'liq bo'ladi. Eritmaning ion kuchi -I eritmadagi ionlarning konsentratsiyalari (S) bilan zaryadlari kvadratlari ko'paytmalari yig'indisining yarmiga tengdir:

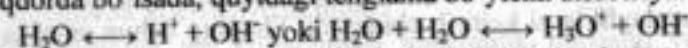
$$I = 1/2 (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2) = 1/2 \sum C_i \cdot Z_i^2$$

Yuqorida aytilganlarga ko'ra:

I	0,001	0,01	0,1
f_{H^+}	0,98	0,92	0,80
f_{OH^-}	0,77	0,58	0,30

Eritmaning ion kuchi -I bilan f-aktivlik koeffitsiyenti o'rtasidagi bog'lanish: $\lg f = -A \sqrt{I}$ Debay – Xyukkel formulasi bilan ifodalanadi. Bu yerda A – eritmaning temperaturasi va erituvchining ϵ -dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, o'ziga xos qiymatga ega. Binar elektrolit uchun $A = 508$ ga teng: $\lg f = -508 \sqrt{I}$; bu suyultirilgan elektrolit (0,01 – 0,001 mol/l) eritmaları uchun o'rinalidir.

Suvning ion ko'paytmasi. pH – xaqida tushuncha. Ma'lumki, suv kuchsiz elektrolit, aniqrog'i kuchsiz amfolitdir. Suv molekulası oz miqdorda bo'lsada, quyidagi tenglama bo'yicha dissotsiyanadi:



Bu reaksiya qaytar va aniqrog'i, muvozanat ko'proq chap tomonga siljigani uchun massalar ta'siri qonunini qo'llasak, suvning dissotsiyanish doimiysi:

$$K_{dis} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ bo'ladi.}$$

Ko'rinish turibdiki suvda 1 molekula H₂O dissotsiyalansa teng miqdorda H⁺ + (H₃O⁺) va OH⁻ ionlari hosil bo'ladi, ya'ni suvda doimo $[H^+] = [OH^-]$.

Aksariyat hollarda suvdagi H⁺ va OH⁻ ionlarining miqdorini bilish zarur. Shu boisdan suvdagi N⁺ va ON⁻ ionlari miqdorini K_{dis} formulasi asosida hisoblash mumkin:

$[H^+][OH^-] = K_{dis} \cdot [H_2O] = K_w$ bo'lib, K_w – suvning ion ko'paytmasi deyiladi va suvda doimo N⁺ va ON⁻ lar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas sonidir.

Agar suvda erigan suvning molyar konsentratsiyasini hisoblasak: 1 litr H₂O = 1000 g. H₂O bo'ladi, chunki $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$.

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{1000 \cdot 1000}{18 \cdot 1000} = 55,56 \text{ mol/l.}$$

Demak, suv eritmasidagi «suv» ning molyar konsentratsiyasi 55,56 mol/l ekan. Suvning juda kam miqdori ionlanishini e'tiborga olsak, muvozanatdagi suvning konsentratsiyasi $[H_2O] = C_m = 55,56 \text{ mol/l}$. Bundan $K_w = [H^+][OH^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1 \cdot 10^{-14}$ kelib chiqadi. Suvda $[H^+] = [OH^-]$ ligini hisobga olsak, u holda $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$ kelib chiqadi. Ushbu

qiymatlarga asosan suvda doimo $[H^+] = 1 \cdot 10^{-7}$ mol/l va $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}$ mol/l bo'ladi. Agar suvda biror modda eritilsa va bu modda tarkibiy qismi suv bilan o'zaro almashinuv reaksiyalariga kirisha $[H^+] \neq [OH^-]$ bo'lib qoladi. Bu hollarda eritmadagi H^+ va OH^- ning miqdori quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[OH^-]}; \text{ va } [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[H^+]}$$

Ko'p hollarda N^+ - ionlari miqdori shu eritmada borayotgan reaksiyalar borishining asosiy xarakteristikasi hisoblanadi. Bunday hollarda vodorod ionlari miqdorini unli kasrlar holda ifodalash juda ko'p noqulayliklarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun amalda oson bo'lishi uchun vodorod ionlari miqdorining ko'rsatgichi (pH - peash) tushunchasi qabul qilingan.

Eritmaning pH - i deb, shu eritmada H^+ - ionlari konsentratsiyasining manfiy ishorali o'nli logarifmiga aytiladi:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg C_{H^+};$$

Toza, distillangan suvning pH-i: $pH = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = 7 - 0 = 7$ bo'ladi.

Xuddi shuningdek OH^- - ionlari ko'rsatgichi ham mavjud (pOH - pe-o-ash) bo'lib, $pOH = -\lg[OH^-] = -\lg C_{OH^-} = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = 7$ bo'ladi.

Doimo $pH + pOH = 14$ ga teng. Bundan $pH = 14 - pOH$ yoki $pOH = 14 - pH$ bo'ladi.

Eritmalarning pH-i asosiy, muhim kattalik bo'lib, uni eritmaga indikator qog'oz ta'sir ettirib aniqlanadi. Indikator qog'oz eritmada $[H^+]$ yoki $[OH^-]$ ning qiymatiga qarab turli rangga kiradi. Har bir rangga esa pH - ning aniq qiymatlari mos keladi. Bunga pH - shkala deyiladi.

Kislotali muhit $[H^+] > [OH^-]$ Ishqoriy muhit $[H^+] < [OH^-]$

rN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Ushbu shkaladan foydalanib eritmalarining muhiti to'g'risida xulosa qilinadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Elektrolit va elektrolitik dissotsilanish nima?
2. Izotonik koeffitsiyentning ma'nosi nimadan iborat?

3. Dissotsilanish darajasi nima va uning ahamiyati nima iborat?

4. Dissotsilanish doimiysi deganda nimani tushunasiz?

5. NH_4OH , H_2CO_3 tipdagi kuchsiz elektrolitlar dissotsilanish doimiysining matematik ifodalarini yozib izohlang.

6. Nima uchun konsentrlangan elektrolit eritmalarining o'tkazuvchanligi kam bo'ladi?

7. Osvaldning suyultirish qonunining mohiyati nimada?

8. Ionlarning aktiv konsentratsiyasi deganda nimani tushun?

9. Aktivlik koeffitsiyenti nima?

10. Suvning ion ko'paytmasi matematik ifodasini yozib ma'nosini tushuntiring.

11. rN- va rON - nima? rN-shkaladan qanday foydalaniladi?

12. 0,01 mol/l NaOH va HCl eritmalaridagi H^+ , OH^- konsentratsiyasi, rN, rON qiymatlarini hisoblang.

TESTLAR

1. Elektrolit deb ataluvchi moddalar:

- A) elektr tokini o'tkazuvchi;
- B) eritma va qotishmalarda elektr tokini o'tkazuvchi;
- C) elektr tokini o'tkazmaydigan;
- D) suvda eruvchi,
- E) suvda erimaydigan

2. Tarkibida hammasi elektrolitlar bo'lgan qanday ko'rsatgich?

- A) NaOH, AgCl, shakar
- B) etil spirti, H_2SiO_3 , KOH
- C) Shakar, H_2SiO_3 , $Fe(OH)_3$
- D) $CuSO_4$, NaOH, HCl
- E) etil spirti, suv, shakar

3. Karbonat-ion qaysi eritma yordamida aniqlanadi?

- A) vodorod xlorid
- B) natriy xlorid
- C) natriy gidroksid
- D) natriy sulfat
- E) natriy gidrati

4. Dissotsilanish natijasida faqat gidrokso guruh aniqlanuvchi, bu

- A) kislotalar
- B) ishqorlar
- C) nordon tuzlar
- D) o'rta tuzlar
- E) ikki asosli tuzlar

5. Ion almashinish reaksiyasi gaz hosil bo'lishi bilan qaysi moddalar ta'sirlashishi natijasida oxirigacha boradi?

- A) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ va H_2SO_4 B) KOH va $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
C) Na_2CO_3 va HCl D) KOH va HCl
E) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ va $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

6. Qaysi tuzlar eritmasida lakmus qizil rangga kiradi?

- A) Na_2CO_3 B) CuCl_2 C) NaCl
D) CuCO_3 E) K_2SO_4

7. Qaysi moddada elektrolitik dissotsialanish bosqichli?

- A) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ B) K_2SO_4 C) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ D) KOH E) H_2SO_4

8. Qaysi holatda ionlar aro reaksiya sodir bo'lmaydi?

- A) $3\text{K}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ B) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ C) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$
D) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ E) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$

9. Murakkab anionni aniqlang?

- A) bariy ion B) sulfat-ioni C) alyuminiy ion
D) xlorid-ion E) bromid-ion

10. Nitrat kislota ning to'g'ri yozilgan tenglamasini aniqlang?

- A) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ B) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + 3\text{NO}^-$
C) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^+$ D) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
E) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^{2+}$

11. Qaysi modda elektr tokini o'tkazadi?

- A) Shakar (qattiq) B) Shakar (eritma)
C) Natriy xlorid (eritma) D) Natriy xlorid (qattiq)
E) Natriy sulfat (qattiq)

12. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi qanday muhitga ega?

- A) kislotali B) ishqoriy C) neytral
D) gomogen E) geterogen.

13. Kuchli elektrolit formulasi

- A) H_2SO_3 B) CaCO_3 C) H_2CO_3
D) CaSO_3 E) HNO_3

14. 20g mis(II) oksidini 21g sulfat kislota bilan qizdirilishi natijasida hosil bo'lgan tuz massasi nimaga teng?

- A) 16,4g B) 20,2g C) 34,3g
D) 42,5g E) 50,3g

15. Normal sharoitda 13g ruxni 24,5g sulfat kislota bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'lgan vodorod hajmini toping?

- A) 2,24l B) 4,48l C) 6,72l
D) 5,60l E) 7,12l

IX. TUZLARNING GIDROLIZI.

Gidroliz. Yuqorida ko'rib o'tilgan ionlar (yoki elektrolitlar) ishtrokida boruvchi almashinish reaksiyalari tuzlari suvda (yoki boshqa erituvlarda) eriganda ham ro'y beradi. Bu reaksiyalarda suv molekullari ta'sirida tuz (yoki elektrolit)ning tarkibiy qismlari o'zaro almashinadi va avvalgiga nisbatan kuchsiz elektrolit (kislota yoki asos) hosil bo'ladi. Bu hodisaga gidroliz deb aytiladi. Agar erituvchi suvdan boshqa modda (spirt, benzol, aseton, ammiak ...) bo'lsa, bunday reaksiyalar solvoliz deyiladi.

Gidroliz reaksiyalarini quyidagicha umumiy tenglama bilan ifodalash mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki suvda tuz eriganda gidroliz reaksiyasi natijasida eritmadagi OH^- va H^+ ionlarining miqdori keskin o'zgaradi. Aniqrog'i gidroliz natijasida eritmaning pH — i o'zgaradi va bu o'zgarish har qanday tuz gidrolizining mexanizmini tushunishda, gidroliz tenglamasini tuzishda, gidroliz reaksiyalaridan amaliyotda foydalanishda asosiy ko'rsatgich hisoblanadi.

Tuzlar gidrolizining mexanizmi tuz tarkibiga kirgan metall kationi va kislota qoldig'i — anionning tabiatiga, aniqrog'i, qutblanuvchanligi (polyarizatsiyasi) ga bog'liq. Agar ion qanchalik kuchli qutblansa (qutblangan bo'lsa) gidroliz shunchalik tez va to'liq boradi. Umuman Kat^m va An^m lar ishtirokida gidroliz borish jarayoni mexanizmlarini quyidagicha tasavvur etish mumkin.

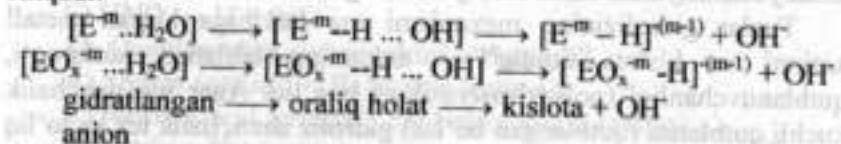
I. Ma'lumki, har qanday kation suvli eritmada donor-akseptor ta'siri tufayli gidratlangan holda, ya'ni akvakompleks $[\text{Kat}(\text{H}_2\text{O})_n]^m$ holida bo'ladi. Bu kompleksdagi kationning zaryadi qanchalik katta va radiusi qanchalik kichik bo'lsa uning akseptorlik kuchi shunchalik katta, ya'ni $\text{Kat} \dots \text{OH}_2$ bog'i barqaror bo'ladi. Bunday kompleks tarkibidagi O — H bog'i kuchli qutblanuvchanlik xossasiga egadir. Shu sababli «gidrat qobig'ida» gi $(\text{Kat}^m \cdot \text{H}_2\text{O} \dots \text{H}_2\text{O})$ suv molekullari o'rtasidagi vodorod bog'lanish kuchli bo'ladi. Bunday o'zaro ta'sirlashuv natijasida kation bilan bevosita bog'langan suv molekulasidagi O — H bog'i kuchsizlanib $[\text{Kat}^m \cdot \text{HO}^- \dots \text{H}^+ \dots \text{H}_2\text{O}]$, vodorod atomi sekinlik bilan ajraladi va «gidrat qobiq» dagi suv molekulasini bilan birikib H_3O^+ gidroksoniy ionini hosil qiladi, Kation

esa OH^- guruh bilan kuchliroq kimyoviy bog' hosil qilib $\text{Kat}(\text{OH})_n$ asosga aylanadi.

Ajralib chiqadigan H_3O^+ - ionlari eritmada $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ muvozanatni buzib, $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ bo'lishiga, ya'ni eritmada kislotali muhit $\text{pH} < 7$ yuzaga kelishiga olib keladi.

Bu o'zgarishlar asosan: NH_4^+ , Si^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Sb^{3+} , Bi^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} ionlari ishtirokida ro'y beradi. Boshqacharoq aytganda, hosil bo'ladigan asos $\text{Kat}(\text{OH})_n$ qanchalik kuchsiz bo'lsa gidroliz shunchalik oson va tez boradi.

II. Anionlar ham gidroliz reaksiyalari borishida ishtirok etadi. Aksariyat anionlar (kislородli EO_x^{m-} va kislородsiz E^{m-}) eritmada suv molekullari bilan vodorod bog'lanish tufayli gidratlangan holda bo'ladilar: $\text{E}^{m-} \dots \text{H}-\text{O}-\text{H}$ yoki $\text{EO}_x^{m-} \dots \text{H}_2\text{O}$. Bu ionlardagi anion bilan suv molekullari o'zaro qutbli (polarizatsion) ta'sir tufayli « $\text{An}^{m-} \dots \text{H}_2\text{O}$ » vodorod bog'i kuchayib, kovalent bog'lanishga o'tadi va anion yo'ziga H^+ - ionini biriktirib oladi (kuchsiz kislota $\text{HAN} \longleftrightarrow \text{HE}$ yoki HEO_x hosil bo'ladi), eritmaga OH^- ionlari ajralib chiqadi:



Reaksiya natijasida suvli eritmada $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ muvozanat buzilib $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ bo'ladi, eritmaning muhiti ($\text{pH} > 7$) ishqoriy bo'ladi. Suv bilan gidroliz reaksiyasiga kuchsiz kislotalar tarkibiga kiruvchi kislota koldiklari - anionlar: F^- , S^{2-} , CN^- , CH_3COO^- , HCOO^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , ClO^- , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , kirishadi.

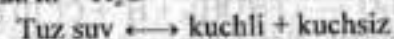
Aksariyat tuzlar tarkibiga Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} kationlari va Cl^- , Ba^+ , F^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , ClO_4^- , SO_4^{2-} , SiF_6^{2-} kabi anionlar kiradi. Bu ionlar suv molekullari bilan ta'sirlashganda H_2O -molekullarini H^+ va OH^- ionlari holigacha parchalay olmaydilar. Chunki, bu ionlarning radiusi katta va zaryadi kichik bo'lgani uchun qutblovchanlik xossasi (kuchi) suv molekulasini «parchalash» ga yetmaydi. Boshqacharoq aytganda bu ionlar birgalikda hosil qilgan tuzlar mutlaqo gidrolizlanmaydi. Bu tuzlarning eritmada $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

muvozanatni ung yoki chap tomonga siljita olmagan uchun pH o'zgarmaydi.

Yuqorida bayon etilganlar asosida quyidagi tuzlarning gidroliz reaksiyalari va ularning tenglamalarini tuzish bilan tanishib chiqaylik.

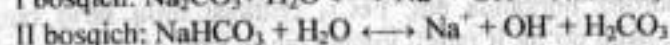
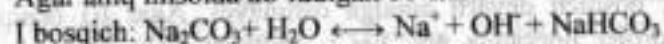
Ma'lumki, tuz - kislota bilan asosning o'zaro ta'sir mahsulotidir. Shuning uchun tuzlarning gidroliz tenglamalarini tuzishda ularning qanday kislota va qanday asosdan hosil bo'lganligiga e'tibor berish kerak.

1. Kuchli asos (LiOH , NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, RbOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$) va kuchsiz kislota (HCN , H_2S , HNO_2 , H_2SO_3 , H_3PO_4 , H_2CO_3 , H_2SiO_3 , HF , CH_3COOH , HCOOH) dan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi. Bu tuzlar tarkibidagi metall kationlari kam qutblanuvchan bo'lgani uchun ular suv molekullari bilan ta'sirlashmaydi. Anionlarning qutblanuvchanligi yuqori bo'lgani uchun ular gidrolizda ishtirok etadilar. Bunday tuzlarning gidroliz tenglamasini shunday tasavvur etish mumkin:



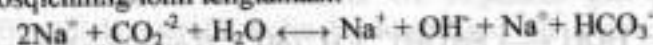
Asos kislota

Agar aniq misolda ko'radigan bo'lsak:

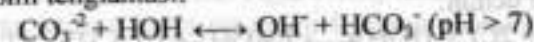


So'da - Na_2CO_3 suvda eriganda gidrolizlanib, bu gidroliz amalda oxirigacha bormaydi, birinchi bosqichda deyarli to'xtaydi. Agar eritma qizdirilsa, II bosqichi boradi va ikkala holda ham eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi. ($\text{pH} > 7$)

I bosqichning ionli tenglamasi:



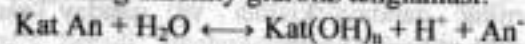
Qisqa ionli tenglamasi:



Oxirgi tenglamadan ko'rinib turibdiki, kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzning gidrolizi anion bo'yicha gidroliz bo'lib, kation gidrolizlanmaydi. Bunday gidrolizni eritmaga kislota qo'shib kuchaytirish, ishqor qo'shib sekinlashtirish mumkin. Temperaturaning ortishi va eritmaning suyultirilishi muvozanatni

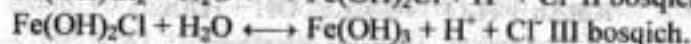
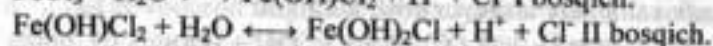
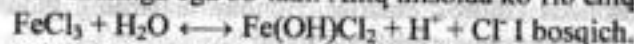
o'ngga siljitadi, ya'ni gidrolizni to'liq oxirigacha borishiga olib keladi. Bu tuzlarning eritmaları doimo ishqoriy muhitli bo'ladi.

2. Kuchsiz asos (NH_4OH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Si}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Sb}(\text{OH})_3$, $\text{Bi}(\text{OH})_3$) va kuchli kislotalar (HCl , HBr , HI , HClO_4 , H_2SO_4 , HNO_3) dan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi. Bu tuzlarning umumiy gidroliz tenglamasi:

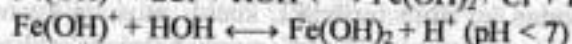
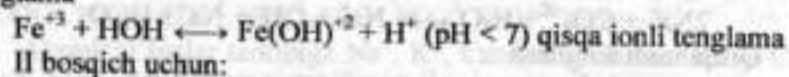
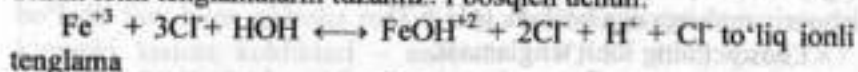


tuz + suv $\rightleftharpoons$ kuchsiz asos + kuchli kislota

Bunday tuz tarkibiga kirgan An^- – ning qutblanuvchanligi past bo'lgani uchun suv molekullari tarkibidagi vodorodni tortib ola olmaydi. Kat^+ – ning qutblanuvchanligi yuqori bo'lgani uchun suv molekullari bilan ta'sirlashadi va OH^- ionlarini biriktirib oladi va eritmaga H^+ ionlari ajralib chiqadi. Shuning uchun eritma ($\text{pH} < 7$) kislotali muhitga ega bo'ladi. Aniq misolda ko'rib chiqamiz:



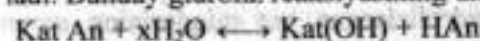
Ko'p negizli tuzlar gidrolizlanganda II, III... bosqichlarning borish ehtimolligi kamayib boradi. Shunga asosan FeCl_3 tuzi suvda eriganda III bosqich deyarli amalga oshmaydi. Agar III bosqich bo'yicha gidroliz borganda edi, FeCl_3 eritmasi tiniq sariq rangli bo'lmasdan, balki qo'ng'ir rangli loyqa (zangli suv) ga aylanib qolar edi. Lekin FeCl_3 eritmasi tiniq eritma. Demak, gidroliz I yoki II bosqich bo'yicha boradi. Aytilganlarni e'tiborga olib I va II bosqich uchun ionli tenglamalarni tuzamiz: I bosqich uchun:



Ionli tenglamalardan ko'rinib turibdiki, kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzning gidrolizi kation bo'yicha gidroliz bo'lib, bu tuz tarkibidagi anion gidrolizda ishtirok etmaydi, eritma kislotali muhitga ega bo'ladi, $\text{rN} < 7$. Bu gidrolizni to'liq oxirigacha yetkazish uchun temperaturani oshirish, eritmani suyultirish yoki

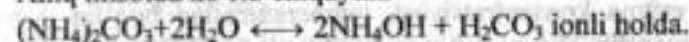
eritmaga bir oz ishqor qo'shish kerak. Gidrolizni to'xtatish uchun esa eritmaga kislota qo'shish zarur. Shu sababli ZnSO_4 , SnCl_2 kabi tuzlarning eritmalarini tayyorlashda eritmaga mos ravishda H_2SO_4 va HCl eritmaları qo'shiladi va hosil bo'lgan oq rangli cho'kmalar eritib yuboriladi.

3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar suvda eriganda kation ham, anion ham o'rtacha qutblanuvchan bo'lgani uchun ikkala ion ham gidrolizda ishtirok etadi. Gidrolizlanish mahsuloti sifatida kuchsiz asos (cho'kma) va kuchsiz kislota hosil bo'ladi. Bunday gidroliz reaksiyasining umumiy tenglamasi:



tuz + suv $\rightleftharpoons$ kuchsiz asos + kuchsiz kislota

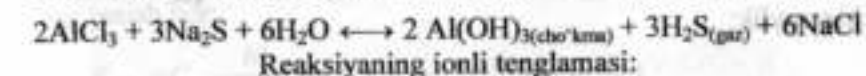
Aniq misolda ko'rib chiqaylik:



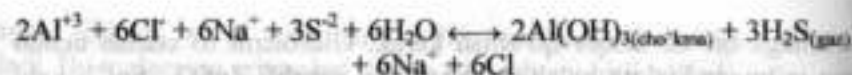
$2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{HOH} \rightleftharpoons 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{CO}_3$ Reaksiya tenglamalaridan ko'rinayaptiki, kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz ham kation, ham anion mexanizmi bo'yicha boradi. Odatda bunday tuzlarning gidrolizi to'liq oxirigacha boradi. Eritmaning muhiti hosil bo'lgan kislota va asosning K_{as} – qiymatiga, ya'ni ularning qanchalik darajada dissotsiylanishga bog'liq bo'ladi. Agar $K_{\text{dis.kisl.}} > K_{\text{dis.asos}}$ bo'lsa eritma kislotali muhitga ($\text{pH} < 7$), $K_{\text{dis.kisl.}} < K_{\text{dis.asos}}$ bo'lsa eritma ishqoriy muhitga ($\text{rN} > 7$) ega bo'ladi.

3 – turdagi gidroliz reaksiyalari boshqa hollarda ham boradi. Agar kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan biror tuz eritmasi ikkinchi – kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz eritmasi bilan aralashtirilsa ikkala tuz birgalikda gidrolizga uchraydi. Birgalikda gidroliz to'liq boradigan gidroliz bo'lib, uni quyidagi misolda ko'rib chiqaylik: Agar AlCl_3 tuzi eritmasiga Na_2S eritmasi qo'shilsa, eritma tezda oq rangli loyqaga aylanib, qo'lansa hid chiqara boshlaydi.

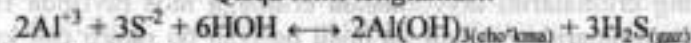
Uning sababi AlCl_3 va Na_2S birgalikda gidrolizlanib suvda yomon eriydigan $\text{Al}(\text{OH})_3$ va qo'lansa hidli H_2S – gazi hosil bo'ladi:



Reaksiyaning ionli tenglamasi:



Qisqa ionli tenglamasi:



Gidroliz darajasi va gidroliz doimiysi. Eritmaning muhiti yuqoridagi (3-tur) gidroliz reaksiyalardagi singari hosil bo'ladigan kislota yoki asosning kuchi bilan xarakterlanadi.

Gidroliz reaksiyalarning aksariyati qaytar jarayon bo'lgani uchun gidrolizni miqdoriy xarakteristikasi sifatida gidroliz darajasi - h va gidroliz doimiysi - K_{gidr} tushunchalari kiritilgan.

Gidroliz darajasi - gidrolizlangan tuz miqdorining umumiy eritilgan tuz miqdoriga nisbati bo'lib o'lchov birligisiz (0-1) va foizlarda (0-100%) o'lchanishi mumkin. h -ning qiymati tuzning tabiatiga, eritma konsentratsiyasi, temperaturasi bog'liq. h -ning qiymati gidroliz bosqichining tartibiga ham bog'liq bo'lib, bosqichning tartibi ortishi bilan h -ning qiymati kamayib boradi:

$$h_1 > h_2 > h_3 \dots > h_n$$

Gidroliz darajasi tuzning tabiatidan kelib chiqqan holda quyidagicha hisoblanishi mumkin:

a) kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz uchun

$$h = \frac{C_{\text{OH}^-}}{C_{\text{tuz}}} \quad \text{Bunda } C_{\text{tuz}} \text{ eritmadagi tuzning konsentratsiyasi mol/l}$$

C_{OH^-} - tuz gidrolizlangandan keyin eritmada hosil bo'lgan OH^- - ionlarning konsentratsiyasi. C_{tuz} - qiymati miqdoran gidrolizlangan tuzning konsentratsiyasiga teng.

b) kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuz uchun

$$h = \frac{C_{\text{H}^+}}{C_{\text{tuz}}}$$

Bunda C_{H^+} - tuz gidrolizlanganda eritmada C_{tuz} hosil bo'ladigan H^+ - ionlarning konsentratsiyasi bo'lib, u miqdoran gidrolizlangan tuz miqdoriga teng.

Gidroliz doimiysi - K_{gidr} ham tuzning tabiatiga bog'liq bo'lib, 1 - tur tuzlar (kuchli asos va kuchsiz kislota) uchun K_{gidr} ni keltirib chiqaraylik:

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$ tenglamaga mos keluvchi gidrolizga massalar ta'siri qonunini qo'llasak:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NaOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} \quad \text{bo'ladi. Bundan NaOH eritmada}$$

Na^+ va OH^- ionlarini hosil qilgani uchun $[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]$ bo'ladi. CH_3COONa - kuchli elektrolit bo'lgani uchun to'liq CH_3COO^- va Na^+ ionlariga dissotsiyanadi. Shu sababli eritmada $[\text{CH}_3\text{COONa}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ bo'ladi. Eritmada suvning miqdori ko'p bo'lgani uchun $[\text{H}_2\text{O}] = 1 \text{ mol/l} = \text{const}$ deb qabul qilamiz.

Gidroliz natijasida hosil bo'lgan CH_3COOH ning miqdorini

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \text{dan} \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{K_{\text{gidr}}}$$

ekanligini bilamiz. Bu qiymatlarni K_{gidr} - ifodasiga qo'ysak:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{K_{\text{gidr}} [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot 1} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{K_{\text{gidr}}}; \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Agar $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_w$ suvning ion ko'paytmasi ekanligini esga olsak:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_w}{K_{\text{gidr}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{K_{\text{gidr}}} \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Xuddi shu singari 2 - tur va 3- turdagi tuzlar uchun K_{gidr} - ifodasini keltirib chiqarish mumkin. Shunga asosan:

- kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzning gidroliz doimiysi:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_w}{K_{\text{asos}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{K_{\text{asos}}}$$

kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzning gidroliz doimiysi:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_w}{K_{\text{gidr}} \cdot K_{\text{asos}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{K_{\text{asos}} \cdot K_{\text{gidr}}}; \quad \text{bo'ladi.}$$

Tuzlarning gidroliz darajasi - h va K_{gidr} o'rtasida quyidagi bog'lanish bor:

$$K_{\text{gidr}} = C_{\text{tuz}} \cdot \frac{h^2}{1-h^2} \quad \text{bo'lib, } h \ll 1 \text{ bo'lgani uchun}$$

$$K_{gdr} = h^2 \cdot C \text{ tuz bo'ladi va } h = \sqrt{K_{gdr} / C_{su}}$$

Har qanday kimyoviy jarayon kabi gidroliz jarayoni ham ΔG_{gdr} , ΔH_{gdr} va ΔS_{gdr} bilan xarakterlanadi. Gidroliz jarayoni o'z-o'zidan borishi uchun $\Delta G_{gdr} < 0$ shart bajarilishi shart va bu parametrlar o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\Delta G_{gdr} = \Delta H_{gdr} - T \Delta S_{gdr}$$

Gidroliz qaytar reaksiya bo'lgani uchun muvozanat holati yuzaga keladi. Shu sababli $K_{rev} = K_{gdr}$ bo'lgani uchun $\Delta G_{gdr} = -RT \ln K_{gdr}$ bo'ladi.

ΔG_{gdr} , ΔH_{gdr} , ΔS , T va K_{gdr} o'rtasidagi uzviy bog'lanish shunday ko'rinishga ega:

$$K_{gdr} = e^{\frac{\Delta G_{gdr}}{RT}} = e^{\frac{\Delta H_{gdr}}{RT}} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}}$$

Bu ifoda tuzning gidrolizlanishi uning tabiatiga va eritmaning temperaturasi bog'liq ekanligining isbotidir.

Gidrolizlanish jarayonlari faqatgina tuzlar ishtirokida boribgina qolmasdan, ba'zi (metallarning nitridlari, metallmaslarning birikmalari PF_3 , PF_5 , PSi_3 , PSi_5 oddiy va murakkab efirlar, eglar, kraxmal va sellyuloza kabi) moddalar ham gidrolizlanadi. Bularning ayrimlari tuzlarning gidrolizi singari borsa, ayrimlari hech qanday elektrolit xossasiga ega bo'lmagan moddalarni hosil qiladi.

Metallarning nitridlari Li_3N , K_3N , AlN suvli eritmada:



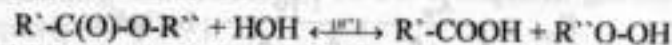
mexanizmida gidrolizlanib, gidroksid va ammiakni hosil qiladi.

Agar PCl_5 ni suv bilan ta'sirlasak:

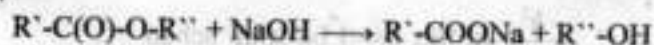


reaksiya tenglamasi bo'yicha gidrolizlanib, tegishli kislotalarni hosil qiladi.

Agar murakkab efirlarni kislotali sharoitda ($pH < 7$) suv bilan ta'sirlasak:



tegishli karbon kislota va spirt hosil bo'ladi. Bu reaksiya tegishli muhitda olib borilsa, tegishli kislotalarning tuzi (sovun) va spirt hosil bo'ladi:



Bu gidroliz amaliy jihatdan oxirigacha boradigan jarayon bo'lib, eglardan sovun olish shu gidroliz reaksiyasiga asoslangan.

Kraxmal va sellyulozalardan keng miqyosda foydalanish uchun ularni har xil sharoitda gidrolizlanadi:



hosil bo'lgan glyukozani bijitish bilan etil spirti ishlab chiqariladi. Xuddi shuningdek, turli qishloq xo'jalik mahsulotlari (kand, lavlagi, shakar qamish) dan shakar ishlab chiqarish jarayonlari ham gidroliz jarayonlaridan foydalanishga asoslangan.

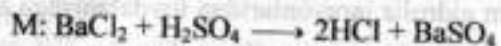
Takrorlash uchun savollar

1. Tuzlarning gidrolizi deganda nimani tushunasiz?
2. Tuzlarning gidrolizi jarayonining mohiyatini qanday tushunasiz?
3. Kation, anion va kation-anion bo'yicha boruvchi gidrolizga misollar yozing va izohlang.
4. Nima sababdan gidroliz jarayonida eritma pH- i qiymati o'zgaradi?
5. Gidroliz darajasi deganda nimani tushunasiz, u nimaga bog'liq bo'ladi?
6. Gidroliz doimiysining ma'nosini tushuntiring.
7. Birgalashib gidrolizlanish nima?
8. Gidroliz jarayoni amalga oshishi uchun va to'liq oxirigacha borishi uchun qanday termodinamik shart bajarilishi lozim?
9. Gidroliz jarayonini kengroq ma'noda qanday tushunish mumkin?

X. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Ma'lumki deyarli barcha texnologik jarayonlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qilish bilan amalga oshiriladi. Shu sababli oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini chuqurroq o'rganish zarur.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb, elementlarning oksidlanish darajalari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi.



Reaksiyalardan ikkinchisi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasidir:

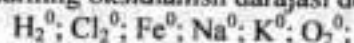
Chunki yuqoridagi ta'rifga ko'ra 1-reaksiyada birorta elementning oksidlanish darajasi o'zgarmay 2-da Mg va N-elementlarning oksidlanish darajasida o'zgargan.

Oksidlanish darajasi. Element (yoki ion)ning oksidlanish darajasi deb, shu elementni o'z tarkibida saqlagan molekula faqat ionlardan iborat, deb faraz qilinsa va molekula umumiy zaryadining yig'indisi nolga teng bo'lishi uchun har bir element atomining (ioning) ayni paytdagi (effektiv) zaryadi qiymatiga aytiladi.

Shuni unutmaslik kerakki, elementning oksidlanish darajasi uning valentligidan farq qiladi. Bu farqni quyidagicha tushuntirish mumkin.

Valentlikning ishorasi (musbat yoki manfiy) bo'lmaydi. Ma'lumki valentlik biror elementning ikkinchi element bilan nechta bog'lanish hosil qilish qobiliyati. Shunga ko'ra biz bu bog'lanish musbat, keyingisi manfiy deb ayta olmaymiz;

- valentlik nolga teng bo'lmaydi;
- oksidlanish darajasining ishorasi (musbat va manfiy) bo'ladi;
- oksidlanish darajasi nolga, ba'zi hollarda kasr songa teng bo'lishi mumkin;
- oddiy moddalarning oksidlanish darajasi doimo nolga teng;



Davriy sistema I gruppasi asosiy gruppachasigida elementlarning birikmalarida oksidlanish darajasi doimo +1 ga teng, II gruppasi asosiy gruppachasi elementlariniki +2 ga teng; vodorodning oksidlanish darajasi metall gibridlari (NaH, CaH₂, AlH) da -1 ga,

boshqa hamma hollarda +1 ga teng; kislorodning oksidlanish darajasi fluorli birikmalarda +2 ga, boshqa birikmalarda -2 ga teng;

Umuman elementning oksidlanish darajasi ikki holda o'zgaradi. Birinchisi: elektron qabul qilganda uning oksidlanish darajasi kamayadi. Bu jarayonni qaytarilish deyiladi va u quyidagidek yoziladi: $\text{E}^0 + \text{ne}^- \longrightarrow \text{E}^-$

Elektron beruvchi atom (ion) qaytaruvchi, elektron qabul qiluvchi atom (ion) oksidlovchi deyiladi. Qaytaruvchilik rolini odatda barcha erkin holdagi metallar: Na, K, Li, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Al vodorod gazi va xlor ioni -Cl, iod ioni -I, oltingugurtning S⁻² -ioni (sulfid ioni), ammiak molekulasida -NH₃, «is gazi»- SO, uglerod S kabilar bajaradi.

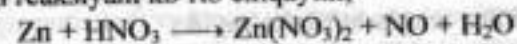
Ikkinchi holda element elektron berganda uning oksidlanish darajasi oshadi. Atom yoki ionning elektron berish jarayoni oksidlanish deyiladi va buni shunday yozish mumkin: $\text{E}^0 + \text{ne}^- \longrightarrow \text{E}^+$

Oksidlovchilar elektron yetishmaydigan molekula yoki ionlar, metallmaslarning atomlari bo'lish mumkin. Bularga: O₂, Cl₂, F₂, Fe³⁺, KMnO₄, H⁺, HNO₃, H₂SO₄, H₂O₂, O₃, Na₂CrO₄, K₂CrO₄, PbO₂ kabilar misol bo'ladi.

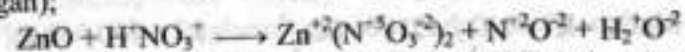
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini ikki usulda tuzish mumkin.

I. Elektron balans usuli: Bu usul oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga tengdir, degan qoidaga asoslanadi.

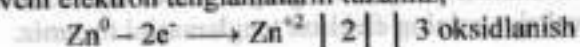
Quyidagi reaksiyani ko'rib chiqaylik;

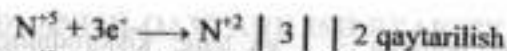


a) Eng avval reaksiyada ishtirok etadigan har bir atomning oksidlanish darajalarini ularning ustiga yozib chiqamiz va oksidlanish darajalari o'zgargan elementlarni aniqlab olamiz (osti chizilgan);

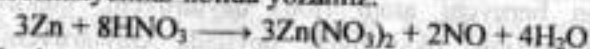


b) Bu elementlarning oksidlanish darajalari o'zgarishini ko'rsatuvchi elektron tenglamalarni tuzamiz;

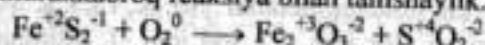




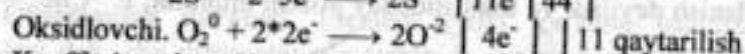
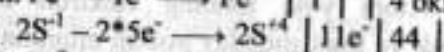
v) Berilgan (2 ta) va qabul qilingan (3 ta) elektronlar sonini o'ng tomondagi chiziqdan keyin yozamiz va bu ikkala sonning eng kichik qoldiksiz bulinuvchisini topamiz. Bu son 6 ga teng. Endi shu 6 ni 2 ga va 3 ga bo'lib, chiqqan sonlarni ikkinchi chiziqdan keyin yozamiz. Bu oxirgi sonlarni reaksiyaning to'liq tenglamasini tuzishda koeffitsiyentlar holida yozamiz:



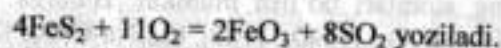
Quyidagi murakkabroq reaksiya bilan tanishaylik.



ko'rinish turibdiki bu reaksiyada Fe^{+2} va S^{-1} ionlari Fe^{+3} va S^{+4} holatiga o'tyapti. O_2 molekulasini O^{-2} ionlariga aylanyapti. Bu o'zgarishlarga asosan reaksiyaning elektron tenglamasini tuzamiz:



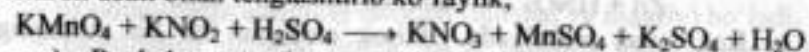
Koeffitsiyentlar (4 va 11) yordamida reaksiyaning to'liq tenglamasi:



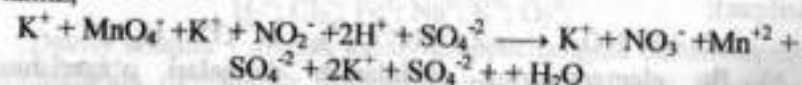
Shunday qilib, berilgan va qabul qilingan elektronlar sonini o'zaro tenglashtirib, ya'ni elektronlar sonini «balans» qilib oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglamasini tuzdik.

II. Ion - elektron usuli. Bu usulda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari eritmada ionlar o'rtasida boradi, deb qaraladi. Bu usulda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalari tuzishni biror reaksiya misolida ko'rib chiqaylik.

Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamasini ion - elektron usuli bilan tenglashtirib ko'raylik;

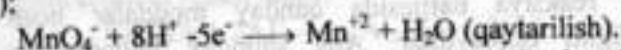


a) Reaksiya tenglamasini ionli holda yozib olamiz va oksidlanish darajalari o'zgargan ionlarni (osti chizilgan) aniqlab olamiz;



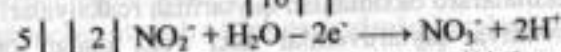
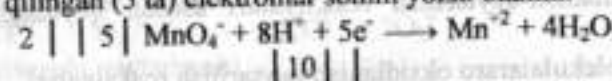
b) Endi oksidlanish darajasi o'zgargan ionlar uchun oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarining elektron tenglamasini tuzamiz.

Reaksiya tenglamasidan ko'rinish turibdiki MnO_4^- ionini Mn^{+2} holiga o'tyapti. Agar reaksiya natijasida ion tarkibidagi kislorod atomlari soni kamaysa yoki mutlaqo chiqib ketsa, bu ion eritmada N^+ ionlar bilan ta'sirlashadi va bir vaqtning o'zida elektron biriktirib qaytariladi (ba'zi hollarda elektron chiqarib oksidlanishi ham mumkin);

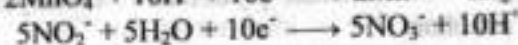
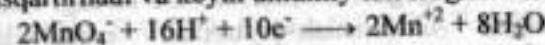


Agar reaksiya davomida ion o'z tarkibidagi kislorod atomlari sonini oshirsa, ya'ni NO_2^- dan NO_3^- ga o'tsa, ion eritmada suv molekullari bilan ta'sirlashadi va o'zidan elektron chiqarib oksidlanadi; $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$ (oksidlanish)

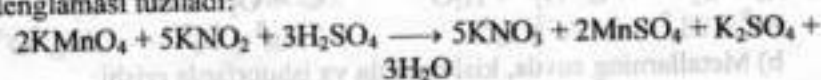
v) Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari doimo bir vaqtda sodir bo'ladi. Shu sababli bu ikkala reaksiya tenglamalarini birgalikda yozib tenglamaning chap tomonidagi chiziqdan keyin berilgan (2 ta) va qabul qilingan (5 ta) elektronlar sonini yozib olamiz:



Tenglamaning yuqori qismini 2 ga va pastini 5 ga ko'paytirib ikkalasini qo'shamiz. Qo'shayotgan paytda tenglamalarning ikkala tomonida bir xil molekula va ionlar bo'lsa, ular o'zaro qisqartiriladi. Bu qisqartirish shu molekula yoki ion oldida turgan koeffitsientlarni ayirmasi holida yoziladi. O'rganayotgan reaksiyamizda reaksiyagacha 16 ta H^+ reaksiyadan keyin 10 ta H^+ bor. Ularni o'zaro qisqartirsak reaksiyagacha 6 ta H^+ qoladi, reaksiyadan keyin esa H^+ ionlari qolmaydi. Xuddi shu singari suv molekullari ham qisqaradi. Bulardan tashqari berilgan va qabul qilingan elektronlar soni ham qisqartiriladi va keyin umumiy ion tenglama tuziladi:



g) Bu ion tenglama asosida reaksiyaning oxirgi - asosiy tenglamasi tuziladi:



Tenglamaning to'g'ri yoki noto'g'riligi reaksiyagacha va reaksiyadan keyingi kislorod atomlari umumiy sonini solishtirish bilan tekshiriladi. Agar ikkala tomondagi kislorod atomlari soni o'zaro teng bo'lsa, tenglama to'g'ri tuzilgan hisoblanadi.

Bu usulning afzallik tomoni shundaki, ko'pchilik hollarda talabalar reaksiya natijasida qanday moddalar hosil bo'lishi mumkinligini bilmaydilar. Ana shunday hollarda bu usuldan foydalanib reaksiyaning ion - elektron tenglamasi tuzilsa, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan barcha moddalar osonlik bilan topiladi. Amaliy mashg'ulotlar va uy topshiriqlarida sizlarga tavsiya etilgan reaksiya tenglamalarning ko'pchiligi «chala» yozilgan. Bu reaksiyalarning oksidlanish-qaytarilish tenglamalarini bexato tuzish uchun ion - elektron usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosan quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Molekulalararo oksidlanish qaytarilish reaksiyalari

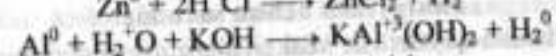
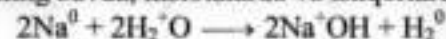
Oksidlovchi va qaytaruvchilar ikki yoki undan ortiq modda molekulalari o'rtasida boruvchi reaksiyalar molekulalararo oksidlanish qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan uchala reaksiya ham molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari turiga misol bo'ladi. Chunki 1-misolda oksidlovchi N(+5) atomi HNO₃ tarkibida bo'lsa, qaytaruvchi rux atomlari (Zn) dir. 2-misolda oksidlovchi Mn⁷⁺ KMnO₄ tarkibida, qaytaruvchi N³⁺ KNO₂ tarkibida elektron berish va olishda ishtirok etyapti. 3-misolda oksidlovchi kislorod molekulasidagi kislorod atomlari bo'lsa, qaytaruvchi FeS₂ tarkibida ham temir ham oltingugurt atomlaridir. Bu turdagi reaksiyalar eng ko'p tarqalgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridir. Bu reaksiyalarga misollar:

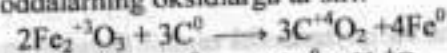
a) *Yonish jarayonlari*: Reaksiya natijasida yorug'lik nuri va issiqlik energiyasi chiqishi bilan boradigan barcha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yonish jarayonlari deyiladi.



b) Metallarning suvda, kislotalarda va ishqorlarda erishi:



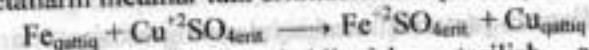
v) Oddiy moddalarning oksidlarga ta'siri:



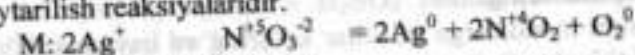
g) Metallotermiya reaksiyalari:



d) Metallarni metallar tuzi eritmasidan siqib chiqarish:



2. Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari: Oksidlovchi element atomlari ham, qaytaruvchi element atomlari ham bir modda molekulasi tarkibida kechadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridir.



oksidlovchi qaytaruvchi



oksidlovchi qaytaruvchi

3. Disproporsiyalanish (dismutasiyalanish) reaksiyalari:

Oksidlovchi ham, qaytaruvchi ham bir xil element atomlari ishtirokida boruvchi reaksiyalar disproporsiyalanish reaksiyalari deyiladi. Bu reaksiyalarda ishtirok etuvchi oksidlovchi va qaytaruvchi element atomlari ba'zan turli modda molekulalari tarkibida, ba'zan hollarda ikki xil modda molekulalari tarkibida ham bo'lishi mumkin: $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$ (oksidlovchi va qaytaruvchi Cl - atomlari bitta Cl₂ - molekulasi tarkibida).

$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ (oksidlovchi - N³⁺, qaytaruvchi - N³⁺ azot atomlari bitta modda tarkibida).

$H_2S^{+6}O_4 + Na_2S^{+2}O_3 (Na_2S^{+2}O_3) \rightarrow SO_2^{+4} + Na_2SO_4 + H_2O$ (oksidlovchi - S⁶⁺ va qaytaruvchi - S²⁺ atomlari ikkita modda tarkibida).

$H_2S^{+2} + H_2S^{+4}O_3 \rightarrow S^0 + H_2O$ (oksidlovchi - S⁴⁺ va qaytaruvchi S²⁺ boshqa-boshqa moddalar tarkibida), $H_2O_2^{+1} + H_2O_2^{+1} \rightarrow H_2O^{+2} + O_2^0$ va hokazo.

Takrorlash uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyatini tushuntiring.
2. Oksidlovchi va qaytaruvchi nima? Qanday moddalar oksidlovchi yoki qaytaruvchi bo'la oladi?
3. Elektron balans usulining mohiyati nimadan iborat?
4. Ion-elektron usuli deganda nimani tushunasiz va uning afzallik tomonlari nimada?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining asosiy turlarini izohlang.
6. Disproporsilanish reaksiyalarining mohiyatini tushuntiring.
7. Oksidlovchilarga misollar keltiring va oksidlovchilik xossalari sabablarini tushuntiring.
8. Qaytaruvchi moddalarga misollar keltiring va qaytaruvchilik xossalari sababini izohlang.

TESTLAR

1. Kaliy permanganatga vodorod peroksid va sulfat kislota ta'sir ettirilganda, reaksiyadan so'ng qanday moddalar hosil bo'ladi?

- A) kaliy sulfat, kislorod, suv
- B) kaliy sulfat, manganets sulfat, suv
- C) kaliy sulfat, manganets sulfat, kislorod, suv
- D) kaliy sulfat, manganets (IV) oksid, kislorod
- E) kaliy sulfat, manganets (IV) oksid, kislorod, suv

2. Kaliy permanganatni kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda natriy sulfat bilan qaytarishda manganetsning qanday birikmalari hosil bo'ladi?

- A) manganets (II) sulfat, kaliy manganat, manganets (II) gidroksid
- B) manganets (IV) oksid, manganets (II) sulfat, manganets (II) gidroksid
- C) manganets (II) gidroksid, kaliy manganat, manganets (IV) oksid
- D) manganets (II) sulfat, manganets (IV) oksid, kaliy manganat
- E) manganets (IV) oksid, manganets (II) sulfat, manganets (II) sulfat

3. Sulfat kislotali sharoitda kaliy permanganatga natriy nitrit ta'sir ettirilganda, qancha mol suv hosil bo'ladi?

- A) 3 B) 6 C) 5 D) 8 E) 2

4. Kaliy permanganat eritmasiga qaytaruvchilar ta'sir ettirilganda, qanday muhitda kaliy manganat hosil bo'ladi?

- A) kuchsiz ishqoriy B) kuchli kislotali C) neytral D) kuchli ishqoriy E) kuchsiz kislotali

5. Xlorning ishqorlar bilan reaksiyasi ($t=70^{\circ}\text{C}$) da xlorning oksidlanish darajalarni va reaksiyada qatnashgan moddalarning koeffitsientlari yig'indisini hisoblang.

- A) 0; -1; +1; 6 B) 0; -1; +3; 12 C) 0; -1; +5; 18 D) 0; -1; +7; 24 E) 0; -1; 13

6. H_2S , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ va H_2SO_4 reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

- A) S , CrO_3 , K_2SO_4 , H_2O B) H_2S , CrO_3 , K_2SO_4 , H_2O C) S , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2SO_4 , H_2O D) H_2S , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2SO_4 , H_2O E) SO_2 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2SO_4 , H_2O

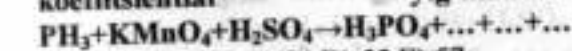
7. Qaysi moddalar ta'sirida kaliy dixromatning qovoq rangli kislotali eritmasi yashil rangga o'tadi? 1) atsetilen; 2) Na_2SO_3 ; 3) FeCl_2 ; 4) H_2O_2 ; 5) etilen; 6) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 7) KMnO_4 ;

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

8. Qaysi modda kaliy permanganatning kislotali eritmasi bilan reaksiyaga kirishganda, kislorod hosil qiladi?

- A) SO_2 B) H_2S C) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ D) Na_2SO_3 E) H_2O_2

9. Quyidagi reaksiya tenglamasini tugallang va koeffitsientlar yig'indisini hisoblang.



- A) 48 B) 52 C) 54 D) 55 E) 57

10. Quyidagi reaksiyada hosil bo'lgan modda Xni va uning kaliy gidroksid bilan reaksiyasida hosil bo'lgan mahsulot Y ni toping. $\text{HCl}(\text{kons.}) + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{X} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$; $\text{X} + \text{KOH} \rightarrow \text{Y}$

- A) Cl_2 , KOCr B) CrO_3 , K_2CrO_4 C) CrCl_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ D) CrCl_2 , $\text{Cr}(\text{OH})_2$ E) K_2CrO_4 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$

XI. ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR

Oksidlanish potentsiali haqida tushuncha: Har bir element yoki ioning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xususiyatini (kuchini) miqdoriy xarakteristikasi sifatida oksidlanish potentsiali qiymati xizmat qiladi. Oksidlanish potentsiali tushunchasini quyidagi misol bilan tushunib olaylik.

Rux metalli bo'lakchasini (xohlagan biror metall bo'lakchasi ham xuddi shunday xossaga ega) uning tuzi ($ZnSO_4$) eritmasiga tushirilsa rux elektrodi hosil bo'ladi va elektrodda metallning sirti bilan eritma sirti chegarasida elektrokimyoviy reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida Zn – plastinkasi tarkibidagi rux atomlari 2 tadan elektron chiqarib oksidlana boshlaydi: $Zn^0 - 2e^- \rightarrow Zn^{+2}$. Elektronlar metall plastinkasida qoladi, eritmaga Zn^{+2} – ionlari o'tadi. Natijasida eritma bilan metall plastinka sirtida qo'sh elektr (metall manfiy zaryadli, eritma musbat zaryadli) (13-rasm), qavatni hosil qiladi. Hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatda zaryadlarni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga kuchishi ro'y beradi.

Eritma bilan metall plastinkasi sirt chegaralarida zaryadning (yoki elektronlarning) bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga kuchishi tufayli bajarilgan ish – shu metall (ion) ning oksidlanish potentsiali deyiladi. Har qanday element (ion) ning oksidlanish potentsiali $E_{ok/kayt}$ holida belgilanadi va «volt – v», «millivolt mv» birliklarda o'lchanadi.

Har bir elektrodning potentsial qiymati elementning yoki eritmadagi ionning tabiati, miqdori (konsentratsiyasi) va temperaturaga bog'liq. Bu bog'lanish Nernst tenglamasi orqali ifodalash mumkin:

$$E = E_{ok-qayt}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[oks]}{[qayt]}$$

Bu yerda: E – oksidlanish potentsiali, v

$E_{ok/qayt}^0$ – standart oksidlanish potentsiali, v

R – gaz doimiysi $8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

T – absolyut temperatura, 298 K

n – berilgan yoki qabul qilingan elektronlar soni

F – Faradey soni, 96500 KJ

$[oks]$ – oksidlangan formaning konsentratsiyasi, mol/l

$[kayt]$ – qaytarilgan formaning konsentratsiyasi, mol/l

Agar R, T, F – larning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, Nernst formulasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$E = E_{ok-qayt}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[oks]}{[qayt]}$$

Metall elektrodlarida qaytarilgan forma metall atomiga to'g'ri kelgani uchun tenglamadagi $[kayt] = [Me^0] = 1 \text{ mol/l}$ ga teng deb qabul qilinadi va u holda Nernst tenglamasi:

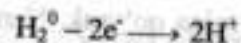
$$E = E_{Me^{+n}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{+n}]$$

ko'rinishda yoziladi

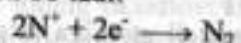
Standart oksidlanish potentsiali. Nernst tenglamasiga ko'ra, agar eritmada potentsial hosil qiluvchi ion (Me^{+n}) ning konsentratsiyasi $[Me^{+n}] = 1 \text{ mol/l}$ bo'lsa, u holda $\lg [Me^{+n}] = \lg 1 = 0$ bo'ladi va shu sababli $E_{ok/qayt} = E^0$ bo'ladi. Boshqacha aytganda, standart oksidlanish potentsiali – bu $t = 25^\circ \text{C}$ da eritmada potentsial hosil qiluvchi ion konsentratsiyasi «1 mol/l» ga teng bo'lganda yuzaga keladigan elektrod potentsialidir. Odatda element (ion) ning oksidlanish potentsialining absolyut qiymatini aniqlash mumkin emas. Shu sababli element (ion) ning oksidlanish potentsiali qiymati normal vodorod elektrodi (NVE) potentsialiga nisbatan aniqlanadi. Ayrim elementlarning standart oksidlanish potentsialining qiymatlari 2-jadvalda keltirilgan. Standart oksidlanish potentsialining qiymatlaridan foydalanib oksidlovchi va qaytaruvchilarni hamda ularning kuchini, aniqlanish-qaytarilish reaksiyalari yo'nalishini, galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchi (EYUK) ni hisoblash mumkin.

Normal vodorod elektrodi: Bu H_2SO_4 eritmasiga $[H^+] = 1 \text{ mol/l}$ tushirilgan sirtiga N_2 – gaz ($P_{N_2} = 101,3 \text{ kPa}$) yuttirilgan platina plastinkasidan iborat elektrokimyoviy sistemadir. Bu elektrodda quyidagi oksidlanish:

$(Pt)H_2 - 2e^- \rightarrow 2H^+ (H_2SO_4)$ va qaytarilish: $2H^+ (H_2SO_4) + 2e^- \rightarrow H_2 (Pt)$ reaksiyasi boradi. Bu elektrodning shartli kimyoviy formulasi – $(Pt)H_2/(H_2SO_4)$. Agar NVE oksidlanish potentsiali $E_{ok/kayt}^0 > 0$ bo'lgan yarim element (elektrod) oksidlovchi bilan ulansa, vodorod gaz oksidlanadi va eritmada N^{+} – ionlari miqdori oshib ketadi:



Agar aksincha, $E^0 < 0$ bo'lgan yarim element (elektrod) – qaytaruvchi bilan ulansa, vodorod ionlari qaytariladi va N_2 – gaz hosil bo'ladi:



Umuman, $\text{N}_2^0 - 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{N}^+$ reaksiyada oksidlanish potentsiali $E^0 = -0,41$ v bo'lsada, bu kaymat boshqa elementlarning oksidlanish potentsiali qiymatini o'lchashda qulay bo'lsin uchun shartli $E^0 = 0$ deb qabul qilingan. Shu sababli $E_{\text{NVE}}^0 = 0$ v.

Har qanday element (ion) ning oksidlanish potentsialini aniqlash uchun NVE va potentsiali aniqlanishi zarur bo'lgan elementdan iborat yagona elektrokimyoviy sistema- galvanik element tuziladi. Bu galvanik element NVE potentsiali bilan potentsiali aniqlanayotgan element oksidlanish potentsiali qiymatlari farqiga teng elektr yurituvchi kuch – (EYUK) ni hosil qiladi.

$$\Delta E = \text{EYUK} = E_{\text{NVE}} - E_{\text{Me}^+} = 0 - E_{\text{Me}^+}$$

Bu EYUK ning qiymati potentsiali aniqlanayotgan element yoki ionning oksidlanish potentsiali sifatida qabul qilinadi. Shuni unutmangki, agar ikkinchi yarim element sifatida o'z tuzi eritmasiga tushirilgan metall plastinkasi (I – tur elektrod bo'lsa, aniqlanadigan potentsial elektrod potentsiali deyiladi, M: NVE bilan Cu/CuSO_4 – mis elektrodi ulansa, aniqlanadigan potentsial Cu –elektrodi potentsiali deyiladi.

Agar yarim element-inert elektrod (Pt) va oksidlanish-qaytarilish jufti ($\text{M}:\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{+2} + \text{H}_2\text{O}$) dan iborat bo'lsa, bu holda aniqlangan potentsial oksidlanish-qaytarilish yoki «redoks» potentsiali deb aytiladi. Shu usul bilan aniqlangan oksidlanish potentsiallari qiymati har bir ionning oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik xossasini aniqlashda xohlagan galvanik elementning EYUK ni hisoblashda va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishini aniqlashda asosiy kattalik sifatida qo'llaniladi.

Metallarning kuchlanish qatori. Agar yuqoridagi 2-jadvalda keltirilgan metallarning $E_{\text{ok/kayt}}^0$ qiymatlarini manfiy ishorali qiymatidan boshlab usib borishi tartibida joylashtirib chikilsa, metallarning oksidlanish potentsiali qatori – metallarning kuchlanishlar qatori hosil bo'ladi.

Bu qatorda elementlarning $E_{\text{ok/kayt}}^0$ qiymati ortib borishi bilan:

– metallarning qaytaruvchilik kuchi kamayib boradi, ular musbat zaryadli ionlarning oksidlovchilik xossalari kuchaayib boradi;

– vodoroddan chapda joylashgan barcha metallar ($E_{\text{ok/kayt}}^0 < 0$) vodorod ion (N^+) ga nisbatan qaytaruvchi bo'lib, suv yoki eritmalardan vodorodni siqib chiqaradi;

– vodoroddan unga turgan ($E_{\text{ok/kayt}}^0 > 0$) barcha metallar «passiv» metallar bo'lib, eritmada N^+ ionlarini N_2^0 holida siqib chiqara olmaydi.

– bu qatordagi har qanday metall o'zidan keyin (ungda)turgan har qanday metallni uning tuzi eritmasidan siqib chiqara oladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishini aniqlash. Ma'lumki, (termodinamika elementlari mavzusiga asosan) har qanday kimyoviy reaksiyaning amalga oshishi uchun shu reaksiya natijasida Gibbs energiyasining o'zgarishi $\Delta G_2 < 0$ bo'lishi shart. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borishi uchun ham shu shart ($\Delta G_2 < 0$) bajarilishi shart.

Oksidlanish va qaytarilish o'zaro qarama-qarshi va bir vaqtning o'zida elektronlarning bir atomdan boshqasiga utishi bilan sodir bo'ladigan reaksiyalardir. Bu reaksiyalarda elektronlarning bir atomdan boshqasiga (qaytaruvchidan oksidlovchiga) utishi natijasida sistema tashqi muhitga nisbatan ish – A_d bajaradi. Bu ishning manfiy ishorali qiymati oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining Gibbs energiyasi o'zgarishi: $G = -A_d$ ga teng bo'ladi.

A_d bajarilgan ish miqdor jihatdan oksidlovchi va qaytaruvchi oksidlanish potentsiallari farqi $\Delta E = E_{\text{oksid}}^0 - E_{\text{kayt}}^0$ ning qaytaruvchidan oksidlovchi element atomlariga o'tgan elektron soni n ga ko'paytmasiga tengdir: $A_d = n \cdot \Delta E$.

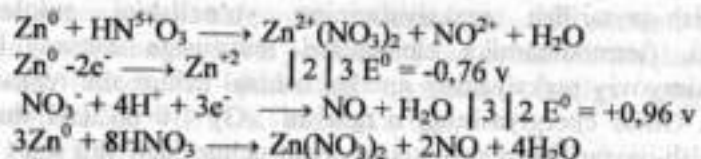
Agar «1 mol» modda $n \cdot Z_e \cdot N_A$ miqdor zaryadni o'tkazish uchun n ta elektron bersa yoki qabul qilsa, (bu yerda n – oksidlanish yoki qaytarilishda ishtirok etgan elektronlar soni, Z_e – elektronning zaryadi, N_A – Avogadro soni va $Z_e \cdot N_A = F = 96500$ Kulon Faradey soni) u holda ish: $A_d = n \cdot F \cdot \Delta E$ yoki $\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta E$ bo'ladi. Bu formula shuni bildiradiki, oksidlovchi va qaytaruvchilarning oksidlanish potentsiallari bir-biridan qanchalik keskin farq kilsa ($\Delta E > 0$ yoki $E_{\text{oksid}}^0 > E_{\text{kayt}}^0$) shunchalik $\Delta G < 0$ bo'ladi, reaksiyaning oddiy

(standart) sharoitda borish ehtimolligi shunchalik yuqori bo'ladi va uning muvozanat doimiysi (K_{muv}) shunchalik katta bo'ladi.

Yuqorida bayon etilgan asosiy tushuncha va qoidalarini amalda foydalanishga doir quyidagi masala bilan tanishaylik:

M: 2- jadvaldagi oksidlanish potentsiallari qiymatidan foydalaniib, $\text{Zn} + \text{HNO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ reaksiyasida oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlang. Shu reaksiyani teskari yo'nalishda amalga oshirish mumkinmi?

Yechish: a) Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining elektron va to'liq tenglamalarini tuzamiz, har bir reaksiya uchun $E^0_{\text{ok/kayt}}$ qiymatini yozib olamiz:



b) Reaksiyada rux atomlari elektron beryapti, NO_3^- ionlari bu elektronlarni rux atomlardan «tortib» (qabul qilib) olaypti. Nima uchun shunday bo'lyapti? Chunki, NO_3^- nitrat ionlarining 2 ta elektron qabul qilib NO – azot (II) oksidi holiga o'tish potentsiali $+0,96 \text{ v}$ bo'lib, rux atomidagi 2 ta elektronni rux atomlariga bog'lanib turish energiyasi ($-0,76 \text{ v}$) dan katta. Shu sababli NO_3^- ionlari Zn atomida elektronlarni «tortib» olishga kuchi etadi va bu reaksiyada NO_3^- – ionlari – oksidlovchi Zn – atomlari qaytaruvchi vazifasini bajaradi. Shuni unutmangki, reaksiyada ishtirok etuvchi qaysi element yoki ionning elektrod (redoks) potentsiali qiymati katta bo'lsa, u- oksidlovchi, kichik bo'lsa – qaytaruvchi bo'ladi.

v) Yuqoridagi qoidaga ($\Delta G < 0$) ko'ra, ushbu reaksiya yo'nalishini aniqlash uchun avval $\Delta E = E^0_{\text{oksid}} - E^0_{\text{kayt}}$ formula asosida reaksiyaning elektr yurituvchi kuchi – ΔE ni hisoblaymiz.

NO_3^- – ioni oksidlovchi, Zn-qaytaruvchi, shu sababli $\Delta E = E^0_{\text{oksid}} - E^0_{\text{kayt}} = 1,72 \text{ v} > 0$ ya'ni $\Delta E > 0$ shartni qanoatlantiradi. Bunga yanada to'liq ishonch hosil qilish uchun G – ning qiymatini hisoblaymiz. Reaksiyaning elektron tenglamasiga ko'ra 3 ta Zn atomi 2 ta NO_3^- ioni o'rtasida 6 ta elektron almashinuvi ro'y beryapti. Shunga ko'ra $n = 6$ ga teng. Endi: $\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta E = -(6 \cdot 96500 \cdot 1,72)$

$= -995,88 \text{ kJ}$ ga teng. Bu $\Delta G > 0$ shartni to'liq qanoatlantirgani uchun ushbu reaksiya standart sharoitda juda tez va oxirigacha to'liq boradi.

g) Teskari: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn} + \text{HNO}_3$ yo'nalishda reaksiya borishi yoki bormasligi to'g'risida xulosa qilish uchun ΔE – ni hisoblaymiz.

Agar bu reaksiya borsa $\text{Zn}^{+2} \rightarrow \text{Zn}^0$ (qaytarilishi) va $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_3^-$ – (oksidlanishi) bo'lib, Zn^{+2} oksidlovchi NO qaytaruvchi vazifasini bajaradi. Lekin $E^0_{\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}} = -0,76 < 0,96 = E^0_{\text{NO}_3^-/\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}}$ bo'lgani uchun $E = (-0,76) - (0,96) = -1,72 \text{ v}$ bo'ladi va bu $\Delta E > 0$ shartga ziddir. Bu qiymatga asoslanib G ning qiymatining hisoblasak $\Delta G = +115,8 \text{ kJ}$ ga teng bo'ladi. Bu qiymat ham $\Delta G < 0$ shartiga to'g'ri kelmaydi. Demak, bu reaksiyani standart sharoitda teskari yo'nalishda amalga oshirib bo'lmaydi.

Galvanik elementlar deb, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari natijasida kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektro-kimyoviy sistemalarga aytiladi.

Galvanik elementlar boshqacha nom bilan kimyoviy tok manbalari ham deb aytiladi. Bular qatoriga akkumulyatorlar, batareyalar kiradi. Galvanik elementlarning ishlash prinsipini tushunish uchun mis-rux elementining hosil bo'lishi va ishlash mexanizmini o'rganamiz.

Rux metallini rux sulfat tuzi eritmasiga tushirilganda yuz beradigan elektro-kimyoviy jarayon bilan yuqorida tanishdik. Bunda

rux elektrodi hosil bo'lib, $C_{\text{Zn}^{+2}} = 1 \text{ mol/l}$ bo'lganda $E^0 = -0,76 \text{ v}$ ekanligini ko'rdik (14- rasm).

Xuddi shuningdek mis plastinkasini mis sulfat tuzi eritmasiga tushirilsa (14-rasm), eritmadagi mis ionlari plastinka sirtiga o'tiradi va qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi, plastinka musbat zaryadlanadi. Bu ikkala elektrodni KCl eritmasi bilan tuldirlgan «elektrolitik ko'pri» orqali tutaShtirilib, elektrodlar voltmetrga ulansa potentsiallar farqi yuzaga kelib, elektr yurituvchi kuch (EYuK) paydo bo'lib, uning qiymati: $\Delta E = E^0_{\text{ok}} - E^0_{\text{kayt}} = +0,34 - (-0,76) = +1,10 \text{ v}$ ga teng bo'ladi.

Bunda mis elektrodi musbat zaryadlanib *katod* deyiladi, rux elektrodi manfiy zaryadlanib *anod* deyiladi. Bu galvanik elementning kimyoviy formulasi:

(anod)(-Zn/ZnSO₄/KSI/CuSO₄/Cu (+) katod. Shu sababli $\Delta E = E_{\text{katod}} - E_{\text{anod}}$ holida ham hisoblanadi.

Har qanday galvanik elementning EYUK i ionlarning konsentratsiyasiga, ionning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi (Nernst tenglamasi).

Galvanik elementlarga tegishli ayrim masalalarni ko'rib chiqaylik.

Masalan: 0,01 M Zn(NO₃)₂ eritmasiga rux plastinkasi 0,01 M AgNO₃ eritmasiga kumush plastinkasi tushirilganda hosil qilingan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini hisoblang.

Yechish: Ma'lumki rux plastinkasi o'z tuzi eritmasiga tushirilsa rux eriy boshlaydi, ya'ni oksidlanadi (Anod). $E^0 = -0,76$ v. Ikkinchi - Ag plastinka o'z tuzi eritmasiga tushirilganda eritmadagi Ag⁺ ionlari plastinkaga o'tira boshlaydi va bu musbat zaryadlanadi (Katod), ikkala plastinka o'zaro tutaShtirlganda Ag - ionlari qaytariladi.

Umuman rux - kumush galvanik elementi ishlaganda quyidagi reaksiyalar boradi: $\text{Zn}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Zn}^{+2}$ va $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}^0$

Har qanday galvanik elementning e.y.u.k. quyidagi formula bilan hisoblanadi:

E.Y.U.K. = $E_{\text{katod}} - E_{\text{anod}} = E_{\text{oksidlovchi}} - E_{\text{qaytaruvchi}}$ dan kelib chiqib, rux va kumushning standart oksidlanish potentsiallarini bilgan holda Nernst formulasidan foydalanib har ikkala elektrodning oksidlanish potentsialini hisoblaymiz. ($E_{\text{katod}} = +0,68$ v va $E_{\text{anod}} = -0,72$ v kelib chiqadi. Bulardan foydalanib galvanik elementning E.Y.U.K. = $+0,682 - (-0,72) = +1,402$ v.

Metallar korroziyasi. Metallar korroziyasi - metall va metall qotishmalarining tashqi muhit ta'sirida kimyoviy yoki elektrokimyoviy yemrilish hodisasidir. Har qanday korroziyalanish oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarining natijasidir.

Metallarning korroziyalanishiga sababchilar: havodagi nam (H₂O) kislorod (O₂) chang, agressiv gazlar (CO₂, SO₂, H₂S) va boshqalardir.

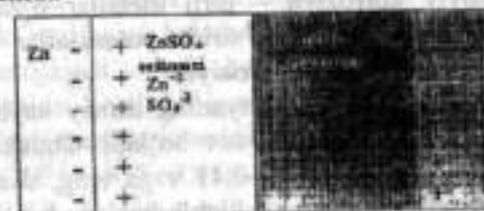
Korroziya ikki xil bo'ladi: Kimyoviy korroziya va elektrokimyoviy korroziya.

Kimyoviy korroziya. Bu korroziyani boshqacha qilib gazlar ta'siridagi korroziya ham deyiladi. Bunday korroziyada metall gazlar

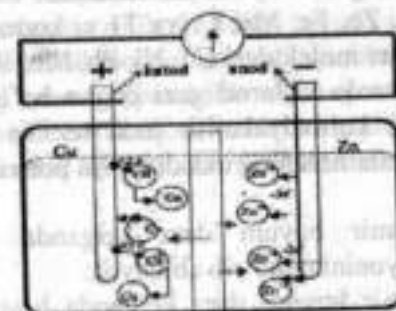
(O₂, CO₂, SO₂, H₂S, Cl₂, F₂) bilan ta'sirlashib metall sirtida oksid yoki boshqa birikmalarni hosil qiladi va yomrila boshlaydi. Ko'pchilik hollarda metall oksidlari hosil bo'lib, bu oksid juda barqaror modda bo'lgani uchun metall sirtida yupqa «oksid parda» hosil qiladi va metallni keyingi korroziyalanishdan saqlaydi. M: Al metalli sirti Al₂O₃ bilan, Cr- sirti Cr₂O₃ bilan qoplanadi. Ba'zi hollarda bu «oksid parda» holida bo'lmaydi. Masalan, temirning sirti FeO va Fe₃O₄ - oksidlarni hosil qiladi, bu oksid bo'laklanib ketishi tufayli temirning korroziyalanishi davom etaveradi. (15 - rasm).

Yuqoridagilarga assoslanib shuni aytish mumkinki, gazlar ta'siridagi korroziya oksidlovchining kuchiga, hosil bo'ladigan oksid pardaning xossasi va tuzilishiga, kislorod (yoki boshqa gaz) ning metall qatlamiga singuvchanligi - diffuziyanishiga, metall atomlarining hosil bo'lgan oksid qatlama diffuziyanishiga va oksidning uchuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Bu o'rinda shuni aytish lozimki, metallar qotishmalari oksid pardalar yordamida



Metall va eritma sirt chegarasida qo'q elekt qavat hosil bo'lish sxemasi



Anodda:
 $\text{Zn}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Zn}^{+2}$

Katodda:
 $\text{Cu}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0$

$$E_{\text{Y.U.K.}} = E_{\text{katod}} - E_{\text{anod}} = E_{\text{katod}} - (-0,76) = +0,34 - (-0,76) = +1,1 \text{ B}$$

14-rasm. Rux galvanik elementi sxemasi

korroziyadan kam yomiriladi. Chunki bunda qo'sh oksidlar MeO , Me_xO_y tarkibli birikmalar hosil bo'lib, bu oksidlar «Shpinel» tuzilishli bo'lgani uchun juda barqaror bo'ladi.

Masalan: $\text{Mg} - \text{Al}$ qotishmasi $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - tarkibli «Shpinel» hosil qilgan uchun bu qotishma korroziyaga juda chidamlidir.

Lekin, hamma hollarda ham oksidlarning (yoki boshqa birikmalarning) hosil bo'lishi galar korroziyasini tuxtatmaydi, aksincha uni tezlashtirib, metallning fizik-kimyoviy xossilarini o'zgarishiga olib keladi. Bunday holat yuqori oksidlanish darajasi (+5, +6, +7) namoyon qiluvchi metallarda kuzatiladi.

M: W - volfram o'tga chidamli, kiyin suyuqlalanuvchan metall ($T_{\text{mayuq}} = 3390^\circ\text{C}$). Gazlar korroziyasi tufayli kislorodlik muhitda WO_3 , xloridli muhitda WCl_6 birikmalarini hosil qiladi. Bu birikmalarning $t_{\text{mayuq}}(\text{WO}_3) = 1930^\circ\text{C}$, $t_{\text{mayuq}}(\text{WCl}_6) = 347^\circ\text{C}$ bo'lgani va yengil uchuvchan bo'lgani uchun volframning korroziyalanishini tezlashtiradi va «o'tga chidamli» lik xususiyatini kamaytiradi.

Elektrokimyoviy korroziya - turli metallar o'zaro bir-biriga tegib turganda agressiv muhit ta'sirida potentsiallar farqi yuzaga kelishi tufayli sodir bo'ladigan korroziya.

Ko'pchilik hollarda bu korroziyaning asosiy «aybdori» metall sirtini koplav turgan namlik yoki suv bo'ladi. Chunki $\text{pH} > 7$ da suvning elektrod potentsiali $E^0 = -0,41$ v ga teng, shu sababli suv oksidlanish potentsiali $-0,41$ v dan kichik bo'lgan barcha metallarni oksidlaydi.

Neytral muhitda ($\text{pH} = 7$) suv molekullari ishqoriy, ishqoriy-yer metallarini, Al, Zn, Fe, Mn, Cr va Ti ni korrozilaydi. Kislotali muhit ($\text{pH} < 7$) da suv molekullari Co, Ni, Pb, Mo, W kabi metallarni «yemiradi». Agar suvda kislorod gazi erigan bo'lsa ($\text{O}_2 + \text{H}_2$ uta agressiv aralashma) korroziyalanish juda tez va keng miqyosda boradi, chunki bu aralashmaning oksidlanish potentsiali $E = +0,815$ v ga teng.

Nikellangan temir buyum darz ketganda ro'y beradigan korroziyalanish jarayonining ko'rib chiqaylik.

Nikellangan temir buyum darz ketganda havodagi nam (suv molekullari), CO_2 va boshqa gazlarning temir sirtiga o'tirishi tufayli temir sekin - asta yemirila boshlaydi. Bu shunday ro'y beradi,

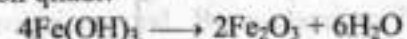
metall sirtidagi CO_2 nam bilan ta'sirlashib oz bo'lsada karbonat kislotasini hosil qiladi. ($\text{N}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$). Temir va nikel bunda go'yoki biror elektrolit eritmasiga tushirilgandek bo'lib, musbat va manfiy zaryadlangan elektrodlarga aylanib qoladi va ularning standart oksidlanish potentsiallari (E^0

$\text{Fe}^0/\text{Fe}^{+2} = -0,44$ v va $\text{Ni}^0/\text{Ni}^{+2} = -0,25$ v) turli xil bo'lgani uchun kichik galvanik element hosil qiladilar (15-rasm).

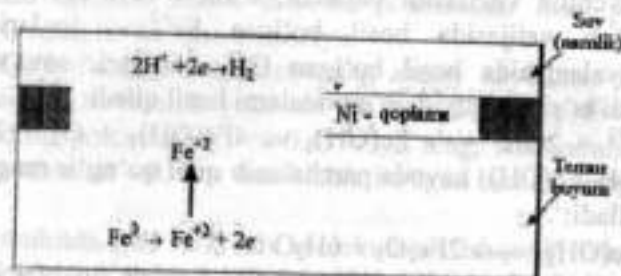
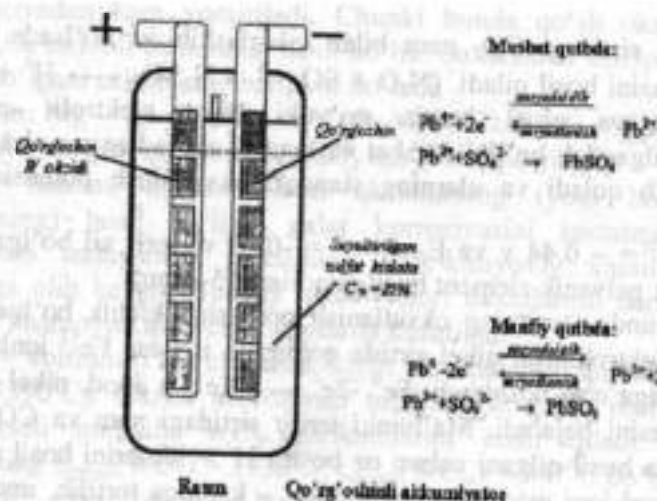
Bunda temirning oksidlanish potentsiali kichik bo'lgani uchun o'z elektronlarini nikel sirtida qoldiradi, uzi esa Fe^{+2} ionlari holida eritmaga o'ta boshlaydi: $\text{Fe}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Fe}^{+2}$ - anod, nikel esa katod vazifasini bajaradi. Ma'lumki temir sirtidagi nam va CO_2 kuchsiz kislotasi hosil qilgani uchun oz bo'lsa H^+ - ionlarini hosil qiladi. Bu vodorod ioni manfiy zaryadli nikel - katodga tortilib, undagi temir atomlari qoldirilgan elektronlarni qabul qilib qaytariladi: $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2^0$

Bu jarayonda ishtirok etayotgan nikel faqat elektronlarni o'tkazuvchilik vazifasini bajaradi, lekin o'zi o'zgarishsiz qoladi. Yemirilish natijasida hosil bo'lgan Fe^{+2} - ionlari, suvning dissotsiyanlashida hosil bo'lgan OH^- ionlari, suv va havo - kislorodi ta'sirida quyidagi moddalarni hosil qiladi:

$\text{Fe}^{+2} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ va $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ havoda parchalanib qizil qo'ng'ir rangli Fe_2O_3 ni hosil qiladi:



Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, havoda suv bug'i va agressiv gazlar qanchalik bo'lsa, korroziyalanish tez boradi. Bu jarayon temirning hammasi yemirilib bo'lmaguncha davom etaveradi. Bu misolda temir anod vazifasini bajargani uchun bunday korroziyalanishni anod bo'yicha korroziyalanish deyiladi.



15-rasm-Nikel bilan koplangan temir buyumning korroziyalanishi

Elektrokimyoviy korroziya yuqoridagi holatlardan tashqari yana:

- metall bilan uning biror elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lgan birikmasi (tuzlari) o'zaro «kontakt» da bo'lganda ham ro'y beradi. Chunki E^0 metall odatda E^0 birikmadan kichik bo'ladi. Bunda metallning birikmasi katod vazifasini bajarib, uing sirtida oksidlovchi (korroziyalovchi modda) qaytariladi. Bunday korroziyada katod vazifasini metallning oksidlanish reaksiyasi

mahsulotlari (oksidi, gidroksid tuzi) bajarishi va tezlashtirishi ham mumkin. Metallning himoyalangan qismi (sirti) anod vazifasini o'taydi. Bunday korroziya «parda»li (plenochnaya) korroziya deyiladi (V.A.Kistyakovskiy nazariyasi).

- metall sirtining turli qismlari oksidlovchi (kislorod) ning konsentratsiyasi turlicha bo'lgan elektrolit eritmasi bilan ta'sirlashib turganda ham elektrokimyoviy korroziya ro'y beradi.

- agar metall buyumning turli qismidagi ichki kuchlanish turlicha bo'lsada, aniqrog'i metallning bir qismi «siqilgan», boshqa qismi «kengaytirilgan» da ham elektrokimyoviy korroziya ro'y beradi. Chunki metallning «siqilgan» qismida E - ning qiymati yuqori, «kengaytirilgan» qismida E - qiymati shu metallning E qiymatidan ham kichik bo'ladi. Bu argessiv muhit ta'sirida galvanik element hosil bo'lishiga olib keladi va «siqilgan» qism - katod, «kengaytirilgan» qismi - anod rolini o'ynaydi va shu qismidan metall korroziyalana boshlaydi.

Yuqoridagi bayon etilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, doimiy foydalanishda bo'lgan har qanday metall dan yasalgan buyum va detallar doimo u yoki bu korroziyalanishga uchraydi. Korroziya natijasida uskuna, jixozlar, buyum va detallar emirilib yaroqsiz holgacha kelib qoladi. Xalq xo'jaligi korroziyadan juda katta zarar ko'radi. Shu sababli kimyo fanining eng asosiy muammo va vazifalaridan biri korroziyaga qarshi kurashish muammolarini yechishdan iborat.

Korroziyadan himoya. Korroziyadan himoyalashning bir nacha usulari mavjud. Bu usullarni qo'llash himoyaladigan metallning tabiati, ishlatilish maqsada va o'rniga, Sharoitiga bog'liq. Shu usullarning ayrimlari bilan tanishib chiqaylik.

Metallar sirtini legirlash. Bu usuli himoyaladigan metall sirtiga yuqori vakuum ostida yoki plazmali purkagich yordamida va termoqayta ishlash bilan yupqa korroziyaga chidamli metall qatlami yetkizishdir. Agar himoya qoplami Al- metallidan bo'lsa, «allitir» lash; Sr - bo'lsa, xromlash, Si - bo'lsa, silisirlash deb aytiladi. Umuman legirlash uchun «passiv» metallar - Su, Au, Ag yoki korroziyaga chidamli oksid parda hosil qiluvchi metallar Al, Zn, Sn, Cr, Pb, Ni, V ishlatiladi.

Plakirlash usuli - bu metall prokatlari olish jarayoni bilan birgalikda ularning sirtiga himoyalovchi metall himoya qatlamini

hosil qilishdir. Bu usul bilan po'lat, cho'yan sirti Al – bilan, Zn – bilan yoki Sn – bilan qoplanadi. Bu usulning himoyalovchi metallni himoyalovchi metall suyuqlanmasiga tushirib sirtini koplash – «OKUN» lash turi ham mavjud. Agar bu maqsadda himoyalovchi metall suyuqlanmasi ishlatilsa – «rux» lash (osinkovanie); agar qalay metalli – Sn suyuqlanmasidan foydalanilsa – «qalay» lash (lujenie) deyiladi.

Oksidlash usuli – himoyalovchi metall sirtini kimyoviy yoki elektrokimyoviy usul bilan yupqa, lekin juda zich parda bilan qoplash usulidir.

Kimyoviy usulda sirti tozalangan metall kuchli oksidlovchi (H_2SO_4 , HNO_3) eritmasiga tushirilib sirtida oksid parda hosil qilinadi. M: Gummirlangan po'lat idishlar konsentratsiyasi 75% dan yuqori bo'lgan H_2SO_4 eritmasini po'lat sirtiga surkash bilan hosil qilinadi. Ba'zi hollarda po'lat buyum $NaNO_3$ (50 g/l) va $NaNO_2$ 200 g/l) va NaOH (800 g/l) moddalar eritmaları aralashmasiga tushirilib 140^oS da 90 minut davomida ushlab turiladi (vorenienie) va oksid parda hosil qilinadi. Elektrokimyoviy usulda himoyalovchi metall oksidlovchi eritmasiga tushiriladi va metallga tokning musbat qutbi ulanib qo'yiladi. Bunday «oksid parda» langan metallni ba'zan anodlangan metallar deyiladi.

Fosfatlash – metallar sirtini kimyoviy ta'sirga chidamli va bo'yashga qulay bo'lsin uchun himoyalovchi metallni fosfat kislotaning nordon tuzi eritmaları bilan ishlash usulidir. Bu ko'pincha temirdan yasalgan jixoz buyumlarni himoyalashda qo'llaniladi. M: Po'lat sirti $Fe(H_2PO_4)_2$ yoki $Mn(H_2PO_4)_2$ tuzlari eritmasi bilan qayta ishlanib govak, lekin mustahkam parda ($FePO_4$) bilan qoplanadi. Bunday po'lat sirti turli bo'yoq (kraskalarni) juda yaxshi saqlab qoladi.

Elektrokimyoviy usullar: protektorli himoya va tashqi kuchlanish usullariga bo'linadi.

Protektorli himoya usulida himoyalovchi metallning bir qismiga oksidlanish potentsiali E^0 dan kichik oksidlanish potentsialli metall bo'lakchasi kovsharlanib qo'yiladi. Bunda ko'pincha aktiv metallardan foydalaniladi. Oksidlanish potentsiali kichik metall himoyalovchi metallga nisbatan aktiv bo'lgani sababli tez oksidlana boshlaydi va hosil bo'lgan galvanik elementda anod rolini bajaradi, natijada asosiy metall korroziyaga uchramaydi.

Tashqi kuchlanish usulida himoyalovchi metallga tashqi elektr manbaidan kuchlanish beriladi, ya'ni himoyalovchi metall elektrning manfiy qutbiga ulanib «katod» ga aylantiriladi. Natijada oksidlovchi moddalar metallga ta'sir etib elektr manbaidan keladigan elektronlar hisobiga qaytariladi va asosiy metall yemirilishdan saqlanadi. Bu usuli temir yo'l relslarida ko'p qo'llaniladi.

Yuqoridagilardan tashqari metallarni korroziyadan saqlash uchun ular sirtiga turli xil moy moddalar, polimer qoplamalar, mum qoplamasi, turli bo'yoqlar surkash usullari ham qo'llaniladi.

Elektroliz. Elektroliz deb, elektrolitning suyuqlanmasi yoki eritmasidan elektr toki o'tganda boradigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalariga aytiladi.

Ma'lumki elektroliz suyuqlanmada va eritmada borishi mumkin. Suyuqlanmada boradigan elektroliz natijasida anodda shu modda tarkibiga kirgan anion oksidlanadi, katodda esa shu modda tarkibidagi kation qaytariladi. M: NaCl tuzi suyuqlanmasi elektrolizida: $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$ da Na^+ ioni katodda qaytariladi: $Na^+ + e^- \rightarrow Na^0$; Cl^- anioni anodda oksidlanadi: $2Cl^- - e^- \rightarrow Cl_2$. Umumiy holda: $2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$ reaksiya boradi.

Eritmaning elektrolizi. Eritma elektrolizida tuz molekullari bilan birgalikda suv (erituvchi) molekullari ishtirok etgani uchun ancha murakkabdir. Eritmada boradigan elektroliz sxemasini tuzatganda quyidagi qoidalarni bilish zarur:

Katod jarayonlari uchun:

1. Agar eritmada oksidlanish potentsiali vodorodning oksidlanish potentsialidan kichik bo'lgan kationlar (aktivlik qatorida Li^+ dan Al^{+3} gacha) bo'lsa, katodda suv molekullari qaytarilib, bu metall ionlari eritmada o'zgarmasdan qoladi.

2. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan kichik, lekin Al nikidan katta bo'lgan kationlar (Al^{+3} dan Pb^{+2} gacha) bo'lsa, u holda katodda bir vaqtning o'zida ham vodorod ionlari, ham shu metall kationi qaytariladi.

3. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan yuqori bo'lgan kation bo'lsa, katodda avval shu kation qaytariladi (aktivlik qatorida bu kationlar N^+ – dan keyin turibdi).

Anod jarayonlar uchun:

Agar eritmada kislorodsiz kislotalarning anionlari; Cl^- , Br^- , I^- , F^- lar bilan birga H_2O – ionlari mavjud bo'lsa, anodda avval kislorodsiz kislota anionlari oksidlanadi.

2. Agar eritmada kislorodli kislota anionlari: SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- lar H_2O bilan birgalikda kelsa, u holda anodda H_2O molekullari oksidlanadi, chunki bu anionlarning oksidlanish potentsiallari suv molekulasining oksidlanish potentsialidan katta.

Endi yuqoridagi qoidalarga amal qilgan holda ba'zi – bir elektroliz jarayonlarini ko'rib chiqaylik.

M: Osh tuzi eritmasining elektroliz sxemasini tuzing. Anod va katodda boradigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari tenglamasi tuzning.

Yechish: Masalaning shartidan ko'rinib turibdiki, elektroliz eritmada boryapti. Osh tuzi (NaCl) molekullari eritmada dissotsiasiyalangan holda bo'ladi: $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$. Bu ionlardan Na^+ manfiy zaryadli elektrod – katodga tortiladi, Cl^- esa musbat zaryadli elektrod – anodga tortiladi. Bulardan tashqari eritmada suv molekullari ham bo'lgani uchun ular ham elektroliz jarayonida qatnashadilar, aniqrog'i suvning dissotsiasiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan H^+ va OH^- ionlari mos ravishda katod va anodga tortiladi. Buni quyidagi sxemada ko'rish mumkin:

(-) Katod $\text{Na}^+ \leftarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}^-$ Anod (+)

$\text{H}^+ \leftarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$

Sxemadan ko'rinyaptiki katodda Na^+ va H^+ ionlari qaytarilishi kerak. Bulardan Na^+ ionning oksidlanish potentsiali ($E^0 = -2,71 \text{ v}$) vodorod ionning shartli oksidlanish potentsiali ($E^0 = 0 \text{ v}$) dan kichik:

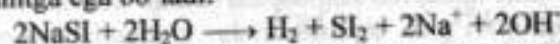
$$E_{\text{Na}^+/\text{Na}} < E_{\text{H}^+/\text{H}}$$

Shuning uchun katodda vodorod ionlari qaytariladi, eritmada Na^+ – ionlari qoladi: $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2^0$ (to'g'rirog'i: $2\text{N}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{N}_2^0 + 2\text{ON}^-$ suv molekullari qaytariladi).

Anodda xlor va N_2O molekullari oksidlanishi kerak. Lekin xlor ionlari kislorodsiz kislota qoldig'i bo'lganligi uchun anodda Cl^- ionlarining oksidlanishi ro'y beradi:



Demak, NaCl to'zining eritmasi elektroliz qilinganda katodda N_2O molekullari qaytariladi, anodda xlor ionlari oksidlanadi. Elektroliz mahsuloti sifatida vodorod va xlor gazlari hosil bo'ladi. Eritmada esa Na^+ va OH^- ionlari qoladi, eritma kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi:



Endi quyidagi masalani ko'rib chiqaylik. M: SiCl_2 tuzi eritmasining elektroliz sxemasini tuzing.

Yechish: Elektroliz qilinayotgan tuz tarkibiga kirgan kation yuqorida ko'rib chiqilgan masaladagi tuz tarkibidagi ionlardan ancha qiladi. Chunki kation (Si^{2+}) oksidlanish potentsiali qatorida vodoroddan keyin turadi. Cl^- anioni kislorodli kislota qoldig'i. Shuning uchun bu tuz eritmasining elektrolizi quyidagicha boradi.

Eritmada tuz dissotsiyalanadi: $\text{SiCl}_2 \rightleftharpoons \text{Si}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

Bu eritmaga elektrodlar tushirilib ularga tok ulansa, katodga mis (II) ionlari anodga esa xlor ionlari tortiladi. Eritmada suv molekullari ham bo'lgani uchun elektroliz jarayonida ular ham ishtirok etadilar. Buni sxematik ko'rinishda yozsak; (16-rasm)

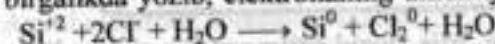
(-) Katod $\text{Si}^{2+} \leftarrow \text{SiCl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$ Anod (+)

$\text{H}^+ \leftarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$

Yuqoridagi qoidalarga ko'ra elektrodlarda boradigan oksidlanish qaytarilish reaksiya tenglamalarini yozamiz. Katodda: $\text{Si}^{2+} + 2e^-$

$\rightarrow \text{Si}^0$ (eritmada H^+ – ionlari qoladi. Chunki, $E^0_{2\text{H}^+/\text{H}} < E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}$ Anodda: $E^0_{\text{Cl}^-/\text{Si}^0} <$

$E^0_{\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}}$ bo'lgani uchun xlor ionlari oksidlanadi, ya'ni; $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$. Bu elektroliz paytida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini birgalikda yozib, elektrolizning umumiy tenglamasini tuzamiz:



Demak, SiCl_2 tuzi eritmasi elektroliz qilinsa, anodda xlor ionlari oksidlanib xlor gazi chiqar ekan. Katodda Si^{2+} ionlari qaytarilib mis metalli holda ajralar ekan. Eritmada suv molekullari qolaveradi.

Ba'zi hollarda elektrolizni elektroliz qilinayotgan tuz tarkibiga kirgan metallardan

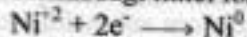
Yasalgan elektrodlar yordamida ham o'tkaziladi. Bunday elektrolizni «eruvchan anod» elektrolizi deyiladi. Bunga quyidagi elektroliz misol bo'ladi.

Masala: NiSO_4 eritmasini nikel elektrodleri yordamida elektroliz qilindi. Shu elektrolizning sxemasini tuzing.

Yechish: eritmada Ni^{+2} , SO_4^{-2} ionlari va suv molekullari bor.

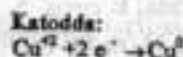
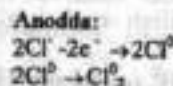
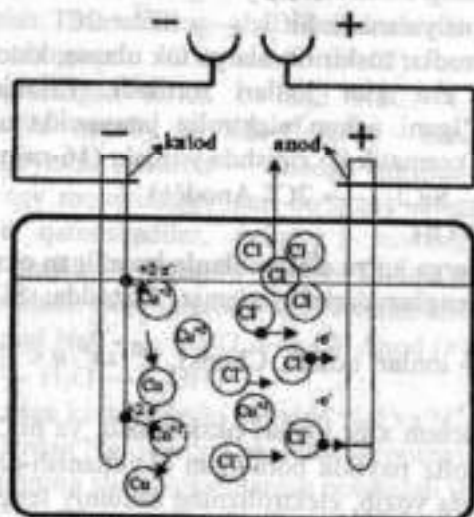
Elektrodlarga kuchlanish berilganda nikeldan yasalgan anod eriy boshlaydi, ya'ni nikel atomlari oksidlanib eritmaga nikel ionlari holida o'ta boshlaydilar: $\text{Ni}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Ni}^{+2}$

Eritmadagi nikel ionlari katodga tortilib qaytarila boshlaydi:



Bunda anod erib qancha ionlarini hosil qilsa, shuncha Ni^{+2} ionlari katodda qaytarilib nikel metallini hosil qiladi. Eritilgan tuz miqdori va ionlari elektroliz paytida o'zgarishsiz qoladi.

Aytilganlarni sxema ko'rinishida yozsak:



16-rasm Mis xlorid eritmasining elektroliz sxemasi



Elektrolizning umumiy tenglamasi:



Ma'lumki, elektroliz paytida elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdorini hisoblash mumkin. Elektroliz paytida ajralib chiqadigan moddalar miqdorini Faradey qonunlari asosida olingan formulalar yordamida hisoblanadi.

Faradeyning birinchi qonuniga binoan: elektroliz natijasida elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdori eritmada o'tgan elektr miqdori ($J \cdot t$) ga to'g'ri proporsionaldir.

Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdori shu modda (ion) larning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir. Modda miqdoriga tegishli bo'lgani uchun ikkala qonuni umumlashtirib elektrodalarda ajralib chiqadigan modda miqdorini hisoblash mumkin:

$$m = I \cdot t \cdot E / F$$

Bu yerda: m – ajralib chiqayotgan modda massasi, g; kg.

I – tok kuchi, A, t – vaqt, sekund

F – Faradey soni = 96500 Kl.

E – kimyoviy ekvivalent

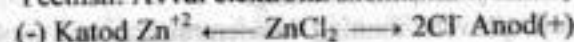
Bu formulani gazsimon moddalar uchun ham yozish mumkin;

$$V = I \cdot t \cdot V_e / F$$

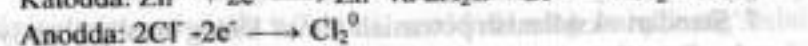
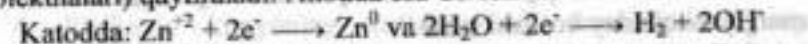
Bu yerda: V – ajralib chiqqan gazning hajmi, ml; V_e – ajralib chiqqan gazning ekvivalent hajmi. Formulalarda keltirilgan $I \cdot t$ ko'paytma eritmada o'tayotgan elektr miqdorini ifodalaydi va Q harfi bilan belgilanadi. Agar 1 Kl elektr miqdori elektrolizerdan o'tsa elektrodalarda $E = E/F$ miqdor modda ajralib chiqadi. Bunda E – moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deyiladi. Uning ma'nosi, eritmada 1 Kl elektr miqdori o'tganda ajralib chiqadigan moddalar massasidir.

Masala: Rux xlorid eritmasidan 1 soat davomida 0,6 amper tok kuchi o'tganda elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdorini hisoblang.

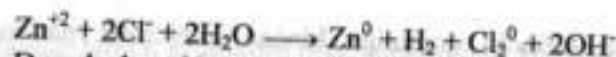
Yechish: Avval elektroliz sxemasini tuzamiz;



Bu tuz tarkibidagi Zn^{+2} kation oksidlanish potentsiali qatorida vodorod bilan Al o'rtasida joylashgan $E = -0,76$ v. Shu sababli katodda bir vaqtda rux ionlari va vodorod ionlari (aniqrog'i suv molekullari) qaytiriladi. Anodda esa Cl^- ionlari oksidlanadi:



Elektrolizning umumiy tenglamasi:



Demak, katodda rux metalli va vodorod, anodda esa xlor gazi ajralib chiqadi. Rux metallining massasini vodorod va xlor gaz holida chiqqani uchun ularning hajmini hisoblaymiz:

$$m_{\text{Zn}} = \frac{2 \cdot J \cdot t}{F} = \frac{32.5 \cdot 0.6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0.727 \text{ g}$$

$$V_{\text{H}_2} = \frac{V \cdot J \cdot t}{F} = \frac{11.2 \cdot 0.6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0.250 \text{ l}$$

$$V_{\text{Cl}_2} = \frac{V \cdot J \cdot t}{F} = \frac{11.2 \cdot 0.6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0.250$$

Ba'zi hollarda elektroliz natijasida ajralib chiqadigan modda miqdori nazariy hisoblangandan kam bo'ladi. Buni miqdoriy tomondan xarakterlash uchun elektrolizning tok bo'yicha unumi degan tushuncha kiritilgan. Tok bo'yicha unum η - harfi bilan belgilanib quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \frac{m_{\text{tajriba}}}{m_{\text{nazariy}}} \cdot 100\%$$

Bunda: m_{tajriba} – tajribada ajralib chiqqan modda massasi.

m_{nazariy} – shu moddaning nazariy hisoblanganda ajralib chiqishi kerak bo'lgan massasi.

Takrorlash uchun savollar.

1. Metall elektrodlar nima? Ularning oksidlanish potentsiali deganda nimani tushunasiz?
2. Oksidlanish (qaytarilish) potentsiali qanday yuzaga keladi?
3. Nernst formulasini yozib, uni izohlang.
4. Potensial hosil qiluvchi ionning konsentratsiyasi «1 mol/l» bo'lsa, bu elektrod potentsiali qanday nomlanadi?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining E.YU.K. i qanday hisoblanadi va reaksiya to'g'ri yo'nalishda borishi uchun u qanday shartni qanoatlantirishi kerak?
6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bajarilgan ish, Gibbs energiyasi qanday bo'lishi kerak?
7. Standart oksidlanish potentsiali nima? Uning amaliy ahamiyati nimadan iborat?

8. Vodorod elektrodi qanday ishlaydi, u nima maqsadda qo'llaniladi?

9. Galvanik element nima? U qanday ishlaydi?

10. Galvanik elementning E.Yu.K qiymati qanday hisoblanadi?

11. Korroziya va uning asosiy turlarining mohiyatini tushuntiring.

12. Korroziyadan himoyalashning asosiy turlarini izohlang.

13. Kimyoviy korroziya qanday faktorlarga bog'liq bo'ladi?

14. Elektrokimyoviy korroziya qanday faktorlarga bog'liq bo'ladi?

15. Elektrolizning mohiyati nimadan iborat?

16. Eritmada boradigan elektroliz uchun qanday (anod va katod) qoidalar bor?

17. Eruvchan anod elektrolizining mohiyatini tushuntiring.

18. CuSO_4 eritmasini ko'mir va mis elektrodleri ishtirokidagi elektroliz sxemalarini tuzing.

19. Elektrokimyoviy ekvivalentning ma'nosini tushuntiring.

20. Elektroliz natijasida ajralib chiquvchi moddalar massasi (hajmi) ni hisoblash formulalarini yozib, izohlang.

21. Tok bo'yicha unum nima? Uning ma'nosini tushuntiring.

TESTLAR

1. Termodinamikaning birinchi qonuni kim tomonidan va qachon kashf etilgan? Karno-1824, Meyer-1842., Bertlo-1825., *Lomonosov-1718.

2. Qanday termodinamik sistema ochiq sistema deyiladi?

1* Tashqi muhit bilan energiya va modda almashinuvchi, 2. Faqat energiya almashinuv-chilar. 3. Faqat energiya almashmaydiganlar. 4. Energiya bilan ham, modda bilan ham almashmaydiganlar.

3. Deyarli hamma kimyoviy reaksiyalarda issiqlik holidagi energiya yutiladi yoki chiqariladi, uning miqdoriga nima deyiladi? 1. Erish issiqligi. 2. *Issiqlik effekti. 3. Neytrallanish issiqligi. 4. Hosil bo'lish issiqligi.

4. Fizikaviy kimyoning va kimyoviy termodinamikaning reaksiyalarining issiqlik effektini, modda-larning issiqlik sig'imini

o'rganadigan bo'limga nima deyiladi? 1. *Termodinamika. 2. Elektrokimyo. 3. Termokimyo. 4. Kimyoviy kinetika.

5. Issiqlik effekti odatda reaksiyaga kirishayotgan necha mol modda uchun olinadi? 1. *1 mol modda uchun. 2. 2 mol modda uchun. 3. 3 mol modda uchun. 4. 4 mol modda uchun.

6. Oddiy moddalardan 1 mol murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik shu murakkab moddaning qanday issiqligi deyiladi? 1. Neytrallash issiqligi. 2. *Hosil bo'lish issiqligi. 3. Yonish issiqligi. 4. Erish issiqligi.

7. Reaksiya issiqlik effektini jarayon bosib o'tgan yo'liga bog'liq emasligini 1836 yilda qaysi olim tajribada aniqlagan? 1. Lomonosov. 2. Butlerov. 3. *Gess. 4. Beketov.

8. Reaksiya davomidagi issiqlik effektini aniqlash uchun boshlang'ich moddalar va mahsulotlarning qanday issiqligini bilish kerak? 1. Neytrallash issiqligini. 2. Hosil bo'lish issiqligi (standart hosil bo'lish issiqligi). 3. Yonish issiqligi. 4. *Erish issiqligini.

9. Qanday jarayonlarda reaksiyaning issiqlik effekti ichki energiya-ning o'zgarishiga teng bo'lib, jarayonning borish yo'liga bog'liq emas. 1. *Izoxorik jarayonida. 2. Izobarik jarayonda. 3. Izotermik jarayonda. 4. Adiabatik jarayonda.

10. Qaysi jarayonda issiqlik effekti sistema entalpiya-sining o'zgarishiga teng bo'lsa bu energiya zaxirasining o'zgarishi ichki energiya-ning o'zgarishiga va entalpiyaning o'zgari-shiga teng bo'ladi? 1. Izoxorik jarayonida. 2. *Izobarik jarayonda. 3. Izotermik jarayonda. 4. Adiabatik jarayonda.

XII. KOMPLEKS BIRIKMALAR

Kompleks birikmalar Ma'lumki kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida barcha atomlar o'z valentliklariga muvofiq ma'lum sondagi kimyoviy bog'larni hosil qiladilar.

Lekin shunday birikmalar borki, ularda atomlar valentlik tushunchasiga «bo'ysunmay» o'z valent imkoniyatlaridan ortiq kimyoviy bog'lanishlar hosil qiladilar.

Masalan: $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$; $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$; $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ va hokazo. Bunday «odatdan tashqari» moddalar o'ziga xos kimyoviy, fizikaviy xossalarga ega bo'lishi bilan ranglari bilan ham farq qiladilar. Bir element Co – kobalt Cl va NH_3 bilan quyidagi turli rangdagi birikmalarni hosil qiladi:

$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ sariq; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ to'q qizil (purpur); $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ yashil; $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ binafsha (fioletoviy) rangli.

O'ziga xos bunday moddalarni *kompleks birikmalar* deyiladi.

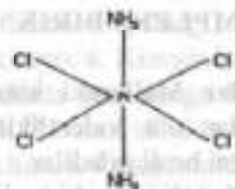
Kompleks birikma deb, qattiq holatda va eritmalarda mustaqil mavjud bo'la oladigan va tarkibida kompleks ion saqlagan murakkab birikmalarga aytiladi.

Kompleks birikmalar elementlarning asosiy valentligidan tashqari qo'shimcha valentliklar namoyon qilishi natijasida hosil bo'ladi. Kompleks birikmalarning mavjudligi va ularning hosil bo'lishi to'g'risidagi dastlabki koordinatsion nazariyani A. Verner va S. Yergensen yaratgan. Shuning uchun A. Verner (1913-yilda) kimyo fani sohasida Nobel mukofoti berilgan.

Yuqoridagi olimlarning aniqlashicha, har qanday kompleks birikma markaziy – ion (atom) (M) dan va bir necha ligand-L (addent) dan iborat bo'ladi.

Har bir kompleks hosil qiluvchi ion oksidlanish darajasi (+n) va koordinatsion soni bilan xarakterlanadi. Markaziy ioning oksidlanish darajasi – shu ioning ayni paytdagi zaryadiga tengdir. Markaziy ioning koordinatsion soni – kompleks birikmada markaziy ioning ligandlar bilan hosil qilgan umumiy bog'lanishlar sonidir.

M: $\text{K}_2[\text{PtCl}_4(\text{NH}_3)_2]$ kompleks birikmada Pt – markaziy ion, oksidlanish darajasi +2, koordinatsion soni $4(\text{Cl}) + 2(\text{NH}_3) = 6$ ga teng, ya'ni Pt^{+2} ion 4 ta Cl ion va 2 NH_3 molekulasini bilan 6 ta kimyoviy bog' hosil qilgan:



Markaziy ion koordinatsion sonining qiymati shu ion radiusiga oksidlanish darajasiga, atom orbitallarining gibridlanish turiga, ligandning tabiati va dentatligiga bog'liq bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda oksidlanish darajasi +1 bo'lgan (Ag^+) ionlarning koordinatsion soni - 2, oksidlanish darajasi +2 va +3 bo'lgan (Hg^{+2} , Zn^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+3} , Fe^{+2} , Cr^{+3} , Al^{+3} , Co^{+3} , Ni^{+2} , Ni^{+3} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Pt^{+2} , Pd^{+2}) ionlarning koordinatsion soni 4, 5, 6, oksidlanish darajasi +4 va +6 bo'lgan ionlar (Pt^{+4} , Pd^{+4} , Ir^{+4} , Os^{+4} , Ru^{+4} , MoO_2^{+2} , WO_2^{+2}) ning koordinatsion soni 6, 8 va ba'zan 12 gacha etishi mumkin.

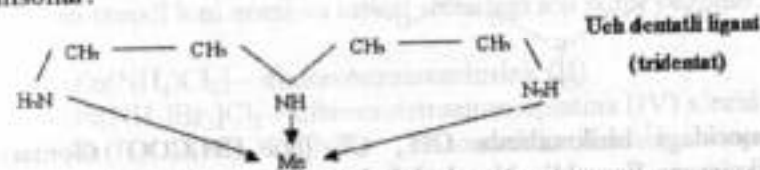
Kompleks birikmalarning asosiy tarkibiy qismlaridan biri ligandlardir. Ligandlar - bular atomlarida bir yoki bir necha (kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan) elektron jufti bo'lgan manfiy zaryadli ionlar (Cl^- , Br^- , I^- , F^- , CNS^- , CN^- , OH^- , SO_3^{+2} , NO_2^- , CO_3^{+2} , S^{+2} , CH_3COO^- , HCOO^-) va neytral molekullar (H_2O , NH_3 , CO , NO , C_6H_6 , C_2H_2 , $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$ - dimetilamin, $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ - etilendiamin, $\text{R}(\text{Ph})_3$ - trifenil fosfin va yana boshqa tarkibida azot, kislorod, oltingugurt atomlari saqlagan ko'pchilik moddalardir. Kompleks birikma hosil bo'lishida bu ion va molekullar markaziy ion bilan ham kovalent (yoki ion) bog'lanish, ham koordinatsion bog'lanish hosil qiladilar va markaziy ion koordinatsion sonining ma'lum qismini band qiladilar.

Har bir ligandning markaziy atom koordinatsion sonining qancha (nechta) sini band kila olish xususiyati *dentatlik* deyiladi.

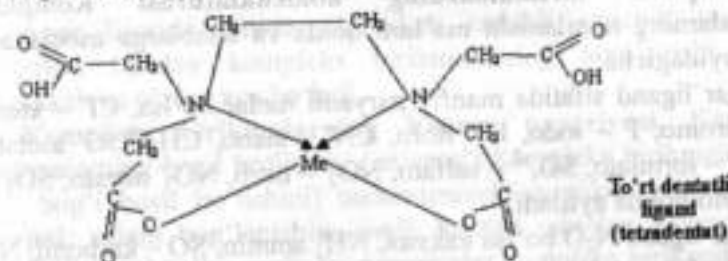
Yuqorida keltirilgan ligandlardan: Cl^- , Br^- , I^- , F^- , CN^- , NO_2^- , NO_3^- , ionlari, NH_3 , CO , NO , H_2O , $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$ kabi molekula kompleks birikmada markaziy ionning 1 ta koordinatsion sonini band qiladi va bular monodentat ligandlar deyiladi.

SO_4^{+2} , CO_3^{+2} , $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO}^-$ kabi ion va molekullarda ikkita valentlik bo'sh yoki 2 ta va undan ortiq taqsimlanmagan elektronlar jufti bo'lgani uchun bir vaqta 2 ta koordinatsion joyini band qiladilar, ular bidentat ligandlar deyiladi.

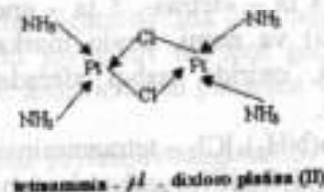
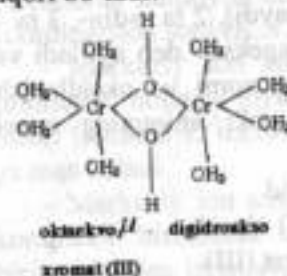
Shunday molekullar ham borki ular tarkibida 2 va o'ndan ortiq donor atomlar bo'lgani uchun ko'p dendentlik namoyon qiladilar. Bunday ligandlarni polidentat ligandlar deyiladi. Bunday ligandlarga misollar:



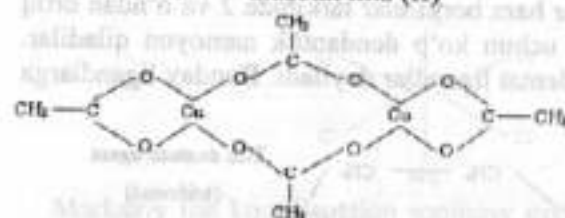
Polidentat ligandlarni «komplekson» lar ham deyiladi. Shunday kompleksonga etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi ham tegishli bo'lib, uning kompleksi quyidagicha:



Ba'zi hollarda bir markaziy ionga koordinatsiyalangan (bog'langan) ligand ayni vaqtda boshqa markaziy ion bilan ham koordinatsiyalanadi. Bunda ligand ikkala ionni bog'lovchi «ko'pri» vazifasini o'taydi. Shu sababli bunday ligandlarni «ko'priksimon» (mostikovyy) ligandlar deyiladi. Ularning dentatligi 2 va undan yuqori bo'ladi:



Diasetato- μ -diasetat mis (II)



Yuqoridagi birikmalarda OH, Cl⁻ va CH₃COO⁻ 0ionlari «ko'priksimon» liganddir. Nomlashda ko'priksimon ligandlar oldiga – belgisi kuyilib, keyin ligand nomiga «O» qo'shimchasi qo'shilib aytiladi.

Kompleks birikmalarning nomenklaturasi Kompleks birikmalarning nomlanishi ma'lum qoida va talablarga asoslanadi. Ular quyidagicha:

Agar ligand sifatida manfiy zaryadli ionlar bo'lsa, Cl⁻ – xloro, Br⁻ – bromo, I⁻ – iodo, F⁻ – floro, CN⁻ – siano, CH₃COO⁻ asetato, NSOO⁻ – formiato, SO₄²⁻ – sulfato, NO₂⁻ – nitro, NO₃⁻ nitrato, SO₃²⁻ – karbonato holida aytiladi.

Agar ligand N₂O bo'lsa «akva», NH₃ ammin, SO – karbonil, NO – nitrozo deb nomlanadi.

Agar bir xil metall ioni turli oksidlanish darajasida kompleks birikma tarkibiga kirs, past oksidlanish darajasidagi birikmada shu metall-ioni nomiga «IT», yuqori oksidlanish darajasida – «AT» qo'shimchasi qo'shib aytiladi.

Umuman, kompleks birikmalarni nomlashda avval ligand soni (1 ta bo'lsa – mono (yoki ba'zan soni aytilmaydi), 2 ta – «di», 3 ta – «tri», 4 ta – «tetra», 5 ta – «penta», 6 – «geksa» deb aytiladi va yoziladi) va nomi, keyin markaziy ionning nomi va oksidlanish darajasi, oxirida tashqi sferadagi kation yoki anionning nomi aytiladi.

[Zn(NH₃)₄]Cl₂ – tetraamminsink (II) xlorid

[Al(H₂O)₆]Cl₃ – geksaakvoaluminium (III) xlorid

(NH₄)₃[Fe³⁺F₆] – ammoniy geksaftoroferrat (III)

K₄[Fe²⁺(CN)₆] – kaliy geksasianoferrit (II)

Na₃[Co(NO₂)₆] – natriy geksanitrokobaltat (III)

Agar kompleks ion tarkibiga ligand sifatida bir vaqtda neytral molekula va boshqa anionlar kirgan bo'lsa, avval manfiy-zaryadli ion soni va nomi, keyin neytral molekula soni va nomi yozilib, oxirida metall ioni nomi va tashqi sferadagi ion nomi yoziladi.

[Zn(NH₃)₄]Cl₂ – dixlorotetraamminsink (II)

[Pt(NH₃)Br₂]Cl₂ – dibromotetraamminplatina (IV) xlorid

[Cr(H₂O)₃(NH₃)Cl₃]NO₃ – dixlorotriakvoammin xrom (III) nitrat

Na₂K[Co(NO₂)₄(H₂O)₂] – tetranitrodiakvokobaltat (III) dinatriy kaliy

Agar ligand sifatida murakkab tarkibli organik moddalar ishlatilsa, bunday kompleks birikmalarning nomlanishi ancha murakkab va o'ziga xos bo'ladi.

Kompleks birikmalarning Verner nazariyasi. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishini (aniqrog'i kompleks birikmalarda M – L bog'i hosil bo'lishini) tushuntiruvchi quyidagi uch nazariya mavjud: valent bog'lanishlar usuli, kristall maydon nazariyasi va molekulyar orbitallar usuli. Bu nazariyalar kompleks birikmalarda M – L bog'larining hosil bo'lishi, ularning tuzilishi, spektral va boshqa fizik-kimyoviy xossalarni tushunib olishda asosiy urinni egallaydi.

Ma'lumki, kompleks birikmalar hosil bo'lishi to'g'risidagi dastlabki nazariya A.Vernerga tegishli bo'lib, uning asosiy qoidalari:

- Metall ionlari asosiy valentligidan tashqari qo'shimcha valentliklar namoyon etadi va ularning yig'indisi markaziy ionning koordinatsion soni (K.S.) deyiladi.

- Markaziy ion atrofida barcha ligandlar ma'lum masofada simmetrik holatda joylashadilar. Bu joylashuv ma'lum geometrik Shakl (tetraedrik, tekis olti burchak, asosi kvadrat piramida va h.k.) ga mos keladi.

- Markaziy ion atrofida ligandlar joylashuvining tartibi har bir kompleks birikmada turlicha bo'lishi mumkin. Bu kompleks birikmalarning izomeriyasi deyiladi.

Lekin, A.Verner nima sababdan ayni bir markaziy ion ba'zan 4 ga, ba'zan 6 ga teng koordinatsion son namoyon etishini va komplekslarning ayrim xossalarni tushuntira olmadi. Bu savollarga valent bog'lanishlar usuli javob beradi.

Valent bog'lanishlar usuli. Kimyoviy bog' hosil bo'lishining kvant-kimyoviy tasavvurlariga asoslanib, Lyuis kimyoviy bog' elektronlar jufti vositasida hosil bo'ladi, bunda har bir atom bir (yoki bir nechta) tok elektronini beradi, degan fikrni bildirdi (1916). Bunday bog'lanish kovalent bog'lanish deyiladi. Bu nazariyani (1927) Geytler va London kvant mexanik hisoblar bilan tasdiqlab, bog'lanish antiparallel ($\uparrow$), ($\downarrow$) spinli elektronlarni juftlashuvi ($\uparrow\downarrow$) tufayli hosil bo'ladi, degan nazariyani aytdilar. Bu nazariyalarni Poling va Sleter ko'p elektronli atomlar uchun qo'llab, bu nazariyaga kimyoviy bog'lanishning «valent bog'lanishlar (VB) nazariya»si nomini berdilar.

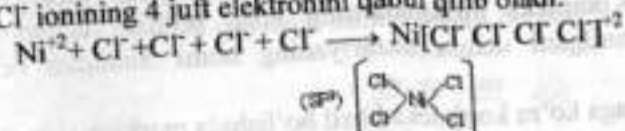
Bu nazariyani L. Poling kompleks birikmalar hosil bo'lishini tushuntirishga kulladi. Uning fikricha har qanday kompleks Lyuis asosi (elektronlar juftini beruvchi zarrachalar – ligandlar L) va Lyuis kislotasi (bo'sh elektronlar orbitallari bo'lgan metall ionlari -M) ta'siridan hosil bo'luvchi moddalardir. M va L o'rtasida kovalent bog' (M – L) hosil bo'ladi. Ligandlar kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan (taqsimlanmagan) elektron juftini metallning bo'sh elektron orbitaliga «kuchiradi» (donor-akseptor ta'siri). Metall – ionida nechta bo'sh orbital bo'lsa shuncha elektron juftini qabul kila oladi. Bu orbitallar asosan M ning tashqi elektron orbitallarining o'zaro qo'shilib ketishi – gibridlanishi natijasida hosil bo'lgan fazoda ma'lum yo'nalish va energiyaga ega bo'lgan «gibrid» orbitallar deyiladi. Markaziy ion koordinatsion soni va kompleksning tuzilishi ana shu gibridlanishda ishtirok etuvchi (s, p, d) orbitallarining turi va soniga bevosita bog'liq bo'ladi.

Markaziy ion valent orbitallarining gibridlanish turi va molekularning tuzilishi (konfiguratsiyasi)

Ion yoki molekula	Gibridlanish turi	Molekularning tuzilishi
MX_2	Sp	Chiziqli
MX_3	sp^2	Uchburchak
MX_4	sp^3 yoki sd^3	Tetraedr
	dsp^3	Tekis kvadrat
MX_5	dsp^3 yoki sp^3d	Trigonal bipiramida
	d^2sp^3	Tetragonal piramida
MX_6	d^2sp^3 yoki sp^3d^2	Oktaedr

Bu nazariyani isboti sifatida quyidagi komplekslarni hosil bo'lishini ko'rib chiqaylik:

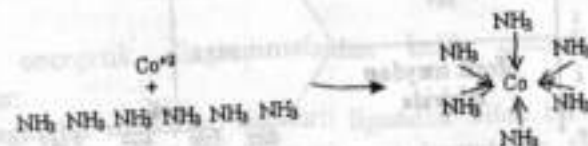
$Ni^{2+} + 4Cl^- \rightarrow [NiCl_4]^{2-}$ kompleks ion hosil bo'lishida elektron tuzilishi $3d^8 4s^0 4p^0$ bo'lgan Ni^{2+} ion 1 ta 4s va 3 ta 4p bo'sh orbitallarini gibridlanishi (sp^3) tufayli hosil bo'lgan 4 ta orbitalga 4 ta Cl^- ionining 4 juft elektronini qabul qilib oladi:



Hosil bo'lgan kompleks ionda Ni ning gibridlanish turi sp^3 bo'lgani uchun, molekulaning tuzilishi tetraedrik ko'rinishda bo'ladi. Bog'lanishda ishtirok etmagan 3d – orbitalda 2 ta tok spinli elektronlar bo'lgani uchun $[NiCl_4]^{2-}$ kompleks ion paramagnit xususiyatga ega bo'ladi.

Quyidagi Co^{3+} ionini NH_3 – molekulari bilan hosil qiladigan kompleksni ko'rib chiqadigan bo'lsak, Co^{3+} ionning elektron tuzilishi $3d^6 4s^0 4p^0$ ko'rinishda bo'lib, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ kompleksi hosil bo'lishida avval 3d holatdagi 4 ta toq spinli d-elektronlar o'zaro juftlashadi va 2 ta 3d – orbital bo'sh bo'lib qoladi. Bu 2 ta bo'sh 3d-orbital, 1 ta 4s va 3 ta 4p orbital (hammasi 6 ta) o'zaro gibridlanib 6 ta d^2sp^3 – gibrid orbitallarni hosil qiladi.

Bu gibrid orbitallarga 6 ta NH_3 – molekulasidagi 1 juftdan elektronlar ko'chishi natijasida 6 ta Co-N donor-akseptor bog'i hosil bo'ladi:



$[Co(NH_3)_6]^{3+}$ da barcha Co – N bog'lari bir xil energiya va uzunlikka ega, molekulaning tuzilishi – oktaedrik. 3d – orbitalda tok spinli elektronlar bo'lmagani uchun kompleks diamagnit xossaga ega.

Lekin bu nazariya komplekslarning o'ziga xos tuzulishini spektral va magnit xossalarni to'liq tushuntira olmaydi. Bu savollarga ligandlarning «kristall maydon nazariyasi» to'liq javob beradi.

Kristall maydon nazariyasi. Bu nazariya dastlab kristall moddalarning xossalari tushuntirish uchun qo'llanilgan.

Lekin, bu nazariyani barcha geometrik to'g'ri joylashgan o'zaro elektrostatik ta'sirlashuvchi zarrachalarni o'z ichiga olgan sistemalar uchun ham qo'llash mumkin, shu jumladan kompleks birikmalar uchun ham. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishi uchun bu nazariya qo'llanilgani uchun nazariyaning nomi Shundan kelib chiqqan.

Bu nazariyaga ko'ra kompleks hosil bo'lishida markaziy ion (M) bilan ligandlar (L) o'rtasida elektrostatik ta'sir yuzaga kelib ion bog'lanishli modda hosil bo'ladi. Lekin bunda, klassik elektrostatik ta'sirdan farqli ravishda, «ligandning elektrostatik maydoni faqatgina markaziy ion elektronlarining energetik holatigagina ta'sir etadi» – degan tushunchaga kelish kerak. Bu nima degani?

Ma'lumki, d elementlarda 5 ta d – elektron orbitali bo'lib, bu orbitallar erkin ion (M^{n+}) da energiyalari jihatidan bir xil, ya'ni «ayniy» orbitallardir. Agar shu ion simmetrik tekis joylashgan manfiy zaryaldi zarrachalarning ta'sir maydoniga «tushsa» bu orbitallarning ayniyligi buzilmaydi. Mabodo nosimmetrik maydon (oktaedrik, tetraedrik) ta'sirida bo'lsa bu ayniylilik quyidagicha buziladi:



Ma'lumki $d_{x^2-y^2}, d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{z^2}$ orbitallardan ayrimlari fazoda ma'lum o'qlar (yoki tekislik) bo'ylab $d_{x^2-y^2}, d_{xy}$ joylashgan. Ba'zilari d_{xz}, d_{yz}, d_{z^2} faqatgina o'qlar orasidagi fazoda (burchak bissektoralari bo'ylab) joylashgan. Qutbli molekula (zarracha) ta'sirida $d_{x^2-y^2}, d_{xy}$ orbitallar kuchli ta'sirlashadi, d_{xz}, d_{yz}, d_{z^2} orbitallar kuchsizroq ta'sirlashadi. Shunda ularning energiyalari o'zgaradi (yuqoridagi sxema)

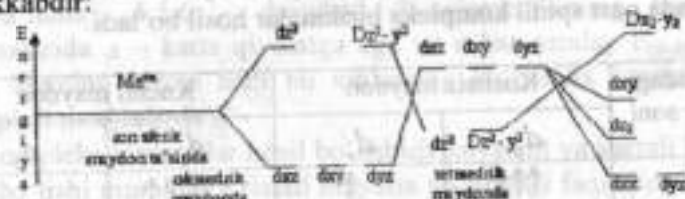
$\Delta_{okt} = d_e - d_t$ bo'lib, Δ_{okt} – «tarqalish» yoki «yeyilish» energiyasi deyiladi. (Δ ning qiymati 1 ev < Δ < 4 ev) oraliqda bo'ladi.

Agar M^{n+} ionga 3 tetraedrik holatda joylashgan L- lar ta'sir etsa, u holda ko'proq dxz, dxz, dyz orbitallar kuchli energetik o'zgarishga uchraydi va bunda quyidagi sxema o'rinni bo'ladi:



Umuman, d – orbitallarning qanday darajada «tarqalishi» kompleksning tuzilishiga, markaziy ion va ligandning tabiatiga bog'liq.

Kvadrat maydon ta'siri. Bu ta'sirning energiyasi Δ_{okt} dan ham ancha yuqori va d- orbitallarning yoyilishi mexanizmi ancha murakkabdir:



Bu energetik diagrammalardan kelib chiqadigan asosiy xulosalar:

a) agar bir markaziy ion turli ligandlar bilan bir xil tuzilishli kompleks hosil qilsa, Δ ning qiymati ligandning ta'sir kuchiga bog'liq bo'ladi. Buni quyidagi qatorda ko'rish mumkin (Ligandlarning spektrokimyoviy qatori).

$CO > CN > NO_2^- > NH_3 > NCS^- > O_2H^- > OH^- > F^- > Si^- > Br^- > I^-$

b) Markaziy ionning zaryadi (+n) ortishi bilan bir xil tuzilishli va bir xil tarkibli komplekslarda Δ – ortadi.

v) Bir xil komplekslar uchun markaziy ionning (tartib raqami (Z) yadro zaryadi gruppachada ortishi bilan (3d 4d 5d 6d) Δ ning qiymati ham shu tartibda ortadi. Chunki, 3d – orbital ga nisbatan 4d,

5d, 6d orbitallar yadroday uzoqda joylashgan va shu sababli L bilan kuchli itarilishiga va ta'sir energiyasining ortishiga olib keladi.

Yuqori va past spinli kompleks birikmalar. Kristall maydon nazariyasi kompleks birikma magnit va spektral xususiyatlarini juda oddiy va yaqqol ko'rsatib beradi.

Kompleks birikmalarning xossalari asosan L bilan M^{n+} ning o'zaro ta'siri natijasida d-orbitallarining «yeyilish» energiyasi Δ va d-orbitaldagi elektronlarning o'zaro ta'sir energiyasi E_{d-d} qiymatiga bog'liq:

- agar elektronlarning o'zaro itarilishi energiyasi yeyilish energiyasidan katta bo'lsa, kompleks hosil bo'lishda d-orbitallar avval bittadan elektronlar bilan, keyin ikkinchi elektronlar bilan to'lib boradi. Buni *kuchsiz maydon ta'siri* deyiladi. Bunda yuqori spinli kompleks birikmalar hosil bo'ladi.

- agar «yeyilish energiyasi» elektronlarning o'zaro ta'sir energiyasidan katta bo'lsa, kompleks hosil bo'lishida avval kam energiyali d-orbitallar elektronlar bilan to'lib, keyin yuqori energiyali d-orbitallar to'lib. Buni *yuqori maydon ta'siri* deyiladi.

Bunda past spinli kompleks birikmalar hosil bo'ladi.

d-holatdagi el-nlar soni	Kuchsiz maydon		Kuchli maydon	
	d_x	d_y	d_x	d_y
4	↑↑↑↑	↑	↑↓↑↑	
5	↑↑↑↑	↑↑	↑↓↑↓	
6	↑↓↑↑	↑↑	↑↓↑↓	
7	↑↓↑↓	↑↑	↑↓↑↓	↑
8	↑↓↑↓	↑↑	↑↓↑↓	↑↑
9	↑↓↑↓	↑↓↑	↑↓↑↓	↑↓↑
10	↑↓↑↓	↑↓↑	↑↓↑↓	↑↓↑

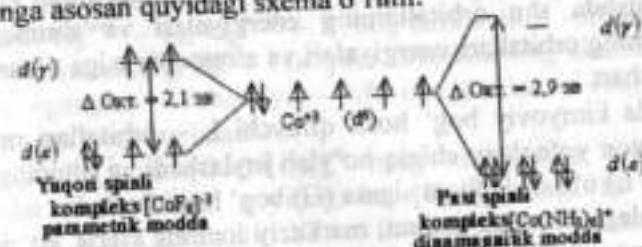
Yuqoridagilarga asoslanib:

$[\text{CoF}_6]^{3-}$ (I) va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ (II) kompleks ionlari hosil bo'lishini ko'rib chiqsak: $E_{(d-d)}$ – Co^{3+} ionidagi d- elektronlarning itarilishi energiyasi, $E_{(F-\text{Co})}$ – ligand (F) ta'sirida d-orbitallarining

yoyilishi, $E_{(\text{NH}_3-\text{Co})}$ – ligand (NH_3) ta'sirida d-orbitallarining yoyilishi energiyasi bo'lib ularning qiymati quyidagicha: $E_{(d-d)} = 251 \text{ kJ/g}$; $E_{(F-\text{Co})} = 156 \text{ kJ}$; $E_{(\text{NH}_3-\text{Co})} = 265 \text{ kJ/mol}$

Bu qiymatlarni solishtirib qarasak: ya'ni, I uchun $E_{(d-d)} > E_{(F-\text{Co})}$; II uchun $E_{(d-d)} < E_{(\text{NH}_3-\text{Co})}$ bo'ladi.

Shunga asosan quyidagi sxema o'rinli:



Shunday diagramma So^{+2} bilan N_2O va CN hosil qilgan birikmalar uchun ham taallukli.

Co^{+2} (d^7) ning $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kompleks ionida 3 ta tok spinli elektron va $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$ da 1 ta tok spinli elektron bor. Shuning uchun I-si yuqori spinli, II-si past spinli kompleks bo'ladi.

Ma'lumki, 4;5;6 – davrdagi d- elementlarning kompleks birikmalarida Δ – katta qiymatga ega va u har qanday $E_{(d-d)}$ – dan katta. Shuning uchun ham bu ionlarning ko'pchilik komplekslari past spinli moddalardir.

Kompleks birikmalar hosil bo'lishida kovalent va karrali bog'lar hosil bo'lishi mumkin. Kristall maydon nazariyasi faqatgina L bilan M ning elektrostatik ta'sirini nazarda to'tgani uchun kompleks birikma hosil bo'lishini tulakonli ochib berolmadi. Shu sababli bu nazariya kompleks birikmalarning barcha xossa va tuzilishi to'g'risida to'liq xulosa qilishga imkon bermaydi. Bu savollarga to'liq va aniq javob beruvchi nazariya kompleks birikma hosil bo'lishining «molekulyar orbitallar usuli» nazariyasidir.

Kompleks birikmalar hosil bo'lishini «molekulyar orbitallar usuli» nazariyasi. Ma'lumki, atom orbitallari o'zaro birikib molekulyar orbitallarni hosil qilish uchun;

- atom orbitallarining energiyalari o'zaro yaqin bo'lishi bu orbitallar ma'lum darajada qoplanishi
- molekula bog'lanish chizigiga nisbatan bir xil simmetriyaga ega bo'lishi kerak.

Bu shartlar asosida ko'p tarqalgan oktaedrik kompleks (ml_6) ning hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, d – elementlarda valent orbitalar vazifasini tashqi elektron qavatlaridagi ns va np hamda tashqi oldingi qavatda (p-1) d – orbitalar bajaradi. Bu elementlar L – ligandlar bilan kompleks hosil qilishda shu orbitalarning energiyalari va simmetriyalari ligandlarning orbitalari energiyalari va simmetriyasiga o'zaro yaqin bo'lishi shart.

Bunda kimyoviy bog' hosil qiluvchi L – orbitalari markaziy ionga tomon yo'nalgan chiziqli bo'ylab joylashadi va Shuning uchun ular (M – L) o'rtasida faqat sigma (G) bog' hosil bo'ladi.

Quyidagi sxemaga asosan, markaziy ionning sferik ko'rinishiga ega bo'lgan s – orbitali:

a) 6 ta L – larning 2 ta orbitalini koplaydi. Natijada ikki markazli 2 ta molekulyar G – orbital ($G_s^{(bog')}$ va $G_s^{(bo'sh)}$) larni hosil qiladi.

b) Markaziy ionning 3 ta 3p – orbitali ligandlarning x,y,z-o'qi yo'nalishi bo'ylab joylashgan orbitalarini to'playdi. Bu uch markazli 3 tadan

bog'lovchi va bo'shahtiruvchi orbitalar ($G_p G_s^{(bog')}$, $G_y^{(bog')}$, $G_z^{(bog')}$ va $G_s^{(bo'sh)}$, $G_y^{(bo'sh)}$, $G_z^{(bo'sh)}$) paydo bo'lish olib keladi.

v) d_{xy} va d_{yz} orbitalar ligandlarning ularga tomon yo'nalgan orbitalari bilan koplanib ikkitadan – molekulyar orbital ($G^{(bog')}$, $G^{(bo'sh)}$ va $G^{(bo'sh)}$, $G^{(bo'sh)}$) larni hosil qiladi.

$x_2 - y_2$, z_2 , $x_2 - y_2$, z_2

g) Elektron bulutlar burchaklarning bissektrisalarini bo'ylab yo'nalgan 3 ta d (d_{xy} , d_{xz} va d_{yz}) orbitalar atomlarning chiziqli kombinatsiyasida ishtirok etolmaydi. Chunki, P – bog'lanishsiz oktaedrik komplekslarda bu orbitalar bir markazli bog'lamovchi orbitalar vazifasini bajarib, asosan, markaziy atomda «lokal» lashgan bo'ladi.

Bunday orbitalarni π_d (π_{xy} , π_{xz} , π_{yz}) holida belgilaymiz.

Yuqorida aytilgan fikrlarni bu orbitalarning energetik holatini xarakterlovchi molekulyar orbitalarning energetik diagrammasi ko'rinishida ifodalash va izohlash mumkin. Buni $[CoF_6]^{3-}$ va $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ misolida ko'rib chiqamiz.

Molekulyar orbitalarni «ayniylik» darajasiga ko'ra quyidagicha belgilanadi:

A – bir marta ayniy; E – ikki marta ayniy, T – uch marta ayniy. Shunga ko'ra G_s – molekulyar orbitalarni $G_s^{(bog')}$, A_{1g} , $G_s^{(bo'sh)}$ – A_{1g} holida; ikki marta ayniy bo'lgan G_d – molekulyar orbitalarni $G_d^{(bog')}$ – E_g , $G_d^{(bo'sh)}$ – E_g holida; uch marta ayniy bo'lgan G_p – molekulyar orbitalarni $G_p^{(bog')}$ – t_{1g} , $G_p^{(bo'sh)}$ – t_{1g} bog'lamovchi d – orbitalarni t_{2g} holida belgilanadi. 1_g, 2_g, 1_g belgilar orbitalarning simmetriyasini bildiradi. «garade» – «chetniy» – juft; «ungerade» – «nечetniy» – toq degan ma'noni anglatadi.

Bu $[CoF_6]^{3-}$ va $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ning molekulyar orbitalarida elektronlar taqsimlanishi quyidagicha: $[CoF_6]^{3-}$ dagi 18 ta valent elektron (6 tasi Co^{3+} niki, 12 ta 6 ta F^- niki) lardan 12 tasi kompleksning 6ta G (bog') orbitalariga joylashadi va 6 ta M – L bog'larini hosil qiladi. Bu $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ da ham xuddi shunday. Lekin qolgan 6 ta elektronlar kompleksning bog'lamovchi Pd- va bo'shashtiruvchi $G(bo'sh)$ orbitalariga joylashadi: $(G_s^{(bog')})^2 (G_p^{(bog')})^6$

$(G_d^{(bog')})^4 (\pi_d)^4 (G_d^{(bo'sh)})^2$. Ammiakatli kompleksda esa G – molekulyar orbitalda elektron bo'lmaydi. Shuning uchun kam spinlik kompleks birikma hosil bo'ladi:

$$(G_s^{(bog')})^2 (G_p^{(bog')})^6 (G_d^{(bog')})^4 (\pi_d)^6 (G_d^{(bo'sh)})^0$$

Umuman, oktaedrik komplekslarda elektronlarning

taqsimlanishi $(G^{(bog')})^{12}$ bo'lib, asosiy farq va π_d va G bo'sh orbitalarda kuzatiladi. Δ – ning qiymati bu orbitalardagi elektronlar soniga bog'liq.

Ba'zi hollarda $(G^{(bog')})^{12} (\pi_d)^3$ yoki $(G^{(bog')})^{12} (\pi_d)^6$ elektron taqsimoti ham kuzatiladi. Agar Δ – ning kichikroq qiymatida $(G^{(bog')})^{12}$

$(\pi_d)^3 (G^{(bo'sh)})^2$ elektron konfiguratsiyalari oktaedrik komplekslari ham hosil bo'ladi.

Molekulyar orbitalar usuli kompleks birikma hosil bo'lishining barcha tomonlarini hisobga olgan usuldir. Bu usul valent bog'lanishlar usuli va kristall maydon nazariyasini umimlashtirgan nazariya holida ham qaratiladi.

Molekulyar orbitallar usuli nuqtaiy-nazaridan ligandlarning spektroskopik qatori. Ma'lumki markaziy ion bilan ligandlar qanchalik kuchli bog'lansa kompleks birikma shunchalik barqaror bo'ladi. Buning uchun metallning atom orbitallari bilan L – ning atom orbitallari o'zaro kuchli qoplanishi, ya'ni hosil bo'ladigan kompleksning bog'lovchi orbitallari bilan bo'shashtiruvchi (yoki bog'lamovchi) orbitallari energiyalari o'zaro ko'p farq qilish nart. Bu o'z navbatida Δ – ning qiymatini ortishiga, Boshqacharoq aytganda M-L o'rtasida – G bog'ining kuchi ortishiga olib keladi.

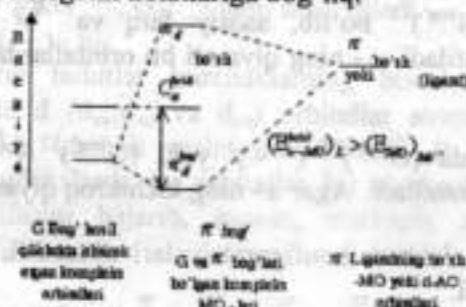
Bulardan tashqari Δ ning qiymatiga M-L o'rtasida – bog'i hosil bo'lishi ham ta'sir etadi.

π bog'lanish qanday hosil bo'ladi?

Agar L -da bo'sh yoki to'lgan elektron orbitalari bo'lsa va simmetriyasi shartiga muvofiq M-ning d_{xy} , d_{xz} , d_{yz} orbitallari bilan qoplanishi mumkin bo'lsa, u holda kompleksning MO – larning energetik diagrammasida G – MO lar bilan birgalikda π – MO lar ham hosil bo'ladi.

π bog'lanish p va d orbitali bo'lgan yoki $\pi_{\text{bog'}}$; $\pi_{\text{bo'sh}}$ – MO lari bo'lgan ikki yadroli molekular ishtirokida hosil bo'ladi.

Quyidagi sxemadan ayonki, d orbitallarning π – MO lar hosil bo'lishida ishtirok etishi Δ – qiymatining o'zgarishiga olib keladi. Bu o'zgarish M ning va kombinatsiyada ishtirok etuvchi L lar orbitallarining energetik holatlariga bog'liq.



Ko'rinib turibdiki, π – bog'i hosil bo'lishida energiyasi jihatidan kompleksning MO -dan yuqori holda joylashgan ligand (d ; $\pi_{\text{bo'sh}}$) orbitallari



ishtirok etsa, Δ – ning qiymati ortadi. Bunda ($\pi_{\text{bog'}}$) orbitallari hosil bo'lishda metallning elektron buluti qisman ligandlarning orbitallariga siljiydi va ML holdagi π – dativ bog'lanish hosil bo'ladi. Agar quyidagi sxemaga mos keluvchi holat kuzatilsa:

π bog'lanishda energiyasi $d\varepsilon$ - orbitallarning energiyasidan kam energiyaga ega bo'lgan ligand orbitallari (π yoki $\pi_{\text{bog'}}$) ishtirok etsa, ning qiymati kamayadi. Bunda kompleks MO lari hosil bo'lishida ligandning elektron zichligi bir qism M -ning orbitallariga siljiydi, bu ML o'rtasida donor – akseptor ta'sir (bog'lanish) ga olib keladi.

Shulardan xulosa qilib, ML o'rtasida 2 xil – bog'lanish:

π – dativ

π – donor-akseptor



donor akseptor
bosil bo'lishi mumkin.



akseptor donor

Yuqoridagilarga asosanib, π - akseptorlik xossasiga ega bo'lgan ligandlar ta'sirida Δ - yoyilishi qiymati ortadi, agar π – donor ligandlar ta'sirida esa Δ – kamayadi, degan xulosaga kelishi mumkin.

Umuman, ligandlarni quyidagi G – va π - donor-akseptor turlariga bo'lish mumkin:

G – donor : NH_3 ; N_3R ; NCS^- ;

G, π -donor : F^- ; OH^- ; H_2O ; ROH ; R_2O ;

kuchsiz π akseptorlik xossali:

G, π – donor: SI^- ; Br^- ; I^- ; SH^- ; SCN^- ;

G-donor, π -akseptor: CN^- ; CO ; NO ; PR_3 ; NO_2^-

π -donor π -akseptor: C_6H_6 ; C_2H_4 .

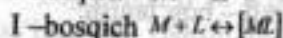
Kompleks birikmalarning barqarorligi. Kompleks birikmalar turli erituvchilarda eriganda ularning eritmaları hosil bo'ladi. Ba'zi hollarda kompleks birikmalarni sintez qilish eritmada olib boriladi. Kompleks birikmalarning eritmalaridagi holati o'ziga xos bo'lib, bu eritmada ular o'zlarini ko'p negizli elektrolitlar singari o'tadilar. Ularning eritmada erishi, dissotsiyanishi yoki, aksincha, hosil bo'lishi ko'p bosqichli qaytar reaksiyalardan iborat bo'ladi.

Umumiy holda eritmada kompleks hosil bo'lishi $M + nL \rightleftharpoons [ML_n]$ tenglama bilan ifodalanib, bu reaksiyaga massalar ta'siri qonunini qo'llasak:

$$K = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n} \quad K = [ML_n]/[M][L]^n \text{ bo'ladi}$$

K – kompleks hosil bo'lish reaksiyasining muvozanat doimiysi yoki kompleksning barqarorlik doimiysi K deyiladi va ko'pchilik hollarda β – harfi bilan ifodalanadi.

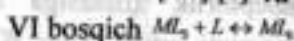
Kompleks birikmalarni hosil bo'lishi bosqichli xarakterga ega bo'lgani uchun yuqoridagi reaksiya uchun $[M(L)_6]$ - tarkibli kompleks bosqichma-bosqich hosil bo'lishining muvozanat doimiylari:



$$\beta = K_1 = \frac{[ML]}{[M][L]}$$



$$\beta_2 = K_1 \cdot K_2 = \frac{[ML_2]}{[M][L]^2} \text{ va hokazo}$$



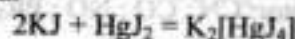
$$\beta_6 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = \frac{[ML_6]}{[M][L]^6}$$

Umuman, ML_n -kompleks birikmaning barqarorligi har bir bosqich barqarorlik doimiylalarining ko'paytmasiga tengdir:

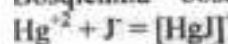
$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 \cdot \beta_5 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n} \text{ ko'rinishda yoziladi.}$$

Yuqoridagi umumiy tenglamaga mos keluvchi $[HgJ_4]^{2-}$ kompleks ioni hosil bo'lishi va uning K_{bek} ifodalarini yozib ko'raylik:

Umumiy tenglama:



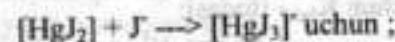
Bosqichma – bosqich hosil bo'lishi:



$$\beta_1 = K_1 = \frac{1}{K_{ion}} = \frac{[HgJ^+]}{[Hg^{+2}][J^-]}$$



$$\beta_2 = K_1 \cdot K_2 = \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} = \frac{[HgJ_2]}{[Hg^{+2}][J^-]^2}$$



$$\beta_3 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} = \frac{[HgJ_3^-]}{[Hg^{+2}][J^-]^3}$$

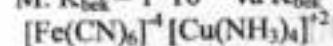
$$\beta_4 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} \cdot \frac{1}{K_{ion}} = \frac{[HgJ_4]^{2-}}{[Hg^{+2}][J^-]^4}$$

Kompleks birikmaning barqarorlik doimiysi (β yoki K_{bek})ga teskari qiymat kompleksining beqarorlik doimiysi deyiladi:

$K_{ion} = \frac{1}{K_{bek}} = \frac{1}{K}$; Ko'pchilik hollarda K_{bek} o'rniga K_{bek} qiymati yoziladi va uning qiymatiga asoslanib kompleksning barqarorligi to'g'risida xulosa qilinadi.

Har qanday K_{ion} qiymati qanchalik katta bo'lsa (K_{bek} -qancha kichik bo'lsa) bu kompleks shunchalik barqaror bo'ladi.

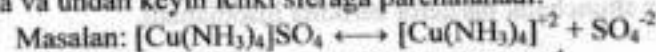
$$M: K_{bek} = 1 \cdot 10^{-37} \text{ va } K_{bek} = 1 \cdot 10^{-12}$$



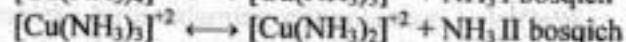
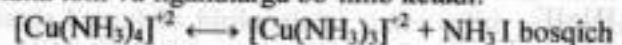
bo'lgan birikmalardan birinchisi barqaror hisoblanadi.

Kompleks birikmalarning K_{bek} – qiymati kompleks birikmaning tarkibiga, temperaturaga, erituvchining tabiatiga bog'liq bo'lib, kompleksning metall ionining va ligandning eritmada konsentratsiyasiga bog'liq emas.

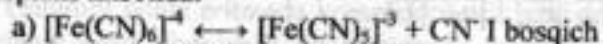
Kompleks birikmalar elektrolit moddalar singari eritmada bosqichma-bosqich ionlarga parchalanadilar. Kation va anion kompleks birikmalar dissotsiyalanganda avval tashqi sferadagi ionlarga va undan keyin ichki sferaga parchalanadi:



Keyingi bosqichda ichki sfera ham bosqichli parchalanadi, ya'ni metallar ioni va ligandlarga bo'linib ketadi:

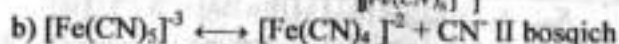


va umumiy holda $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2} \rightleftharpoons \text{Cu}^{+2} + 4\text{NH}_3$ Ikkinchi kompleks misolida:



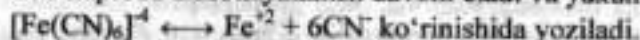
Shu bosqich uchun K_{bek} ifodasi:

$$K_{\text{bek}1} = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_5]^{3-}][\text{CN}^-]}{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}}$$



$$K_{\text{bek}2} = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{2-}][\text{CN}^-]}{[\text{Fe}(\text{CN})_5]^{3-}}; \text{ va hokazo}$$

Shu taqlidda dissotsiyanish davom etadi va yakuniy tenglama:



Yuqoridagi tenglamalardan ko'rinib turibdiki, ichki sferaning, ya'ni kompleks ionning dissotsiyanishi xuddi kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyanishi singari qaytar jarayondir. Bu qaytar jarayon o'ziga xos muvozanat doimiysiga ega. Shu muvozanat doimiysi kompleksning barqarorlik doimiysi deyiladi.

Har bir bosqichdagi dissotsiyanish doimiylari $K_{\text{bek}1}$, $K_{\text{bek}2}$ va hokazolar ko'paytmadan iborat bo'ladi. Ikkala kompleks ionlar uchun:

$$K_{\text{bek}} = K_{\text{bek}1} \cdot K_{\text{bek}2} = \frac{[\text{Cu}^{+2}][\text{NH}_3]^4}{[[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}]} = 1 \cdot 10^{-13}$$

$$K_{\text{bek}} = K_{\text{bek}1} \cdot K_{\text{bek}2} \cdot K_{\text{bek}3} \cdot K_{\text{bek}4} \cdot K_{\text{bek}5} \cdot K_{\text{bek}6} = \frac{[\text{Fe}^{+2}][\text{CN}^-]^6}{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}} = 1 \cdot 10^{-37}$$

Har bir kompleks birikma o'ziga xos barqarorlik doimiyni qiyamati bilan xarakterlanadi. K_{bek} qiyamati qancha kichik bo'lsa, bu kompleks shunchalik barqaror birikma hisoblanadi.

Takrorlash uchun savollar.

1. «Kompleks birikma» deganda nimani tushunasiz?
2. Kompleks birikmalarning asosiy tarkibiy qismiga nimalar kiradi?
3. Anion, kation va neytral komplekslarga misollar keltirib, bu iboralarni izohlang.
4. Kompleks birikmalar hosil bo'lishini:
 - a) Verner nazariyasi qanday tushuntiradi?
 - b) Kristall maydon nazariyasi-chi?
 - v) MO-lar usulining asosiy qoidalari nimadan iborat?
 - g) Bu nazariyalarning kamchilik va yutuqlari nimadan iborat?
5. Ligandlar deb nimaga aytiladi, ularning turlarini aniq misollar yordamida izohlang.
6. Kompleks birikmalarda izomeriya hodisasi ro'y berishining sababi nimada?
7. Ligandlarning dentatligi deganda nimani tushunasiz?
8. «Kompleksonlar» qatoriga qanday moddalar kiradi?
9. Kompleks birikmalarning paramagnit yoki diamagnit bo'lishi nimalarga bog'liq?
10. Kompleks birikmalarning barqarorligi deganda nimani tushunasiz?
11. Kompleks birikmalarning barqarorligi nimalarga bog'liq?

XIII. VODOROD VA KISLOROD

Vodorod. Davriy sistemada birinchi element – vodorod (Hydrogenium) suv hosil qiluvchi element bo'lib, atomi eng oddiy elektron tuzilishi – $1s^1$ ga ega.

Qisqacha tarixiy ma'lumot. Bu element XVI asrda nemis tabiatshunos -hakimi Paracelsus tomonidan ochildi. 1776-yilda angliyalik olimi G. Kavendish uning xususiyatlarini o'rgangan. Lavuaz'e 1783 yilda eng birinchi bo'lib suvdan vodorodni olib, suv vodorod va kislorodning birikmasi ekanligini isbotlagan.

Vodorod elementining asosiy fizik-kimyoviy xarakteristikasi:

Ionlanish energiyasi – 13,6 eV; elektromanfiyligi – 2,1; elektronga moyilligi – 0,75; atom radiusi – 0,046 nm. Birikmalarida namoyon qiladigan oksidlanish darajalari -1, 0, +1. Uch xil izotop: $^1\text{H}_1$ (vodorod yoki protiy); $^2\text{H}_1$ (deyteriy – D) va $^3\text{H}_1$ (tritiy – T) holida uchraydi. Uchinchi izotopi radioaktiv xossaga ega bo'lib, yadro reaksiyalari natijasida hosil bo'ladi. Protiiy va deyteriy tabiiy izotoplar bo'lib, ularning miqdoriy nisbatlari 1 ta deyteriyga 6800 ta protiiy to'g'ri keladi.

Vodorodning tabiatda tarqalishi. Vodorod gazsimon holatda bo'lgani uchun tabiatda juda kam miqdorda (tabiiy gazlar va vulqon gazlari tarkibida) erkin holdagi vodorod uchraydi. U juda ko'p miqdorda quyosh sistemasida (termoyadro reaksiyasi) mavjud. Quyoshning qariyb yarmini, yulduzlardan va Yupiter, Saturn planetalarining asosiy qismi vodoroddan iborat.

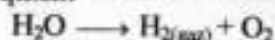
Vodorod suvning 11,12% ini tashkil etadi. O'simlik va hayvon organizmida, neft va gaz tarkibida vodorod asosiy elementlardan biri sifatida mavjud.

Olinish. Vodorodni laboratoriya sharoitida kislotalarga (HNO_3 dan tashqari) Zn, Mg metallarini ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda vodorod turli usullar bilan olinadi.

a) suvni elektroliz qilish:



Bu jarayon unumini oshirish uchun suvda Na_2SO_4 , KNO_3 kabi kuchli elektrolitlar eritilib, elektroliz qilinadi. Bu usuldan foydalanib, laboratoriyada ham vodorod olish mumkin.

b) Suvni konversiyalash (buzish, o'zgartirish): suv bug'lari cho'g'lanib turgan ko'mir (koks) ustidan o'tkaziladi:

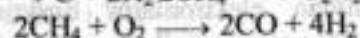
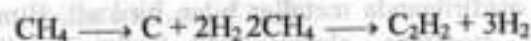


Hosil bo'lgan gazlar aralashmasi «suv gazi» deb ataladi.

v) metanni konversiyalash bilan:



g) metanni piroliz qilish va chala oksidlash reaksiyasi yordamida:



Vodorodning fizikaviy xossalari: Vodorod ikki atomli molekulyar gazsimon modda. Rangsiz, mazasiz, hidsiz, havodan eng yengil ($r = 0,089 \text{ g/l}$), suvda juda oz eriydi (10°C da $0,09 \text{ g.}$). $-252,8^\circ\text{C}$ da suyuqlanib, $-259,2^\circ\text{C}$ da qattiq holatga o'tadi.

Kimyoviy xossalari: Vodorodning kimyoviy xossasi uning atomidagi 1 ta elektroni borligi va odatdagi sharoitda 2 atomli molekula – N_2 hamda uning «dissotsiya» lanish (parchalanish) energiyasi 435 kJ/mol ekanligi bilan tushuntiriladi.

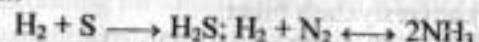
Atomar holdagi vodorod xona sharoitida juda qisqa vaqt mavjud bo'lib, tezda N_2 ni hosil qiladi: $\text{N} + \text{N} \longrightarrow \text{N}_2$; ko'pincha atomar vodorod kislotalarga metall ta'siri, suvning elektrolizi jarayonida hosil bo'ladi.

Molekulyar vodorod havo kislorodi ta'sirida ko'kimtir alanga berib yonadi. 1 hajm vodorod va 2 hajm kislorod gazlari aralashmasi «qalldiroq gaz» deb ataladi. U portlab, reaksiyaga kirishadi, juda xavfli: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ $-\Delta H = -115,6 \text{ kkal/mol}$. Bunda juda katta issiqlik chiqadi va harorat 2600°C gacha yotadi. Bu reaksiyadan o'tga chidamli metallarni qirqish va payvandlashda foydalaniladi.

Vodorod xlor bilan quyosh ta'sirida, boshqa galogenlar bilan biroz qizdirilganda reaksiyaga kirishib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:

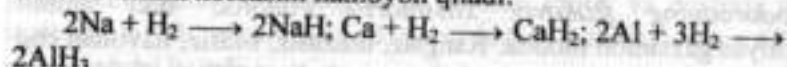


Oltinugurt, fosfor, azot va uglerod ma'lum sharoitda vodorod bilan birikib, tegishli birikmalarni hosil qiladilar. Bu reaksiyalarda ham vodorod +1 oksidlanish darajasiga o'tib, qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:

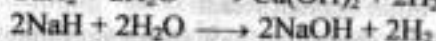


Bu birikmalarning barchasi odatdagi sharoitda gazsimon moddalar bo'lib, ulardagi bog'ning tabiati qutbli kovalent bog' bo'lib, ularning barchasi suvda yaxshi eriydi.

Vodorod qizdirilganda metallar bilan birikadi. Bunda vodorod atomi metall atomidan elektronlarni biriktirib olishi tufayli oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:



Bu birikmalar metall gidridlari deb ataladi va qattiq holda bo'lib, ularda bog'lanish ionli tabiatga ega. Shu sababli bu moddalar suvda yaxshi erish bilan birgalikda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishib, metall gidroksidi va vodorod gazini hosil qiladi:



Yuqoridagi metallar va metallmaslarning vodorod atomi bilan ta'sirlashuvi vodorodning bir vaqtda galogenlarga o'xshash gazsimon holatga o'tishi va ular singari oksidlovchilik xossasini namoyon qilib, -1 oksidlanish darajasidagi birikmalari hosil bo'lishini, ikkinchi tomondan ishqoriy metallar singari bitta elektronini oson berib, (qaytaruvchi) +1 oksidlanish darajasidagi birikmalar hosil qilishini ko'rsatadi. Shu sababli davriy sistemada vodorod elementi I va VII guruh elementlari qatoriga kiritilgan.

Vodorod gazi kuchli qaytaruvchi modda sifatida ba'zi metallarning oksidlari bilan ta'sirlashib, metallarni ularning oksidlaridan ajratib chiqaradi:

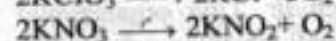
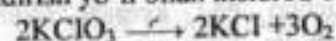


Ma'lumki, moylar tarkibida bir yoki bir necha qo'sh bog' saqlaydi. Ularni to'yintirish uchun (sun'iy yog'lar olish) vodorod gazi bilan qayta ishlanadi (gidrogenlanadi). Shu usul bilan oziq-ovqat sanoati mahsulotlaridan margarin ishlab chiqariladi.

Vodorodning keng tarqalgan birikmalari qatoriga organik moddalar, neft mahsulotlari, tabiiy gazlar, suv va vodorod peroksidi kiradi. Ularni alohida o'rganib chiqamiz.

Kislorod. *Tabiatda tarqalishi.* Kislorod – tabiatda keng tarqalgan element (52%). Turli minerallar, rudalar, suv tarkibini kislorod tashkil etadi. Kislorod havoning hajmi jihatidan 20,9% ni tashkil etadi.

Olinishi. Laboratoriyada Bertolle tuzi KSiO_3 ni va nitratlarni qizdirish yo'li bilan kislorod olinadi.



Bundan tashqari laboratoriya sharoitida suvni, ishqorlarni elektroliz qilib kislorod olinadi.

Texnikada kislorod suyuq havoni rektifikatsiyalab va suvni elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Havoni rektifikatsiyalashda yuqori bosim ostida havo juda past temperaturada suyultiriladi. Shunda havo tarkibidagi har bir gaz suyuq holga o'tadi. Kislorod - 183°C da suyuq holga o'tadi.

Fizik xossalari. Rangsiz, mazasiz, hidsiz gaz. Havodan biroz og'ir ($\rho = 1,429 \text{ g/l}$). Suvda juda kam eriydi. 1 l suvda 20°C da 25 ml kislorod eriydi.

Kimyoviy xossalari. Kislorodning kimyoviy xossalari uning elektron tuzilishi va davriy sistemadagi o'rniga bilan xarakterlanadi.

Kislorodning ikki xil allotropik shakli bo'lib, kislorod va ozondir. Ozon (O_3) molekulasida barqaror, yuqori konsentratsiyada portlab parchalanadi. $\text{O}_3 \longrightarrow \text{O}_2 + \text{O}^*$. Ozonning oksidlovchilik xossalari kislorodga qaraganda kuchliroq. Shuning uchun odatdagi sharoitda kimyoviy passiv elementlarni oksidlay oladi:



Ishqoriy metallar ozon bilan reaksiyaga kirishib ozonidlar hosil qiladi. Masalan:



Ozon kuchli oksidlovchi. Shuning uchun undan ichimlik suvini tozalashda, havoni dezinfeksiyalashda foydalaniladi.

Ozon tabiatda momoqaldiroq vaqtida hosil bo'ladi: $3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{O}_3$. Bunda «chaqmoq» ning energiyasi va H_2 gazi katalizatorlik vazifasini bajaradi. Kislorodning keng tarqalgan birikmalari – suv va peroksidlardir.

Suv. Kislorodning vodorod bilan hosil qilgan asosiy birikmasi suv (H_2O) dir. Suv tarkibida massasi jihatdan 88,81% kislorod bor. Suvning $+4^\circ\text{C}$ dagi zichligi 1 g/sm^3 ga teng. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi 1 kkal/g yoki $4,18 \text{ kJ/g}$ ga teng. Demak, 1 g suvni 1°C ga isitish uchun boshqa moddalarga qaraganda ko'proq issiqlik sarf qilinadi. Bu suvning issiqlik sig'im anomalisi deyiladi. Suv tirik organizmlar va o'simliklar uchun eng kerakli modda hisoblanadi, chunki suv yaxshi erituvchidir. Tirik organizmlar va o'simliklar oziqaviy moddalarni suv orqali tabiatdan qabul qiladilar. Suvning molekullari o'zaro vodorod bog'lari orqali bog'langan. Shu sababli xona temperaturasida suyuq bo'ladi.

Suvning kimyoviy xossalari. Suv molekulasida kuchli qutblangan bo'lgani uchun odatdagi temperaturada metall va metallmaslar (flor va xlor) bilan reaksiyaga kirishadi:



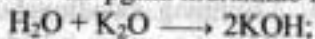
Suv ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan birikib, ishqor hosil qiladi:



Yuqori temperaturada suv bug'i boshqa metallar bilan birikib oksid hosil qiladi:



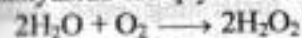
Suv ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirishadi.



Suv ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi. Masalan, suv metall gidridi bilan reaksiyaga kirishib, oksidlovchi:



kislorod biriktirib olib, vodorod peroksid hosil qilish reaksiyasida esa qaytaruvchi bo'la oladi:



Suvni iste'mol uchun tayyorlash quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Tabiiy suvni mexanik qo'shimchalardan tozalash – tindirish. Bunda oqib keladigan suv katta sig'imli inshootlarga yig'iladi va ma'lum muddat saqlab tindiriladi.

2. Tindirish bosqichidan keyin suvda «muallaq» holda qoladigan mikroeterogen zarrachalardan tozalash uchun suv koagulyasiyalanadi. Bu jarayonda suvga $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ va CuSO_4 kabi elektrolitlardan tegishli miqdorda qo'shiladi. Bu moddalar koagulyantlar deyiladi, chunki suvdagi muallaq zarrachalar musbat va manfiy zaryadli bo'lgani sababli bu kuchli elektrolitlar Fe^{3+} , SO_4^{2-} , Al^{3+} , Cu^{2+} ionlarini hosil qilib, zarrachalarni o'zlari bilan yirik zarrachalar hosil qilib cho'kmaga tushiradi.

3. Suvni filtrlash. Ba'zi hollarda yuqoridagi ikkala bosqichda ham mexanik qo'shimchalardan suvni tozalash imkoniyati bo'lmasa, «mato»li, kog'ozli yoki boshqa turdagi filtrlar orqali suv o'tkazilib, tozalanadi.

4. Suvni dezinfeksiyalash. Suvni unda mavjud bo'lgan mikroob, zaharli kimyoviy moddalardan tozalash uchun suv xlor gazi, xlorli ohak solingan trubkalar, ozon, kislorod gazi bilan qayta ishlanadi. Bu moddalar kuchli oksidlovchilik xossalari ega bo'lgani uchun mikroob va zaharli kimyoviy moddalarni zararsizlantiradi.

5. Suvni deaeratsiyalash. Suvda erigan gazlar CO_2 , SO_2 , O_2 , Cl_2 kabi gazlardan tozalash uchun suv gazsizlantiriladi. Bunda suv maxsus qurilmalar orqali o'tkazilib, gazlar chiqarib yuboriladi.

6. Suvning pH – ni aniqlash. Suvda H^+ va OH^- larni miqdori (pH yoki pOH) maxsus asboblarda pH-metr, ionometrlar yordamida doimiy o'zgarib, nazorat qilib boriladi.

7. Suvning qattiqligini aniqlash va uni yumshatish.

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, iste'mol uchun suvni yaroqli holga keltirish katta mehnat va mablag' talab qiladigan tadbirdir. Shu sababli har qanday ishlab chiqarish jarayonida, turmushda suvdan tejab foydalanish zarur.

Suvning qattiqligi va uni bartaraf etish usullari. Suvda turli tuzlar, ayniqsa, Ca va Mg – ionlari tuzlarining erishi tufayli «suvning qattiqligi» yuzaga keladi.

Suvning qattiqligi deb, 1 litr (1000 ml) suvda erigan Ca^{2+} va Mg^{2+} tuzlarining «mg*ekv» (milligramm ekvivalent) miqdoriga aytiladi. Shu tushunchaga asosan, «suvning qattiqligi» quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{Qattiqlik} = [\text{Ca}^{2+}] / 20,04 + [\text{Mg}^{2+}] / 12,16 = m\text{Ca}^{2+} / 20,04 + m\text{Mg}^{2+} / 12,16$$

Suvning qattiqligi uch xil: a) vaqtinchalik; b) doimiy; v) umumiy qattiqlik bo'ladi.

a) vaqtinchalik qattiqlik suvda erigan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (ba'zan $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ bo'lishi ham mumkin) tuzlar tufayli yuzaga keladi. Shuning uchun karbonatli qattiqlik ham deyiladi. Buni vaqtinchalik qattiqlik deyilishiga sabab – suvni qaynatganda bu qattiqlik yo'qoladi:



Shu sababli suv qaynatilgan idishlarda «quyqa», ya'ni suvda erimaydigan karbonat tuzlari hosil bo'ladi. Bu usulda suvni yumshatganda suvning qattiqligi 5-7 mg*ekv/l gacha kamayadi.

b) doimiy qattiqlik suvda erigan CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 va MgSO_4 tuzlari tufayli yuzaga keladi. Bu qattiqlik suvni qaynatganda yo'qolmaydi;

v) doimiy qattiqlik bilan vaqtinchalik qattiqliklarning yig'indisi umumiy qattiqlik deyiladi.

Suvning umumiy qattiqligiga asoslanib, uning qattiqlik turlari ajratiladi.

I. Agar qattiqlik 0 dan 4 mg*ekv/l (4°) bo'lsa, juda yumshoq suv deyiladi. Bunga distillangan, yomg'ir va qor suvlari kiradi.

II. Qattiqligi 4-7 mg*ekv/l (4° dan 7° gacha) bo'lsa, bunday suv yumshoq suv deyiladi. Bunday suv kishilar iste'mol qilishi uchun yaroqli bo'ladi. Bu suvga ichimlik suvlari, ba'zi daryo, kul va dengiz suvlari kirishi mumkin.

III. Qattiqligi 7-14 mg*ekv/l bo'lgan suv qattiq suv deyiladi. Bu suv iste'mol uchun ham, texnologik jarayonlar uchun ham yaroqsiz bo'ladi.

IV. Qattiqligi 14 mg*ekv/l dan (14° dan) yuqori bo'lgan suv o'ta qattiq suv deyiladi.

Suvning qattiqligini yo'qotish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

a) *Fizikaviy usullar.* Suvni qaynatish va distillash bu usulning asosini tashkil etadi. Qaynatganda vaqtinchalik qattiqlik yo'qoladi, suv qisman yumshaydi. Distillanganda suvning umumiy qattiqligi yo'qoladi, suv to'liq yumshaydi.

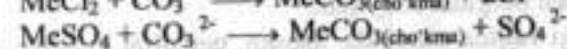
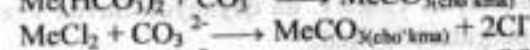
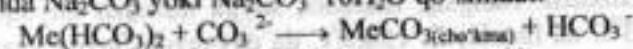
b) *Kimyoviy usullar.* Bu usullarga ishqorlash, sodali, fosfatlash va ionitlar bilan ishlash kiradi. Bularning barchasi suvda erigan tuzlarni kimyoviy reaksiya natijasida suvda yomon eruvchi birikma holiga o'tkazishga yoki ionitlarda ion almashuvi tufayli suvni eritmadan chiqarib yuborishga asoslangan.

Ishqorli suvda suvning qattiqligini yo'qotishda suvga tegishli miqdorda NaOH yoki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qo'shiladi. Bunda karbonatli qattiqlik yo'qoladi:



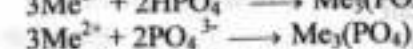
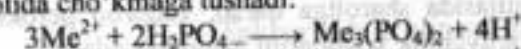
Ishqorli usul bilan suvning qattiqligini to'liq yo'qotib bo'lmaydi. Bu usul oxirgi vaqtlarda deyarli qo'llanilmaydi.

Sodali usulda suvga uning qattiqligi qiymatidan kelib chiqqan holda Na_2CO_3 yoki $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ qo'shiladi:



Ko'rinib turibdiki, sodali usulda suvning umumiy qattiqligini ancha (0,5-0,08 mg*ekv/l) gacha kamaytirish mumkin.

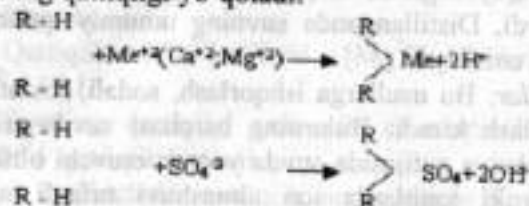
Fosfatli usulda suvning qattiqligini yo'qotishda suvda tegishli miqdorda Na_2HPO_4 , K_2HPO_4 , NaH_2PO_4 yoki KH_2PO_4 , Na_3PO_4 , K_3PO_4 tuzlari qo'shiladi. Bu usulda Mg^{2+} va Ca^{2+} ionlari fosfatlar holida cho'kmaga tushadi:



Fosfatli usulda suvning qattiqligi 0,1-0,03 mg*ekv/l gacha kamaytiriladi.

Keyingi yillarda polimer moddalar kimyosi keskin rivojlanishi bilan tarkibida Na^+ , H^+ – kationlari, Cl^- , OH^- – anionlari saqlagan

polielektrolit moddalar (kationitlar va anionitlar) sintez qilingan. Ularning umumiy formulasi R-H; R-Na va R-Cl, R-OH holida belgilanib, ular bilan to'ldirilgan «kolonka»lar orqali suv o'tkazilsa, suvning qattiqligini tashkil etuvchi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari, SO_4^{2-} , HCO_3^{2-} , Cl^- ionlari H^+ (Na^+) va OH^- (Cl^-) ionlari bilan almashinib, suvning qattiqligi yo'qoladi:



Ionidli usul keyingi vaqtda juda keng qo'llanilayotgan, kamxarj va ekologik jihatdan juda qulay usuldir.

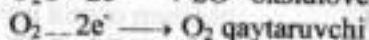
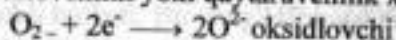
Vodorod peroksid. Tarkibida (-O-O-) peroksid guruhi bo'lgan moddalar peroksidlar deyiladi. Ularda kislorod atomlari ikki valentli bo'lsalarda -I oksidlanish darajasiga ega. Shu sababli bu birikmalar o'ziga xos tuzilishli va xossal moddalardir. Eng keng tarqalgan peroksid – vodorod peroksiddir.

Fizikaviy xossasi. Rangsiz, mazasiz, suvga nisbatan quyuqroq suyuqlik. $-0,43^\circ\text{C}$ da muzlaydi, $150,2^\circ\text{C}$ da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi. 30% li eritmasi pergidrol deyiladi.

Olinishi. Hozirgi vaqtda sanoatda, asosan, persulfat kislota yoki uning tuzlariga suv ta'sir ettirib olinadi.



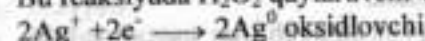
Vodorod peroksidning tuzilishi formulasi $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ dir. Kislorod atomlari -O-O- ko'priki orqali birikadi. Kislorod ko'prigining uzilishi natijasida sharoitga qarab, vodorod peroksid oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi:



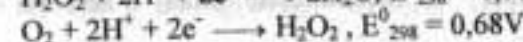
Bu reaksiyada H_2O_2 oksidlovchi sifatida ishtirok etadi:



Bu reaksiyada H_2O_2 qaytaruvchi vazifasini bajaradi:

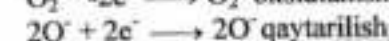
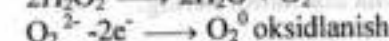


Oksidlanish potentsiallari qiymatlariga qarab, peroksidlarning oksidlovchi xossalari qaytaruvchi xossalariga nisbatan kuchliroq ekanligi haqida xulosa chiqarish mumkin:



Vodorod peroksid meditsinada, dezinfeksiya maqsadlarida, yokilgilarning yonishini kuchaytirishda, to'qimachilik sanoatida ishlatiladi.

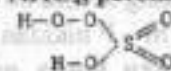
Vodorod peroksid beqaror modda bo'lib, yorug'likda o'zidan kislorod chiqarib, oddiy suvga aylanadi.



Kislorodli birikmalardan peroksid birikmalar alohida ahamiyatga ega. Vodorod peroksid molekulasidagi vodorodni metallar yoki metallamaslar bilan almashtirib, peroksid birikmalar hosil qilinadi. Bariy peroksid BaO_2 , xromperoksid CrO_5 ,



peroksonitrat kislota HNO_4 , peroksosulfat kislota H_2SO_5



Peroksobirikmalar kuchli oksidlovchilar sifatida ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar.

1. Vodorodning davriy sistemada o'ziga xos o'rni to'g'risida izoh bering.
2. Vodorod – qaytaruvchi ekanligini misollar bilan izohlang.
3. Vodorod – oksidlovchi ekanligini misollar bilan izohlang.
4. Vodorodni konversiya usuli bilan olishni tushuntiring.
5. Havoni rektifikatsiyalash bilan qanday moddalar olinadi?

6. Ozonning asosiy kimyoviy xossalarini tushuntiring.
7. Peroksidlar qanday birikmalar?
8. Vodorod peroksidining oksidlovchilik, qaytaruvchilik va kislotali xossalarini tushuntiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
9. Suv molekulasining tuzilishi, bog'lanishlar tabiatini tushuntiring.
10. Suvning metallar va metallmaslar bilan o'zaro ta'sir reaksiyalarini ezing.
11. Suvni texnologik jarayonlar uchun tayyorlashning asosiy bosqichlarini tushuntiring.
12. Suvning qattiqligi nima? Uning turlarini tushuntiring.
13. Suvni «yumshatish»ning asosiy usullarini izohlang.
14. Suvni yumshatishning fizikaviy usullarini tushuntiring.
15. r – elementlar haqida qisqacha ma'lumot bering.

TESTLAR

1. Sariq qon tuzi – $K_4[Fe(CN)_6]$ tarkibidagi markaziy atom bilan ligandlar orasidagi bog' qaysi turga mansub?
A) vodorod B) metall C) ionli D) donor – akseptor
2. SiF_4 bilan HF birikib $H_2[SiF_6]$ ni hosil qiladi. CF_4 shunday birikma hosil qilmaydi. Buning sababi nimada?
A) uglerod atomida akseptorlik vazifasini bajaradigan bo'sh orbital yo'q
B) uglerod atomining elektromanfiyligi kremniynikidan katta
C) uglerod atomi radiusining kichik bo'lishi
D) C – F bog'i qutbliligi Si – F nikidan kichik bo'lishi sababli
3. Tarkibi $[CF_6]^{2-}$ bo'lgan ionda qaysi turdagi bog'lanish bo'lishi mumkin?
A) qutbli kovalent B) ionli
C) donor – akseptor D) qutbli kovalent va donor – akseptor
4. Ammoniy temir(III)achchiqtosh – $(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ tarkibidagi qaysi elementlar atomi donor vazifasini bajaradi?
1) vodorod; 2) kislorod; 3) azot; 4) temir; 5) oltingugurt;
A) 1,2 B) 2,3 C) 3,4 D) 4,5

5. Quyidagi birikmalarning qaysi birida donor – akseptor bog' mavjud?
A) CaS B) CH_4 C) CO_2 D) NH_4Cl

6. Keltirilgan birikmalarning qaysi birida atomlar o'zaro donor-akseptor bog' orqali bog'langan?
A) H_2O B) $Mg(OH)_2$ C) C_2H_6 D) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$

7. Kompleks birikmalarni ko'rsating.
A) H_2O B) $Mg(OH)_2$ C) C_2H_6 D) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$

XIV. NODIR GAZLAR

Nodir gazlar. Nodir gazlar yoki VIIIA guruhcha elementlari qatoriga Ne- geliy, Ne-neon, Kr- kripton, Xe-ksenon va Rn-radon kiradi. Bu elektronlar nodir gazlar yoki inert gazlar nomi bilan yuritiladi. Nodir gazlar erkin holatda havo tarkibida bo'ladi va havoni suyuqlantirish yo'li bilan olinadi. Quyidagi jadvalda havoning tarkibi va nodir gazlarning qaynash temperaturalari keltirilgan.

Gaz	Havo tarkibidagi hajmiy miqdori %	$T_{\text{qayn}}^{\circ}\text{C}$
Havo	100.00	-190
N ₂	78.09	-195,8
O ₂	20.95	-183
Ar	0.9325	-185,8
CO ₂	0.030	-78,5
He	0.0005	-268,9
Ne	0.0018	-245,0
Kr	0.000108	-152,9
Xe	0.000008	-108,0
Rn	$0.6 \cdot 10^{-17}$	-61,8
H ₂	0.00005	-252,8
O ₃	$1 \cdot 10^{-6}$	-111,9

Geliy radioaktiv elementlarning yemirilishidan hosil bo'ladi, u havo tarkibida nihoyatda oz bo'lganligi sababli boshqa tabiiy gazlardan ajratib olinadi. Bu elementlar atomlarining geliydan radonga tomon yadro zaryadi va atom radiuslari ortib borishi bilan qutblanishi ortib boradi.

Shu qatorda bu elementlarning reaksiyaga kirishuvchanligi ham ortib boradi va ionlanish potentsiali esa kamayib boradi. Quyidagi jadvalda nodir gazlarning ba'zi xossalari keltirilgan.

Element	Tartib raqami	Tashqi elektron tuzilishi	Atom radiusi (n.sh)	Ionlanish potentsiali (kJ/mol)
He	2	1s ²	0.122	2372
Ne	10	2s ² 2p ⁶	0.160	2081
Ar	18	3s ² 3p ⁶	0.192	1521
Kr	36	4s ² 4p ⁶	0.198	1350
Xe	54	5s ² 5p ⁶	0.218	1171
Rn	86	6s ² 6p ⁶	-----	1037

Radonning ionlanish potentsiali ksenon ionlanish potentsialidan kamroq bo'lsa ham, radioaktivligi sababli radon xossalari ksenonga nisbatan kamroq. Hozirgi vaqtda nodir gazlarning xossalari, asosan, ksenon misolida o'rganilgan.

Nodir gazlar ma'lum sharoitda suv bilan klatratlar, ya'ni gidratlar hosil qiladi: Ar*6H₂O, Kr*6H₂O, Xe*6H₂O. Ushbu birikmalar hosil bo'lishida valent bog'lar hosil bo'lmaydi, ammo muz strukturasidagi bo'shliqlar klatratlar hosil qilishida alohida ahamiyatga ega.

Kimyoviy xossalari. Geliy oddiy sharoitda inert gaz, ammo atomlari galogenlangan holatida molekulyar ionlar He₂⁺ hosil qilishi mumkin, uning elektron konfiguratsiyasi quyidagicha tasvirlanadi: [(G₁^{bog'}1s)² (G₂^{bog'}1s)¹]. Oddiy sharoitda bu ionlar beqaror, yetishmaydigan elektronni biriktirib olib, ikkita neytral atomga parchalanadi.



Spektral analiz yordamida geliyning quyosh atmosferasida bo'lishi aniqlangan. Geliy atomi yadrosi (α - zarrachalar) turli xil yadroviy reaksiyalar olib borishda ishlatiladi. Geliy metallarni payvandlashda inert atmosfera sifatida ishlatiladi.

Neon (Ne) ham kuchli galogenlangan holatda molekulyar ion hosil qiladi: Ne₂⁺.



Kripton (Kr), ksenon (Xe) va radon (Rn) boshqa elementlar bilan, xususan, fluor bilan turli tarkibli birikmalar hosil qiladi.

Ksenon fluor atmosferasida alangalanadi, bu reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar deyiladi.

Kripton florid hosil bo'lishi boshqacharoq kechadi, bu endotermik reaksiya. Ksenon geksafториди XeF₆ oq kristall modda ($t_{\text{qayn}} = +46^{\circ}$), kimyoviy jihatdan juda faol, masalan, SiO₂ bilan reaksiyaga kirishadi (shisha idishda saqlab bo'lmaydi):



Ksenonning birikmalarda oksidlanish darajasi ortib borishi bilan bu birikmalarning asosli xossalari kamayib, kislotali xossalari ortib boradi.

XeF₂ asosli tabiatga ega bo'lib kation kompleks hosil qiladi:



Ksenon diflorid XeF_2 o'rin olish reaksiyasiga kirishadi:



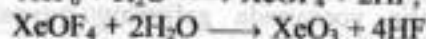
Ksenon geksafторид amfoter xossalari namoyon qiladi. O'zidan kuchli kislota xossasiga ega bo'lgan modda bilan reaksiyaga kirishganda asosli xossalari namoyon etib, kation kompleks hosil qiladi.



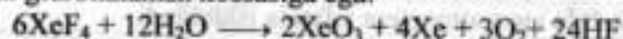
O'zidan kuchli asos xossasiga ega moddalar bilan reaksiyaga kirishganda esa, kislotali tabiati ustun chiqib, anion kompleks hosil qiladi.



Ksenon tuzlarining gidrolizi quyidagicha boradi: reaksiya mahsulotlari Xe ning oksibirikmalari-tuzlari yoki to'liq oksidi va HF hosil bo'ladi.



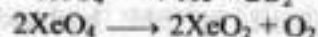
Oksidlanish-qaytarilish (disproporsiya) reaksiyasi bilan boradigan gidrolizlanish xossasiga ega:



Ksenonning oksotetraфториди XeOF_4 rangsiz suyuqlik ($t_{\text{muz}} = -28$) Bariy oksoksenat Ba_2XeO_6 to'ziga sulfat kislota ta'sir ettirib tetraoksid hosil qilish mumkin:



Ksenon tetraoksid XeO_4 oddiy sharoitda gazsimon modda asta-sekinlik bilan Xe, XeO_3 va O_2 ga parchalanadi:



Ksenon birikmalari-kuchli oksidlovchi moddalar. Ksenon birikmalari yordamida amalda hamma elementlarning (hatto oltinning) eng yuqori oksidlanish darajadagi birikmalari hosil qilingan. Masalan: AuF_5 , BrF_7 lar XeF_2 yordamida olingan.

Oxirgi paytda nodir gazlarning xossalari marhum akademik V.A. Legasov tomonidan o'rganilgan. Nodir gazlarning fluoridlari fluorlovchi va oksidlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Ksenon oksidlari portlovchi modda, raketa yonilg'isi sifatida qo'llaniladi.

Neon va argon gazlari lampochkalarni, gaz yoritgich naylarni to'ldirishda qo'llaniladi. Neon lampalari qizg'ish rang berib yonadi, argon lampalari esa zangori rangda yonadi.

Takrorlash uchun savollar

1. «Nodir gazlar» deb nimaga aytiladi?
2. Nodir gazlarning «inert»ligining asosiy sababini atom tuzilishi asosida tushuntiring
3. Qanday inert gazlar birikmalar hosil qiladi?
4. Xening qanday birikmalari sizga ma'lum?
5. Xening +4 va +6 oksidlanish darajasidagi birikmalari formulalarini yozing
6. Xening birikmalari qanday xossalarga ega?
7. Inert gazlar qanday maqsadlarda ishlatiladi?

TESTLAR

1. Ballonga 0,5 kg siqilgan vodorod sig'adi. Shuncha vodorodning n.sh. dagi hajmini (m^3) aniqlang.
A) 56 B) 3,6 C) 5,6 D) 0,56
2. 11,2 ml vodorod 18,4 ml kislorodda yoqildi. Bunda necha g suv va qaysi gaz ortiqcha olingan.
A) 18; H_2 B) 36; O_2 C) 0,09; H_2 D) 0,09; O_2
3. H_2 va O_2 dan iborat 200 ml gazlar aralashmasi portlatilgandan keyin yonishga yordam beradigan 20 ml gaz ortib qoldi. Boshlang'ich aralashmadagi gazlarning hajmiy ulushini (%) aniqlang.
A) 60; 40 B) 60; 40 C) 35; 65 D) 50; 50
4. 10% H_2 , 10% O_2 va N_2 dan iborat 40 ml gazlar aralashmasi portlatildi. Portlashdan keyingi oddiy moddalar aralashmasining hajmini (ml, n.sh.) va tarkibini (%) aniqlang.
A) 34; 94,1 N_2 5,9 O_2
B) 36; 94,4 N_2 5,6 O_2
C) 38; 84 N_2 16 O_2
D) 34; 88 N_2 12 O_2
5. Suvning doimiy qattiqligini yo'qotish uchun qaysi moddadan foydalansa bo'ladi?
A) soda B) kaliy sulfid C) kaliy xlorid D) oxaktosh

6. Suvning 300 litrida 43,8 g magniy gidrokarbonat borligini bilgan holda shu suvni muvaqqat qattiqligini (mg-ekv) aniqlang.

A) 1 B) 2 C) 2,5 D) 1,5

7. SO_2 - SeO_2 , TeO_2 , - PoO_2 qatorida kislotalik xossa qanday o'zgaradi?

A) ortadi

B) kamayadi

C) avval ortib, keyin kamayadi

D) avval kamayib, keyin ortadi

8. Tarkibida 6% (hajm bo'yicha) ozon bo'lgan ozon-kislorod aralashmasining qanday hajmi (ml) 1 l vodorodni yondirish uchun sarf bo'ladi.

A) 425 B) 405 C) 485,5 D) 445

9. Havo va kislorod aralashmasidagi kislorodning hajmiy ulushi 80% bo'lishi uchun havo va kislorodni qanday hajmiy nisbatda aralashtirish kerak?

A) 1,17:1 B) 1,14:1 C) 1,21:1 D) 1:1,21

10. Qaysi birikmada oltingugurt peroksidlar tuzilishini eslatadigan bog' hosil qiladi?

A) sulfidlar B) sulfitlar C) pirit D) temir (III)sulfid

XV. GALOGENLAR.

Umumiy xarakteristikasi. Yettinchi guruh asosiy guruhchasi elementlariga flor-F, xlor-Cl, brom-Br, iod-J va astat-At kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatida yettita (ns^2np^5) elektronlari bo'lib, erkin holatda kuchli oksidlovchilardir. Bu elementlar «galogen»lar deb ataladi va «tuz hosil qiluvchi» degan ma'noni anglatadi.

Galogenlarning vodorodli HF, HCl, HBr, HI birikmalarning suvdagi eritmaları kislotalar bo'lib, HF dan HI ga tomon o'tgan sayin ularning kislotalik xossalari kuchayib boradi. HCl, HBr va HI larning qaytaruvchanlik xossalari ham yuqoridagi tartibda HCl dan HI ga tomon kuchayib boradi, bu galogenlarning tartib raqami ortishi bilan ion (E°) zaryadi o'zgarmagan holda, ion radiuslari ortib boradi.:

Element xossalari	F(9)	Cl(17)	Br(35)	J(53)	At(85)
Zichligi, g/sm ³	1,51	1,57	3,14	4,94	
Suyuq. temp. °C	-220	-101	-7,3	(114)	
Qaynash tem. °C	-118	-34	59	185	
Rangi (xona t ⁰ sida)	Yashil -sariq (gaz)	Sariq- yashil (gaz)	Qizil- ko'ngir (suyuq)	To'q qora binafsha	Ko'k qora kristal
Rangi (gaz holatida)	---	---	---	Binafsha	---
Atom radiusi, nm	0,064	0,099	0,114	0,133	---
Ion (E°) radiusi, nm	0,133	0,181	0,195	0,220	0,230
Ionlanish ener, ev	17,42	13,01	11,87	10,45	9,2
Elektronga moyillik	3,61	3,45	3,37	3,08	2,8
Elektromanfiylik	4,0	3,0	2,8	2,5	
E_2 -molekulasida E-E bog'ining uzunl., nm	0,142	0,199	0,228	0,267	---
E_2 -molekulasida E-E bog'ining energiyasi kJ/mol	159	243	192	151	109

Birikmalardagi oksid. darajalari	0,-1	1,0,+1,+3,+5,+7	-1,0,+1,+5,+7	-1,0,+1,+5,+7	-1,0,+1,+5
Metallar bilan ta'sirlashuvi	Osonlashib boradi				
Kislorod bilan ta'sirlashuvi	Osonlashib boradi				
Suvdagi eruvchanligi	---	2,5l/1l suv	3,5 l/100g suv	0,02l/100g suv	---

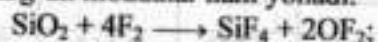
Astat esa tabiiy radioaktiv yemirilishlarning oraliq mahsulotlari sifatida, yadro reaksiyalari yordamida sun'iy ravishda hosil qilinadi. Qisman radioaktiv xossasiga ega. Bu elementlar va ular birikmalarning xossalari alohida o'rganib chiqamiz.

Ftor va uning birikmalari. tabiatda tarqalishi: Tabiatda birikmalar holida tarqalgan. Asosiy minerallari: CaF_2 — dala shpati, kriolit — Na_3AlF_6 , fluorapatitlar $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$.

Olinishi: Ftor faqat elektroliz yuli bilan olinadi.

$\text{KF} + 2\text{HF} \rightarrow \text{H}_2 + \text{F}_2 + \text{K}^+$ reaksiyani amalga oshirish uchun anod-ko'mir, katod-Ni dan yasilib, idish diafragma bilan ajratiladi. Chunki hosil bo'luvchi H va F aralashib ketsa, portlab ketadi.

Fizikaviy xossalari: Ftor oddiy sharoitda och yashil rangli, havodan biroz og'ir, suvda eriydigan gaz. Ftor atmosferasida hatto shisha va suvday turg'un moddalar ham yonadi.



Oddiy moddalar bilan fluor juda shiddatli reaksiyaga kirishadi. Vodorod bilan fluor qorong'ida portlash bilan birikadi:



Oltinugurt va fosfor bilan fluor hatto havo temperaturasi (-190°C) da reaksiyaga kirishadi:



Ftor ba'zi inert moddlarni ham oksidlaydi.



Kimyoviy xossalari: Ftor o'z birikmalarda faqatgina -1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Ftor atomining elektromanfiyligi katta qiymat ($\text{N.E.M} = 4,01$)-ga ega bo'lgani uchun hatto kisloroddan ham elektronni tortib olib, OF_2 tarkibli kimyoviy birikma hosil qiladi.

Ftor molekulasining dissotsilanish energiyasi kichik (151 kJ/mol) bo'lganligi tufayli fluor yuqori kimyoviy faollikka ega.

Davriy sistemada elementlarning davrlar va guruhlar bo'yicha xossalari o'zgarishi sababli fluoridlar ham xossalari o'zgaradi.

Ion bog'li fluoridlar yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lgan kristall moddalar. Kovalent bog'li fluoridlar gaz yoki suyuqlik. Oraliq fluoridlar (AlF_3) ion-kovalent bog'li birikmalardir.

Elementlar	Na	Mg	Al	Si P S Cl
Florid	NaF	MgF_2	AlF_3	SiF_4 PF_5 SF_6 ClF_3
Kimyoviy tabiati	Asosli		Amfoter	Kislotali
Anion kompleks	$[\text{MgF}_6]^{4-}$		$[\text{MgF}_6]^{3-}$	$[\text{SiF}_6]^{2-}$ SF_6^0 $[\text{PF}_6]^-$ $[\text{ClF}_6]^-$

Ion bog'li fluoridlar asosli xossaga ega, kovalent bog'li fluoridlar esa kislotali xossaga ega. Buni quyidagi reaksiya misolida ko'rish mumkin.



Ushbu reaksiyada ion bog'li NaF donor, kovalent bog'li SiF_4 esa elektron juftlar akseptori vazifasini bajaradi.

Vodorod fluorid qutbli ($M=1,91$) molekula. Vodorod bog'lanish tufayli HF molekulari assosiyalanishga moyil. $\text{HF} \cdots \text{H}-\text{F} \cdots \text{HF}$. Shuning uchun oddiy sharoitda HF suyuq holatda bo'ladi.

Vodorod fluoridning suvli eritmasi kuchsiz kislotaadir. $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ ($K = 7 \cdot 10^{-4}$). Florid kislota silikatlar tarkibiga kiruvchi kremniy (VI) oksidi bilan reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiya uning asosiy xususiyatlaridan biridir.



Shuning uchun ham fluorid kislota shisha idishda emas, balki qo'rg'oshin, kauchuk, polietilen idishlarda saqlanadi.

Fluorid kislota olinishi:



Fluorid kislota zaharli modda. Fluorid kislota shishalarga naqsh o'yish maqsadida, fluoridlar hosil qilishda ishlatiladi.

Fluorning kimyoviy jihatdan uta aktivligi tufayli deyarli hamma materiallar uning ta'sirida korroziyaga uchraydi. Fluorning hosil qilish apparatlari, saqlash va tashish uchun nikel va uning qotishmalari ishlatiladi.

Fluor keng ko'lamda uran izotoplarini ajratishda ishlatiladi. Fluor sovutgich modda (freon), polimer materiallar fluoroplast, teflon sintez qilishda qo'llaniladi.

Xlor va uning birikmalari. Xlor atomi bitta juftlashmagan elektroni bilan vodorod va ftorga o'xshashligi bor. Ammo III elektron qavatida 3d- orbitallari borligi bilan ulardan farq ham qiladi. Shu 3d orbitallari borligi tufayli d- oksidlanish darajalari na faqat -1, balki +1, +3, +5 va +7 bo'ladi. Xlorning elektron formulasi quyidagicha yoziladi: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Er yuzida tarqalishi 0,02 at %. Tabiatda quyidagi minerallar tarkibida uchraydi: osh tuzi NaCl, silvinit $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$, kamallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Tabiiy birikmalarda xlorning ikki xil izotopi mavjud: ^{35}Cl (75,53%) va ^{37}Cl (24,47%). Bundan tashqari xlorning bir necha xil sun'iy radioaktiv izotoplari hosil qilingan.

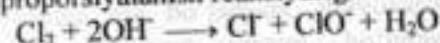
Xlor molekulasini yanglig ikki atomdan iborat (Cl_2). Xlor molekulasining dissotsilanishi uchun ko'proq energiya sarf bo'ladi: $E^\circ_{\text{Cl-Si}} = 243 \text{ kJ/mol}$.

Shuning uchun ham xlor molekulasining atomlarga parchalanishi faqat 1000°C va undan yuqori temperaturada sodir bo'ladi. Oddiy sharoitda xlor sargish-yashil rangli gaz, $t_{\text{qayn}} = -101^\circ$, $t_{\text{erit}} = -34^\circ\text{C}$. Bir hajm suvda 2 hajm xlor eriydi. Sovutilganda suvli eritmalaridan $\text{Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallogidratlar, ya'ni klatratlar ajralib chiqadi.

Xlorning olinishi. Laboratoriyada xlor HCl (NaCl, KCl) ga kuchli oksidlovchi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 , MnO_2 larni ta'sir ettirib olinadi:

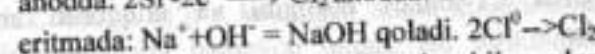
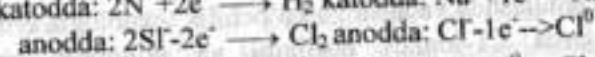
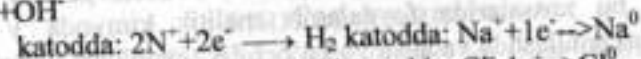
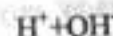


Kimyoviy xossalari. Xlor kuchli oksidlovchidir, u metallar va ko'pchilik metallmaslarni shiddat bilan oksidlaydi (kislorod, azot va inert gazlar bundan mustasno). Qaytaruvchilik xossasi faqat fluor bilan birikkanda namoyon bo'ladi. Shuningdek, xlor disproportsiyalanish reaksiyasiga kirishadi.



Sanoatda xlor osh tuzi eritmasi va suyuqlanmasining elektrolizi bilan olinadi.

Eritma elektrolizi sxemasi: Suyuqlanma elektrolizi sxemasi:



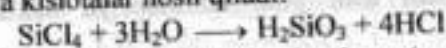
Xlor ko'pchilik metall va metallmaslar bilan xloridlar hosil qiladiki, ularning xossalari davrlar va guruhlar bo'yicha o'zgaradi.

Element	Na	Mg	Al	Si	P	S
Xlorid	NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	SiCl ₄	PCl ₅	SCl ₆

Xloridning

tabiati asosli amfoter kislotali

Asosli xossaga ega bo'lgan (ion bog'li) xloridlar, gidrolizga uchramaydi va ular yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lgan ion bog'lanishli kristall moddalardir. Kovalent bog'li xloridlar kislotali tabiatga ega bo'lib, gaz, suyuq modda yoki past temperaturada suyuqlanadigan qattiq moddalardir. Ular to'liq gidrolizlanadi va kislotalar hosil qiladi:



Xloridlarning tabiati har xilligi ularning o'zaro reaksiyasidan ham ko'rinadi:

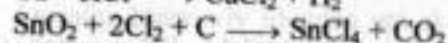
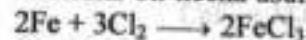


Asosli xloridlar (Cl^- ion hisobidan) elektron jufti donori vazifasini bajaradi. Kislotali xloridlar esa akseptor vazifasini o'taydi.

Ion-kovalent bog'li, amfoter xloridlar esa oraliq xossalarni namoyon qiladi. Ular ham kislota, ham asos tabiatli moddalar bilan birika oladi:



Xloridlar bir necha usul bilan olinishi mumkin.



Bu moddalar xlorid kislotalarning turli tuzlari bo'lib, ion bog'li va ion-kovalent bog'li xloridlar suvda yaxshi eriydi. Ammo AgCl , CuCl , AuCl , TiCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 tuzlar suvda yomon eriydi. Ularning bu xossalari foydalanib analitik kimyoda V guruh kationlarini aniqlashda va aksinga ko'pchilik texnologik eritmalarda, okava suvlarda CT-ionlari borligini va miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Vodorod xlorid – HCl ning fizikaviy xossalari: Oddiy sharoitda rangsiz, havo nomi ta'sirida «bug'lanib» turuvchi gazsimon modda. $t_{\text{mayq}} = -114,62^\circ\text{C}$, $t_{\text{kayn}} = -85^\circ\text{C}$. Vodorod xlorid suvda yaxshi eriydi, oddiy sharoitda bir hajm suvda qariyb 450 hajm HCl eriydi. Vodorod xloridning suvdagi eritmasi – xlorid kislota kuchli kislota.

Laboratoriya sharoitida osh to'ziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Vodorod xlorid sanoatda yorug'lik nuri ta'sirida vodorodga xlor ta'sir ettirib olinadi. $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$ (sintetik usul). Ikkinchi usul sulfat kislotali usul yoki laboratoriya usulining sanoatda qo'llanilishidir.

Kimyoviy xossalari a) HCl molekulasida qutbli kovalent $\text{H}:\text{Cl}:$ bog'lanishiga ega bo'lgani uchun suvda eriganda ionlarga parchalanadi.



Xlorid kislota kuchli kislota bo'lib metallar bilan ta'sirlashadi. Masalan:

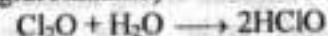


HCl -da Si^- holatda bo'lgani uchun qaytaruvchilik xossalari namoyon etadi: $4\text{HSi} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Si}_2$ Ushbu reaksiya sistema entropiyasining kamayishi bilan boradi. Shuning uchun $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ tenglamasiga ko'ra, temperatura oshgan sari ΔG musbat qiymatga esa bo'ladi-da, muvozanat chap tomonga siljiydi. Bu reaksiyada past yuqori bo'lmagan temperaturada kislorod oksidlovchi, ammo yuqori temperaturada xlor oksidlovchi bo'ladi (teskari reaksiyada).

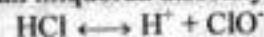
Xlorid kislota texnikada, meditsinada, laboratoriya amaliyotida keng ko'lamda ishlatiladi.

XLORNING +1 OKSIDLANISH DARAJASIDAGI BIRIKMALARI.

Xlor florid ClF , xlor oksid Cl_2O va xlor nitridi Cl_3N . Shuningdek, ularga to'g'ri keladigan anion komplekslarda xlor +1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Bu birikmalar suv bilan reaksiyaga kirishib (gidrolizlanib) kislota hosil qiladi.



Bulardan eng ahamiyatlisi NClO - gipoxlorit kislota HSIO – kuchsiz kislota, juda ham miqdorda dissotsiyanlanadi:

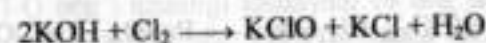


Oksixlorit ion- $[\text{ClO}]^-$ I va II guruh elementlari bilan gipoxlorit kislota tuzlarini hosil qiladi. Gipoxlorit kislota NClO beqarordir.

Ma'lumki texnologik jarayonlar uchun suvni tayyorlash bosqichlarida biri-suvni Cl_2 -gazi bilan dezinfeksiyalashdir. Bunda $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCl}$ reaksiyaga muvofiq HClO hosil bo'ladi

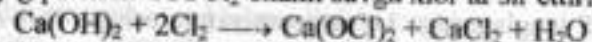


$\text{HClO} \longrightarrow \text{HCl} + \text{O}$ reaksiyaga ko'ra atomar kislorod chiqarib suvdagi zaharli zarrachalarni oksidlaydi va suv toza bo'ladi. Ammo xlorli suvga ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$) ishqor qo'shilsa bu qaytar reaksiyaning muvozanati unga to'liq siljiydi va reaksiya oxirigacha boradi, gipoxlorit kislotalarning barqaror tuzlari hosil bo'ladi:



KClO va KCl ularning birgalikdagi eritmasi javel suvi deb ataladi.

Kalsiy gipoxlorit CaOCl_2 ohakli suvga xlor ta'sir ettirib olinadi:

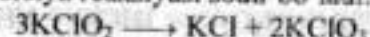


Hosil bo'lgan modda xlorli okak, yoki okartgich xlor deb ataladi. Tuzilish formulasi: $\text{SiO} - \text{Sa} - \text{OCI}$ ba'zi adabiyotda xlorli ohakning formulasi Sa(OSi)_2 holida yoziladi. Gipoxloritlar oksidlovchi, to'qimachilik sanoatida, tolalar, matolar, kog'ozni okartiruvchi modda sifatida, dezinfeksiyalashda ishlatiladi.

XLORNING (+3) OKSIDLANISH DARAJASIDAGI BIRIKMALARI.

Xlorning (+3) oksidlanish darajali birikmalari kuchli oksidlovchi, xususan, ClF_3 va $\text{Me[ClF}_4]$. ClF_3 bug'ida hatto shisha paxta Al_2O_3 , MgO kabi barqaror moddalar yonadi.

$4\text{ClF}_3 + 2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{AlF}_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{Cl}_2$. Dioksoxlorat ion ClO_2^- tuzlari xloritlar deb yuritiladi. Uning kislotali xlorit kislota HClO_2 uta beqarorligi sababli erkin holda olinmagan. Qizdirilganda xloritlarda disproporsiya reaksiyasi sodir bo'ladi:

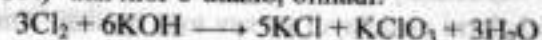


$\text{NaClO}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{O}_2$ xloritlar ichida NaClO_2 alohida ahamiyatga ega. U to'qimalar va kog'oz massasini okartishda ishlatiladi.

XLOR (+5) BIRIKMALARI.

Xlor +5 birikmalaridan biri pentaftorid ClF_5 . Bu birikma ClF_3 -dan ham beqarorroq. Bu oksidlanish darajasiga HSiO_3 - xlorit kislota to'g'ri kelib, quyidagicha ionlanadi: $\text{HSiO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SiO}_3^-$.

Uchoksoxlorit ion $[\text{ClO}_3]^-$ tuzlari xloratlar deb ataladi. Bertolle tuzi - kaliy xlorat KClO_3 ko'proq amaliyotda ishlatiladi, issiq ishqor (KON) -dan xlor o'tkazib, olinadi:



Kaliy xlorat suvda yomon eriydi. Xlorat kislota NSiO_3 erkin holatda ajratib olinmagan. Ammo 40%-li eritmasi ma'lum. Suvli eritmada HClO_3 kuchli kislota, u almaShinish reaksiyasi natijasida hosil qilinadi:



Xlorat kislota HClO_3 va xlorid kislota HCl aralashmasi «zar suvi» ga o'xshash, kuchli oksidlovchilik xossasiga ega.

Xloratlar qizdirilganda disproporsiyalanish reaksiyasiga kirishadi: $4\text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$. Katalizator ishtirokida xloratlar parchalanadi: $\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{O}_2$. Qizdirilganda xloritlar kuchli oksidlovchi ekanligini namoyon qiladi, ularning qaytaruvchilar bilan aralashmasi portlovchi modda hosil qiladi: $\text{KSiO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{KSi} + \text{P}_2\text{O}_5$ $\Delta H \ll 0$. Bertolle tuzi KClO_3 gugurt sanoatida ishlatiladi.

XLOR (+7) BIRIKMALARI

Xlorning eng yuqori oksidlanish darajasi +7, uning oksidi Cl_2O_7 va uchoksoftorid ClO_3F da namoyon bo'ladi. Xlor(VII) oksidi Cl_2O_7 boshqa oksidlaridan farqli ularok, rangsiz suyuq modda ($t_{\text{erit}} = -93,4^\circ\text{C}$, $t_{\text{qayn}} = +83^\circ\text{C}$). Xlor (VII) oksidi suvda eriydi va perxlorat kislota (HClO_4) hosil ketadi.

Vodorod bog'lanish tufayli HClO_4 molekullari dimerlangan:



Perxlorat kislota HClO_4 eng kuchli kislota. U konsentrlangan sulfat kislota va kaliy perxlorat tuzi reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi:



$\text{ClO}^- - \text{ClO}_2^- - \text{ClO}_3^- - \text{ClO}_4^-$ qatorida xlorning oksidlanish darajasi oshgan sayin anion komplekslar turg'unligi oshadi, chunki bu qatorda ClO^- dan ClO_4^- ga tomon BETA va SIGMA bog'lanishda qatnashuvchi elektronlar soni oshadi. $[\text{ClO}_n]^-$ anion komplekslarida Cl-O bog'i xarakteristikasi quyidagicha bo'ladi:

Anion kompleks	Bog'lanish xarakteristikasi	
	Bog' uzunligi $^{\circ}\text{A}$	Bog' energiyasi kJ/mol
Cl^-	1.70	209.0
ClO_2^-	1.64	244.5
ClO_3^-	1.57	243.7
ClO_4^-	1.45	363.5

Yuqoridagi jadvalda xlor atomi atrofida kislorod atomlari soni oshgan sari Cl-O bog'i uzunligi kamayadi va bog'lanish energiyasi oshadi. Ushbu qatorda ClO^- dan ClO_4^- tomonga ionlar barqarorligi

ustuvorligi oshgani sababli oksidlovchilik aktivligi kamayadi. Masalan, gipoxloritlar har qanday muhitda oksidlanish – qaytarilish reaksiyasiga kirishaveradi:



Ammono xloratlar (ya'ni ClO_3^- ionlari) faqat o'ta kislotali muhitda oksidlanish xususiyatiga ega:



Perxloritlar esa eritmalarida oksidlovchilik xususiyatini amalda namoyon qilmaydi:



$\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$ qatorida kislotalarning kuchi ortib boradi. Buning sabab shundaki $\text{ClO}^- - \text{ClO}_2^- - \text{ClO}_3^- - \text{ClO}_4^-$ qatorida, $\text{Cl} - \text{O}$ bog'lanish elektronlar zichligi tortgani sababli $\text{O} - \text{H}$ bog'i kuchi susayaveradi va kislota oson dissotsilanadi.

XLOR +4 VA Cl +6 BIRIKMALARI.

Xlor +4 zaryadli birikmasi sifatida ClO_2 ni ko'rib chiqish mumkin.



ClO_2 valentligi to'yinmagan birikma bo'lganligi uchun ham qaytarilish, ham oksidlanish xossasiga ega:



Birinchi reaksiya ko'proq amalga oshadi. Shuning uchun ClO_2 kuchli oksidlovchi, masalan: $\text{PbO} + 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{NaClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Xlor (IV) oksidi yorug'likka asta-sekin parchalanadi, temperatura kutarilganda portlash bilan parchalanadi.

Xlor (IV) oksidi ClO_2 kog'oz massasini oqartirishda ishlatiladi. Xlor (VI) oksidi ClO_3 oddiy sharoitda to'q qizil rangli moysimon suyuqlik, erkin holda ClO_3 barqaror modda.

Xlor (VI) oksidi ham ClO_2 -ga o'xshagan valentligi to'yinmagan:



Galogenlar qatoriga kiruvchi brom va iod to'g'risida qisqacha ma'lumot.

Brom tabiatda birikmalar holida uchraydi, uning NaBr , MgBr_2 birikmalari dengiz suvining 0,006 foizini tashkil etadi. Tabiatda

uchraydigan xlor birikmalari konida, masalan, KCl tuzlari konida ham brom birikmalari bo'ladi.

Brom turli organik va anorganik birikmalar tayyorlashda ishlatiladi. Bromdan ba'zi dorilar, antidetonatorlar ishlab chiqarishda, foto va kino materiallari sanoatida foydalaniladi.

Yod (J) oz miqdorda dengiz suv tarkibida bo'ladi. Dengiz o'simliklari yod birikmalarini O'zida tuplaydi. Bunday o'simliklar tanasida 1 foizgacha yod bo'ladi. Yod inson xayoti uchun nihoyatda zarur elementdir. Organizmda yod yetishmasa, turli kasalliklar – buqoq, xotira pastligi paydo bo'ladi.

Iodidlardan iod ajratib olish uchun ularga xlor ta'sir ettiribadi. Bunda xlor iodni ajratib chiqaradi (oksidlaydi):



Yod turli yod birikmalari tayyorlashda ishlatiladi. Yodning spirtidagi (5%-li) eritmasi antiseptik modda sifatida ishlatiladi. Yodning radiaktiv izotopi rak va kalkan bezi (buqoq) (metovidnaya jeleza), ateroskleroz kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Yod va bromning suvdagi eritmaları analitik kimyoda (yodometriya va bromometriya usullarida) oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

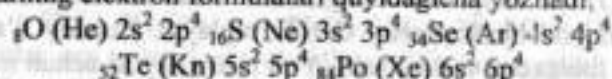
Galogenlarning xossalari bir-biriga o'xshashligi sababli faqat xlorning xossalarini o'rganib brom va yod kimyoviy xossalariga batafsil to'xtalmadik.

Takrorlash uchun savollar:

1. Galogenlar deb qanday elementlarga aytiladi?
2. Galogenlarning tartib raqami ortishi bilan
 - a) oksidlovchilik (qaytaruvchilik) xossalari qanday o'zgaradi?
 - b) vodorodli birikmalarining xossalari qanday o'zgaradi?
 - v) F bilan boshqa galogenlarning o'xshashlik va farqli tomonlari qanday izohlanadi?
3. Xlorning kislorodli birikmalari qanday olinadi?
4. Xlorning kislorodli kislotalari xossalari qanday o'zgaradi?
5. Xlorid kislota qanday olinadi va asosiy xossalarini tushuntiring?
6. Suvni xlorlashning kimyoviy tenglamasini tuzib, ifodalang.
7. Xlorli ohak nima? Qanday maqsadda ishlatiladi?

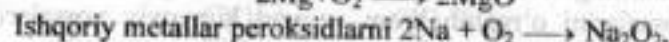
XVI. XALQOGENLAR

Umumiy xarakteristikasi Davriy sistemaning oltinchi guruhi asosiy guruhchasi elementlari xalqogenlar deyiladi. Ular qatoriga kislorod, oltingugurt, selen, tellur va poloniy kiradi. Bu elementlarning elektron formulalari quyidagicha yoziladi:



Ko'rinib turibdiki bu elementlarning valent elektronlari $ns^2 np^4$ bo'lgani uchun eng yuqori oksidlanish darajasi +6 ga, yoki eng past -2 ga teng. Lekin kislorod bundan mustasno. Kislorod atomining ionlanish potentsiali katta qiymat (13,62 eV) - ga ega. Qolgan elementlar uchun bu qiymat kamayib boradi.

Kislorod oddiy sharoitda ba'zi metallmaslar va metallar bilan birikib oksidlarni hosil qiladi:



$2\text{K} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{O}_2$ hosil qiladi. Shuning uchun kislorod atomidagi elektronlar juda kuchli bog'langan va elektromanfiyligi -3,5 ga teng. Kislorod atomi boshqa element atomidan ikkita elektron tortib olib, oksidlanish darajasi -2 ga teng bo'ladi.

Kislorod atomidan elektron tortib oladigan element faqat fluor atomidir.

VI A guruh elementlarining ayrim xossa va kattaliklari

Element xossalari:	O(8)	Si(16)	Se(34)	Te(52)
Zichligi, g/sm ³	0,0014	Rombik 2,06	Metall 4,82 metallmas 4,47	Metall 6,25 metallmas 6,0
Suyuq. temp. °C	-219	Rombik 113	220	452
Qaynash temp. °C	-183	445	685	1390
Atom radiusi, nm	0,066	0,104	0,117	0,137
Ion (E ⁻) radiusi, nm	0,136	0,152	0,193	0,221
Ionlanish ener., ev	13,6	10,36	9,75	9,01
Oksidlari (dioksid) kislotalari		SO ₂ H ₂ SO ₃	Se ₂ H ₂ SeO ₃	Te ₂ H ₂ TeO ₃
Uch oksidli kislotalar		SO ₃ H ₂ SO ₄	SeO ₃ H ₂ SeO ₄	TeO ₃ H ₂ TeO ₄
Oksidlarining kislotali xossasi kamayadi →				
Vodorodli birikmalari	H ₂ O	H ₂ S	H ₂ Se	H ₂ Te
Vodorodli birikmalari tarkamolligi kamayadi →				

Oltinchi guruh asosiy guruhchasi elementlarining metallmaslik xossalari yuqoridan pastga kamayib boradi. Kislorod va oltingugurt metallmas, Selen va tellur ham metall, ham metallamas xossalarini poloniy esa kuchli metallik xossalarini namoyon qiladi.

Oltingugurt. Oltingugurtning oksidlanish darajalari -2, 0, +2, +4, +6 bo'la oladi. Oltingugurt valentligining o'zgaruvchanligi 3d-orbital mavjudligidadir.

Tabiatda oltingugurt sulfidlar FeS_2 , PbS , ZnS , Si_2S holida, sulfatlar $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ holida tabiiy gaz tarkibida H_2S holida uchraydi.

Olinishi. Oltingugurt olinishi usullaridan birining qisqacha sxemesini keltiramiz. Tarkibida kolchedonlar bo'lgan ruda boyitiladi. Boyitilgan konsentrat qaynoq xlorid kislotada ishlanadi. Hosil bo'lgan vodorod sulfid endiriladi. Endirilganda hosil bo'lgan SO_2 H_2S ishtirokida qaytariladi va oltingugurt ajratib olinadi:

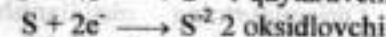
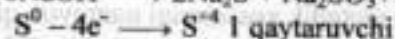
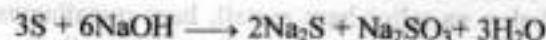
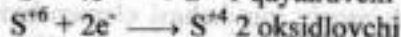
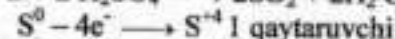
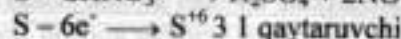


Fizik xossalari. Sariq rangli, qattiq, suvda erimaydigan modda. Uglerod sulfid (SS_2) da eriydi (Jadvalga qarang). Kislorod ta'sirida ko'kimtir alanga berib yonadi. Ikki xil allotropik ko'rinish (rombik, plastik) da mavjud bo'ladi.

Kimyoviy xossalari. Oltingugurt kimyoviy aktivligi jihatidan kisloroddan keyin turadi. U metallmas element bo'lsa-da, ham metall, ham metallamaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Oltingugurt yuqori temperaturada konsentrlangan kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi.



Oltingugurt xalq xo'jaligida keng miqyosda ishlatiladi. Rezina sanoatida, porox tayyorlashda, meditsinada, qishloq xo'jaligida hasharotlarni yo'qotish uchun, gugurt tayyorlashda, bo'yoq

(ultramarin ko'k rang) tayyorlashda, to'qimachilik sanoatida kimyo sanoatida sulfat kislotasi istexsol qilish uchun ishlatiladi.

Oltingugurt qator birikmalar: vodorod sulfid, metall sulfidlari, oksillar, sulfit, sulfat kislotalar va ularning tuzlari, tiosulfatlar, peroksosulfatlarni hosil qiladi. Vodorod sulfid rangsiz, palagda tuxum xidli, zaharli gaz. Havodan bir oz og'ir. Suvda yaxshi eriydi. Vodorod sulfid laboratoriyada Kipp apparatida olinadi.



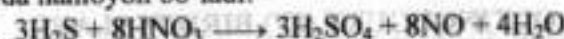
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi ikki negizli kuchsiz kislotasi xossasini namoyon qiladi.



Vodorod sulfid kislorod ta'sirida yonadi:



Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchi. Uning bu xossasi quyidagi reaksiyalarda namoyon bo'ladi:



O'simliklar va hayvonlar jasadlari chirishi natijasida H_2S hosil bo'ladi. Havo tarkibida vodorod sulfid mavjudligi sababli kumushdan yasalgan buyumlar vaqt utishi bilan qorayadi, ya'ni hosil bo'ladigan kumush sulfid bilan qoplanadi:



Asos va tuzlarning eritmalariga H_2S yuborilganda metall sulfidlar hosil bo'ladi.

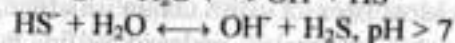


Ammoniy ioni va ishqoriy metallarning sulfidlari suvda yaxshi eruvchan, boshqa metallar sulfidlari suvda yomon eriydigan moddalardir. Al_2S_3 , Fe_2S_3 , Cr_2S_3 lar qattiq holda mavjud emas.

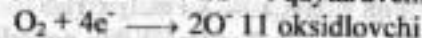
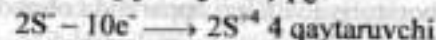
Kuchsiz kislotasi tuzlari sifatida suvda eruvchan sulfidlar gidrolizga uchraydi. Ishqoriy metallar sulfidlari eritmalarida gidroliz natijasida kuchli ishqoriy muhitga ega.



Ion – molekulyar shaklda bu reaksiyalar quyidagicha yoziladi:



Sulfidlar va polisulfidlar (FeS_2) -ni oksidlab, oltingugurt -(IV) oksidi hosil qilinadi.



Bu reaksiyadan (sanoatda) ishlab chiqarishda 6 sulfat kislota olishda foydalaniladi.

Pirit ya'ni disulfid FeS_2 - da S_2^{2-} - ionlari da oltingugurt atomlari o'zaro disulfid bog'lari orqali bog'langan:



OLTINGUGURT (IV) BIRIKMALARI

Tetragalogenid $SHal_4$, oksodigalogenid $SOHal_2$, oltingugurt(IV) oksidi $-SO_2$ va ularga to'g'ri keladigan anionlar (HSO_3^- , SO_3^{2-}) - da oltingugurt +4 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Bu birikmalar ichida oltingugurt (IV) oksidi $-SO_2$ eng ko'p tarqalgan bo'lib, rangsiz, o'tkir xidli, havodan og'ir ($r = 2,926$ g/l) bug'uvchi gaz. Yonmaydi va yonishga yordam bermaydi. Suvda eriydi va kuchsiz kislota hosil qiladi. U oltingugurt(IV) metall sulfidlarini yoqish natijasida hosil bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan birikmalar suvda eriganda kislota hosil qiladi:



Sulfit kislota H_2SO_3 kuchsiz kislota bo'lib faqat eritmalarda mavjud bo'ladi.



Suvli eritmalarda $SO_3^{2-} - 2e^- \longrightarrow SO_4^{2-}$ reaksiya sababli sulfat ioniga aylanadi, ba'zan disproporsiyalanib S-ni hosil qiladi. Uning turli metallar bilan hosil qilgan tuzlari barqaror bo'lib ishqoriy

metallar bilan hosil qilgan tuzlari M_2SO_3 va gidrosulfitlari $M(HSO_3)$ suvda eruvchan bo'ladi.

Suvli eritmada bu tuzlar anion bo'yicha gidrolizlanib: $SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow HSO_3^- + OH^-$ eritma muhiti ishqoriy bo'ladi.

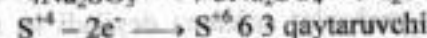
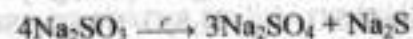
SO_2 va SO_3^{2-} ionlari ham qaytaruvchi



ham oksidlovchi xossalarga ega:



Sulfitlar yuqori temperaturada disproporsiyalanish xossasini namoyon qiladi:



Oltingugurt (IV) oksidi sulfat kislota hosil qilishda, kog'oz ishlab chiqarishda tekstil sanoatida, mevalarni konservalashda va kimyoviy sintezlarda ishlatiladi.

OLTINGUGURT (VI) BIRIKMALARI

Elektromanfiligi kattaroq bo'lgan elementlar bilan birikish natijasida oltingugurt (VI) birikmalari hosil bo'ladi. M: SF_6 , SOF_4 , SO_2F_2Al , SO_3 - ni keltirish mumkin.



SO_3 sulfat anhidridi. $t_{\text{qaynatiladi}} = +42^\circ C$ da qaynaydi. Suyuq holda $(SO_3)_3$ - trimer holatida bo'ladi. Suv bilan birikib sulfat kislota hosil qiladi.

SO_3 ni SO_2 ni oksidlash bilan: $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ olinadi. Bunda katalizator NO , V_2O_5 lar ishlatiladi.

Sulfat kislota. Moysimon suyuqlik bo'lib, kuchli kislota qatoriga kiradi. Suv bilan xohlagan nisbatda aralashadi (H_2SO_4) Sulfat kislota ikki xil usulda: nitroza va kontakt usulida olinadi.

Nitroza usuli. Oltingugurt(IV) yoki metall sulfidlarini endirib SO_2 gazi hosil qilinadi. Hosil bo'lgan SO_2 - azot (VI) oksid [NO_2] ishtirokida O_2 bilan ta'sir ettiriladi.

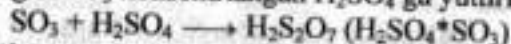
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{V}_2\text{O}_5} \text{SO}_3$ bu modda sulfat kislota eritmasiga yuttirilib $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ olinadi. Bu moysimon modda suyultirilib turli konsentratsiyali H_2SO_4 eritmasi olinadi.

Bu usul bilan olingan sulfat kislota toza bo'lmisidan, 80% - li bo'ladi. Bunday kislota, asocan mineral ug'it ishlab chiqarishga sarflanadi.

Kontakt usuli. Bu usulda sulfit angidridi SO_2 katalizator yordamida oksidlanadi:



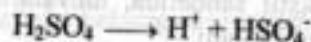
Hosil bo'lgan SO_3 konsentrlangan H_2SO_4 ga yuttiriladi:



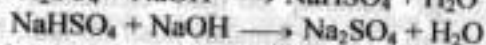
Hosil bo'lgan mahsulot «oleum» deyiladi va suv ta'sir ettirib sulfat kislota olinadi:



Sulfat kislota ikki negizli bo'lganligi uchun ikki bosqichda dissotsiyanlanadi:

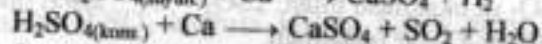


Ikki xil tuz: o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi.



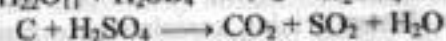
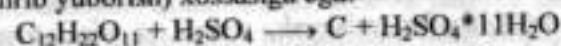
Sulfat kislota xossasi uning eritmasi konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Suyultirilgan sulfat kislota metallarga ta'siri natijasida faqat vodorod ajralib chiqadi. Konsentratlangan sulfat kislota metallar bilan reaksiyaga kirishganda qaytarilish mahsuloti SO_2 , H_2S va suv hosil bo'ladi.



Konsentrlangan sulfat kislota kuchli gigroskopik modda bo'lgani uchun o'ziga suvni kuchli biriktirib oladi. Bu ekzotermik jarayon bo'lgani uchun katta miqdorda issiqlik chiqadi. Shu sababli suyultirilgan eritmasini tayyorlashda distillangan suv ustiga konsentrlangan sulfat kislota eritmasini oz-ozdan qo'shib aralashtirib turiladi.

Konsentrlangan sulfat kislota organik moddalar, gazlar bilan aralashgan suvni, yog'och kog'oz tarkibidagi suvni tortib olish (hatto yondirib yuborish) xossasiga ega:



Sulfat kislota achchik tosh olishda, akkumulyatorlarni ishlatishda, organik moddalarning sintezida va kimyoviy sanoatining ko'p sohalarda ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Xalqogonlar deb qanday elementlarga aytiladi?
2. Oltingugurtning elektron tuzilishi va oksidlanish darajasini ko'rsating.
3. Vodorod sulfidi, sulfid kislota deganda nimani tushunasiz?
4. Oltingugurtning kislorodli birikmalari formulalarini yozing.
5. Sulfidlar qanday moddalar, ularga misollar keltiring, eruvchanligi, gidrolizlanishiga doir misollar yozing.
6. Sulfat kislota tuzilishi va dissotsiyanlashi natijasida hosil bo'luvchi zarrachalarni yozing.
7. Konsentrlangan sulfat kislota metallar bilan ta'sirini tushuntiring.
8. Suyultirilgan sulfat kislota metallar bilan ta'sirini tushuntiring.
9. Sulfat kislota olishning asosiy bosqichlarini tushuntiring.
10. Oleum nima? Undan qanday qilib sulfat kislota olinadi?
11. Sulfat kislota qo'shalok tuzlariga misollar keltiring, ishlatilishini izohlang.

XVII. AZOT GURUHI ELEMENTLARI.

Umumiy xarakteristikasi. Beshinchi guruh asosiy guruhchasi elementlari azot, fosfor, mishyak, surma va vismutdan iboratdir. Ushbu guruhcha elementlarining xossalari bir – biridan keskin farq qiladi. Azot gaz holatdagi moddadir. Fosfor qattiq holatdagi metallmasdir. Mishyakdan vismo'tga o'tgan sari metallik xossalar kuchayaveradi. Azotdan vismo'tga o'tgan sayin elementlarning E^{13} ionlar radiusi kattalashib, nisbiy elektromanfiyligi va ionlanish energiyasi kamayib boradi.

Quyidagi jadvalda elementlar xossalari o'zgarishi o'z ifodasini topgan:

Element Xossalari	N(z=9)	P(17)	As (35)	Sb (53)	Bi(85)
Valentlik belgilaydigan elektronlar	$2S^2 2p^3$	$3S^2 3p^3$	$4S^2 4p^3$	$5S^2 5p^3$	$6S^2 6p^3$
Qaynash temp. °C	-195.8	280	633	1635	1560
Ok Qizil		416			
Suyuq. tem. °C	-210	44,1	817	630	271
Ok Qizil		590			
Zichligi, g/sm ³	1,25*10 ⁻³	1,82			
Ok Qizil		2,36			
Atom radiusi, nm	0,070	0,110	0,118	0,136	0,146
Ion (E^{13}) radiusi, nm	0,015	0,035	0,047	0,062	0,074
Nisbiy elektromanfiyligi	3,07	2,2	2,1	1,8	1,7
Ionlanish energiyasi eV	14,53	10,49	9,82	8,64	7,3
Oksidlari (E^{13})	N_2O_5	P_2O_5	As_2O_5	Sb_2O_5	Bi_2O_5
Kislotalari	HNO_3	H_3PO_4	H_3AsO_4	—	—

Elementlarning guruhchada tartib raqamning ortishi bilan metallmaslik xossalari susayib va metallik xossalari ortadi.

Bu elementlar birikmalarida -3, 0, +3, +5 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Faqat azot -3 dan +5 gacha bo'lgan barcha oksidlanish darajasidagi birikmalarni hosil keladi.

Azot guruhning birinchi elementi bo'lib, ko'p o'rganiladigan metallmaslar qatoriga kiradi.

Azot (N_2) rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz. Havodan ozgina yengil (28 u.b.), yonmaydi, yonishga yordam bermaydi, suvda juda oz eriydi (1 l suvda 15 ml azot eriydi). Temperatura pasayishi bilan eruvchanligi ortadi.

Azot erkin holatda havoning 78,2% – ini tashkil qilib, birikmalar, minerallar tarkibida va tirik organizmlarda uchraydi.

Olinishi. Sanoatda azotni suyultirilgan havoni rektifikatsiyalash yuli bilan olinadi. Laboratoriyada azot ammoniy nitritni qizdirib olinadi:



Azotning birikmalarda oksidlanish darajalari quyidagicha bo'lishi mumkin: -3, -1, +1, +2, +3, +4, +5.

Azot molekulasida N_2 – ning elektron konfiguratsiyasi:

$(s^{1/2})^2 (s^{1/2})^2 (x, V^{1/2})^4 (z^{1/2})^2$ bo'lib, bu molekulada azot atomlari orasi uchlamchi bog' $N = N(d_{NN} = 0,1055 \text{ nm})$, borligidan dalolat beradi. Shuning uchun ham azot molekulasida juda barqaror



Hatto 3000°C issiqlikda azot molekulasining dissotsiyanlashi 0,1% -ni tashkil etadi.

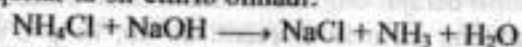
Erkin holdagi azot faqat litiy metalli bilan bevosita birikib $6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$ litiy nitridni hosil qiladi. Bunday nitridlar (Na_3N , K_3N , Mg_3N_2 , Ca_3N_2 , AlN) tegishli metallarni azot atmosferasida qizdirish bilan hosil qilinadi. Bu reaksiyalarda azot oksidlovchilik xossalari namoyon qiladi. Ularda N^3 holida bo'ladi. Nitridlar suvda yaxshi eriydi: $Li_3N + 3H_2O \rightarrow 3LiOH + NH_3$ larni hosil qiladi.

Azot metallmaslardan H_2 , O_2 , Cl_2 gazlari bilan ta'sirlashadi. Vodorod bilan ta'sirlashganda oksidlovchi, boshqa metallmaslar bilan ta'sirlashganda qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi.

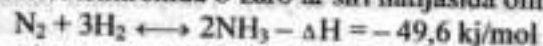
AZOTNING VODORODLI BIRIKMALARI.

Azot vodorod bilan NH_3 ammiak, N_2H_4 gidrazin, N_2H_2 diimid birikmalarini hosil qiladi. Bulardan ko'p o'rganiladigani ammiakdir.

Ammiakning olinishi. Laboratoriya Sharoitida ammoniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda ammiak havodagi azot va vodorod gazi aralashmasini yuqori bosim 200-800 atm. bosim, 500-550°C temperaturada $\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ katalizatori ishtirokida o'zaro ta'siri natijasida olinadi:



Bu qaytar jarayon bo'lgani uchun reaksiya davomida muvozanat yuzaga keladi. Muvozanatni siljitish Shartlari to'g'risida «kimyoviy muvozanat» mavzusida batafsil tushunchalar berilgan edi (I qism).

Ammiak odatdagi sharoitda havodan yengil, rangsiz bug'uvchi gaz, 1 l suvda 700 hajm eriydi. -33°C da qaynab, -78°C da qattiq holatga o'tadi.

Ammiak moddasining bug'lanish issiqligi katta bo'lgani uchun muzlatgichlarda «sovuqlik hosil qiluvchi modda» sifatida ishlatiladi.

NH_3 molekulasida uch yo'qli piramida tuzilishli $r_{\text{N-H}} = 1,015 \text{ \AA}$, $\angle \text{H-N-H} = 107,3^\circ$. Azot atomi orbitallari sp^3 gibridlanganligi sababli kuchli donor xossasiga ega, molekulasining dipol momenti $\mu = 1,46 \text{ D}$ bo'lib, qutbli molekuladir.

Ammiakning suvda erishi uning molekulasidagi bir juft taqsimlanmagan elektron jufti borligi bilan oson tushuntiriladi.



Ammiak molekulasida vodorod ioni bilan reaksiyaga kirishib kompleks ion hosil qiladi. Vodorod ionida vakant katakcha bor, ammiak molekulasida esa, elektron jufti bor. Azot atomi elektron juftini berib, donor vazifasini bajaradi. vodorod ioni esa vakant, ya'ni bo'sh orbitali bilan akseptor vazifasini o'taydi. Shunday qilib, donor akseptor bog'lanish vujudga keladi.

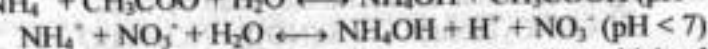
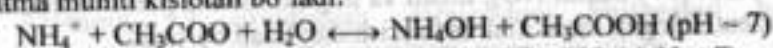
Hosil bo'lgan modda NH_4OH — kuchli asos: $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Eritmada $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$, 1 molyarli eritmasida dissotsilanish darajasi 0,4% ni tashkil etadi. 25% li eritmasi keng ishlatiladi ($\rho = 0,91 \text{ g/sm}^3$). Uni suyultirib tegishli konsentratsiyali eritmalar hosil qilinadi. 10% li NH_4OH eritmasi «naShatir spirti» deyiladi. Ammiakning har qanday konsentratsiyali eritmasi zaharli modda.

Gaz holdagi ammiak turli kislotalar bilan birikib, qattiq holatdagi moddalarni hosil qiladi:



Hosil bo'lgan tuzlar ammoniy tuzlari deyiladi va barchasi suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmalarida ammoniyli tuzlaridan: $\text{NH}_4\text{OOCCH}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, NH_4NO_3 , NH_4CNS , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ lar ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi. NH_4Cl , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4ClO_4 kabilar faqat kation bo'yicha gidrolizlanib, eritma muhiti kislotali bo'ladi:



Qattiq holdagi ammoniy tuzlarini hosil qilgan kislotalarning kuchi ortib borishi bilan ularning termik barqarorligi ham ortib boradi. Shu boisdan NH_4NO_2 ga nisbatan NH_4NO_3 , NH_4F ga nisbatan NH_4Cl , unga nisbatan NH_4I barqaror moddalardir.

NH_4^+ ionining radiusi $r = 1,43 \text{ \AA}$ bo'lib, kaliy ioni (K^+) radiusi $r = 1,33 \text{ \AA}$ ga yaqin. Shu boisdan ammoniy birikmalarining xossalari kaliyning birikmalari xossalariга o'xshab ketadi.

Bu tuzlardan NH_4NO_3 ammoniyli selitra, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ammosfos, $\text{K}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ ammosfoska azotli va kombinatsiyalangan mineral ug'itlar sifatida ishlatiladi. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ammoniy karbonat non va kandolat mahsulotlari ishlab chiqarishda, «govak» tuzilishli mahsulotlar olishda $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ keng qo'llaniladi.

Ammoniy tuzlari bilan ammoniy gidroksid aralashmasi ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$; $\text{NH}_4\text{OOCCH}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$ eritma muhiti doimiy bo'lgan asosli bufer eritmalar Hosil qilishda keng qo'llaniladi.

Gaz holdagi ammiak kuchli qaytaruvchilik xossasiga ega bo'lgani uchun ba'zi passiv metallarni olishda ishlatiladi: $3\text{CuO} +$

$2\text{NH}_3 \longrightarrow 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$. Kislorod ta'sirida ammiak yonadi: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (katalitik oksidlanish). Katalizatorsiz: $2\text{NH}_3 + 3/2\text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. Azotning kislorodli birikmalarini hosil qilishda foydalaniladi.

AZOTNING KISLORODLI BIRIKMALARI.

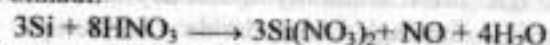
Azot kislorod bilan besh xil oksid hosil qiladi.

Azot (I) – oksidi N_2O , ammoniy nitrat qizdirilganda hosil bo'ladi:



N_2O kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Befarq oksidi.

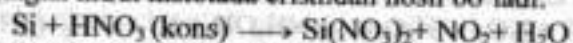
Azot (II) oksidi NO befarq oksid, 30-35% li nitrat kislota mis ta'sir ettirib olinadi:



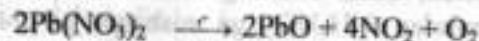
Azot (III) – oksidi N_2O_3 quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi:



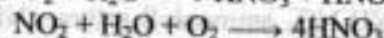
Azot (IV) oksidi NO_2 , misni va unga o'xshash passiv metallarni konsentrlangan nitrat kislota erishidan hosil bo'ladi:



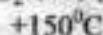
Ba'zi metallar natratlarning termik parchalanishidan ham NO_2 hosil bo'ladi:



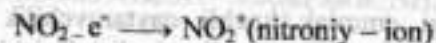
Azot (IV) – oksidi suvsiz nitratlar hosil qilishda, nitrit va nitrat kislotalar hosil qilishda ishlatiladi.



Past temperaturada azot (IV) – oksidi NO_2 dimerlanadi:



Azot (IV) oksidida azot +4 oksidlanish darajasida bo'lgani uchun elektron yo'qotishi ham (ionlanish energiyasi 9,78 eV), qabul qilishi ham (elektronga moyillik 2,5 eV) mumkin:



Yuqoridagi xossalari azot (VI) oksidining disproporsiya reaksiyasiga moyilligini ko'rsatadi va buning isboti sifatida quyidagi moddalarning hosil bo'lishini ko'rsatish mumkin:

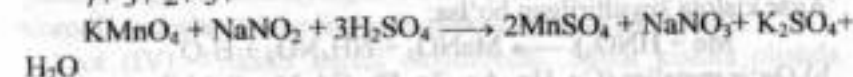
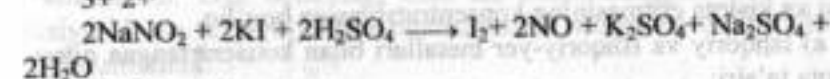


Nitrat kislota to'g'ri keladigan azot (V) oksidi, natrat angidrid N_2O_5 , NO_2 -ni ozon bilan oksidlanishdan hosil bo'ladi:



Azot kislotalari va ularning tuzlari Azot ikki xil kislota HNO_2 va HNO_3 larni hosil qiladi. Bulardan HNO_2 nitrit kislota faqat tuzlari eritmalarida (KNO_2 , NH_4NO_2 , NaNO_2) kislotalar ta'sir ettirilganda hosil bo'luvchi kuchsiz kislota $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$: $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$. Ishqoriy muhitda muvozanat o'ngga siljiydi. Shu sababli nitrit kislota nisbatan uning KNO_2 , NaNO_2 va $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tuzlari ko'p ishlatiladi.

Azotning +3 oksidlanish darajasidagi birikmalari ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi xossalarni namoyon qiladi.



Nitrat kislota HNO_3 kuchli kislota bo'lib, och sariq tusli, bug'lanib turuvchi, 84°C da qaynab, -42°C da qattiq holatga utuvchi eritma holida bo'ladi. Sanoatda 63%, 96% foizli ($d = 1,45 \text{ g/cm}^3$) eritmaları ishlab chiqariladi.

Laboratoriyada olinishi: Nitrat kislota tuzlariga kuchli kislota ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda nitrat kislota ammiakni katalitik oksidlab olinadi:



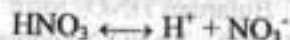
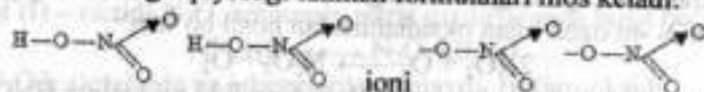
Hosil bo'lgan NO_2 ikki usulda suvga yuttiriladi:

Birinchisi: $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$ Bunda nitrit va nitrat kislotalari hosil bo'ladi. Nitrit kislota fraksiyasi ajratilib, azotning (III) birikmalari olinadi.

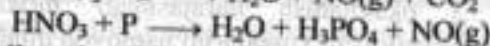
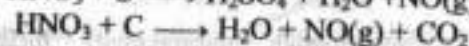
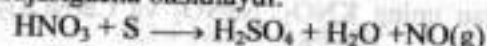
Ikkinchisi: $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{HNO}_3$

Bu usulda faqat nitrat kislota ishlab chiqariladi.

Nitrat kislota molekulasida azotning oksidlanish darajasi +5, valentligi IV. Unga quyidagi tuzilish formulalari mos keladi:

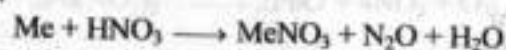


Nitrat kislotaning metallmaslar bilan ta'siri: konsentrlangan nitrat kislota S, C, P kabi metallmaslarni ularning eng yuqori oksidlanish darajasigacha oksidlaydi:

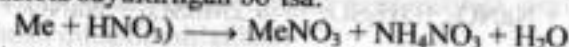


Metallar bilan nitrat kislota ta'siri metallning aktivlik qatoridagi o'rni va kislota eritmasining konsentratsiyasiga bog'liq.

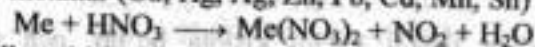
a) Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan konsentrlangan nitrat kislota ta'siri:



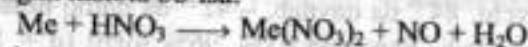
Agar kislota suyultirilgan bo'lsa:



b) Og'ir metallar (Cu, Hg, Ag, Zn, Pb, Cd, Mn, Sn) bilan:



Suyultirilgan kislota bo'lsa:

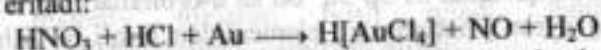


Konsentrlangan nitrat kislota Fe, Al, Cr kabi metallarni passivlashtiradi va ular bilan reaksiyaga kirishmaydi.

Nitrat kislotaning har qanday konsentratsiyali eritmasi Au ga ta'sir etmaydi. Uning bu xossasidan foydalanib, Au ni Cu dan ajratishda foydalaniladi.

Konsentrlangan nitrat kislota va konsentrlangan xlorid kislotaning 1:3 hajmiy nisbatdagi eritmaları aralashmasi «Zar suvi»

deyiladi va juda kuchli oksidlovchi xossaga ega bo'lgani uchun Au, Pt – larni eritadi:



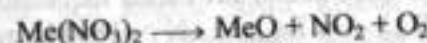
Nitrat kislota deyarli barcha metallar bilan tuzlar hosil qiladi. Ular nitratlar (selitra) deyiladi. Nitratlarning barchasi suvda yaxshi eruvchilardir. Nitratlardan ishqoriy va ishqoriy-yer metallari tuzlari suvli eritmada gidrolizlanmaydi. Boshqa metallarning, ammoniy-ionining nitratlari kation bo'yicha gidrolizlanadi, eritmaları kislotali ($\text{rN} < 7$) muhitli bo'ladi.

Nitratlarning barchasi temperatura ta'sirida parchalanadi. Parchalanish mahsulotlari metall-ionining tabiatiga bog'liq bo'ladi:

a) Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari nitratlari:



b) Aktivlik qatorida Mg dan Cu gacha joylashgan metallar nitratlari:



v) Ag, Hg kabi metallarning nitratlari:

$\text{MeNO}_3 \longrightarrow \text{Me} + \text{O}_2$ yoki $\text{Me} + \text{NO} + \text{O}_2$ mexanizmi bo'yicha parchalanadi.

Ishlatilishi. Gaz holatidagi azot tez oksidlanadigan moddalar reaksiyasida va tez ayniydigan mahsulotlarni saqlashda inert muhit sifatida ishlatiladi.

Azot (I) oksidi N_2O ning oz miqdori bilan nafas olganda inson organizmi ogrikni sezmaydigan bo'lib qoladi. Shuning uchun uning kislorodli aralashmasi meditsinada narkoz sifatida ishlatiladi.

Azot (IV) – oksidi kuchli oksidlovchi. Sulfat kislota olishda SO_2 ni SO_3 ga o'tkazishda NO_2 gazidan oksidlovchi sifatida foydalaniladi.

Ammiakning suvdagi eritmasi, karbamid $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, natriy nitrat, kaliy nitrat, kalsiy nitrat, ammoniy nitrat, ammoniy sulfat azotli ug'itlar sifatida ishlatiladi. Azot texnikada portlovchi moddalar tayyorlashda elektr lampalarini tuldishda azobirikmalari va meditsinada dorilar tayyorlashda ishlatiladi.

Nitrat kislota va azotning boshqa birikmalari kimyo sanoatida keng ko'lamda ishlatiladi.

FOSFOR. Fosfor V guruhning azotdan keyin turuvchi elementi bo'lib, uning metallmaslik xossasi azotga nisbatan kuchsizroq

namoyon bo'ladi. Lekin fosfor atomining elektron tuzilishiga ko'ra tashqi elektron qavatida $3s^2 3p^3 3d^0$ bo'sh d-orbitallarning bo'lishi bu elementning ayrim jihatlari azot elementidan farqli bo'lishiga saba bo'ladi.

Fosforning tabiatda tarqalishi: forfor tabiatda erkin holda uchramaydi. Uning asosiy qismi fosforli apatitlar $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$, fosforit $Ca_3(PO_4)_2$ holida, ko'pchilik oksil, nuklein kislota, fosfolipidlar hamda suyak va tishlarda uchraydi.

Fosforning 3 xil allotropik shakl o'zgarishlari bo'lib, ulardan ok fosfor (R_4) zichligi $1,82 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan mumsimon modda, $44,1^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi, 275°C da qaynaydi. Koronguda shulalanuvchi zaharli modda. Suvda erimaydi. Benzol, uglerod sulfidida, efirda eriydi. Yorug'lik ta'sirida sekinlik bilan qizil fosforga o'tadi. Bu o'zgarish $280-340^\circ\text{C}$ da juda tez yuz beradi. Ochiq havoda o'z-o'zidan alangalanuvchan bo'lgani uchun suv ostida saqlanadi. $r_{p-p} = 2,21^\circ\text{A}$, $E_{p-p} = 200 \text{ kJ/mol}$, $R_{ok} \rightarrow R_{(qizil)} - \Delta N = -1864 \text{ kJ/mol}$.

QIZIL FOSFOR zichligi $2,2 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan, zararsiz, 260°C da yonadigan modda. Qizil fosfor qizdirilsa, bug'lari kondensatlanib, ok fosforga o'tadi. Lekin temperatura o'zgarishi bilan tuk jigar rangdan binafsha rangga o'zgaradi.

KORA FOSFOR qizil fosforni 10-12 ming atmosfera bosimda 220°C da qizdirganda hosil bo'ladigan kora-kulrang (grafitga o'xshash) zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan, elektr o'tkazuvchan, 490°C da alangalanadigan, qizdirganda asta-sekin qizil fosforga aylanadigan modda. Atom kristall panjaraga ega. $r_{p-p} = 2,18^\circ\text{A}$, $R_{ok} \rightarrow P_{kora} - \Delta H = -42 \text{ kJ/mol}$.

Kimyoviy xossalari. Fosfor birikmalarida oksidlanish darajasi -3, +3, +5 ga teng bo'ladi. Fosfor sanoatda kalsiy fosfatni SiO_2 ishtirokida koks bilan qaytarib olinadi:



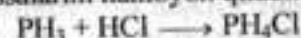
Fosfor metallar bilan oksidlanish darajasi 3 ga teng bo'lgan fosfidlar hosil qiladi.



Fosfidlar suvda eriydi va fosfin hosil qiladi:



Fosfin zaharli gazdir. Fosfin kuchli kislotalar bilan reaksiyaga kirishib fosfoniyl tuzlarini hosil qiladi, bunda fosfin elektronodonorlik xossalarini namoyon qiladi:



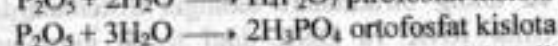
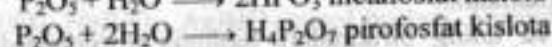
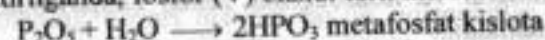
Fosfin toza fosfor olish maqsadida va fosfor organik birikmalar sintezida ishlatiladi.

Fosfidlar yarim o'tkazgich metallar sifatida va metallarni oksidlanishdan himoya qiladigan qoplamalar tayyorlashda ishlatiladi.

Fosforning kislorodli birikmalari. Fosfor kislorod ta'sirida (enganda) ikki xil oksid P_2O_3 fosfor (III) oksidi va P_2O_5 fosfor (V) oksidini hosil qiladi:



P_2O_3 kuchsiz uch negizli fosfit kislota H_3PO_3 ga to'g'ri keladigan oksid. Fosfor (V) oksid P_2O_5 shiddat bilan suv biriktirib olib, kuchsiz uch negizli fosfat kislota H_3PO_4 hosil qiladi. Shuning uchun u suvsizlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Turli nasbatda suv ta'sir ettirilganda, fosfor (V) oksidi turli kislota hosil qiladi:



Bulardan ahamiyatlisi ortofosfat va o'rta kislota. Ortofosfat kislota uch negizli bo'lganligi uchun nordon tuzlar hosil qiladi:



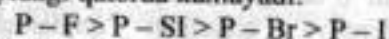
Fosfat kislota tuzlari. Fosfat kislota $H_2PO_4^-$ ioni saqlagan digidrofosfatlar, HPO_4^{2-} ioni saqlagan gidrofosfatlar, HPO_4^{2-} fosfat ioni saqlagan ortofosfat (o'rta tuz) larni hosil qiladi. Bulardan ishqoriy metallar (litiydan boshqa) ning va ammoniy ionining tuzlari suvda yaxshi eriydi va anion bo'yicha gidrolizlanadi. Shu sababli eritmaları ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

Boshqa metallar fosfatlari deyarli suvda erimaydi. Bulardan faqat $Ca(H_2PO_4)_2$ suvda yaxshi eriydi. $CaHPO_4$ kislotali sharoitda suvda eriydi. $Ca_3(PO_4)_2$ umuman suvda erimaydi. $Mg_2P_2O_7$ magniy pirofosfat ham shunday xossaga ega. Shu sababli analitik kimyoda

Mg^{2+} , Ca^{2+} ionlarini aniqlashda bu moddalar hosil bo'lishidan foydalaniladi.

Fosfat kislota tuzlari gidrolizlanadi. Suvdagi eritmaları ishqoriy muhitga ega.

Fosfor galogenidlari. Fosfor galogenidlari umumiy formula $P-Hal$, $P-Hal$ bilan ifodalaniladi. $P-Hal_3$ (Hal F, SI, Br, I) bog'larning qutblanganligi quyidagi qatorda kamayadi:



Bu qator fosfor bilan galogenlar orasidagi elektromanfiylik farqiga to'g'ri keladi.

Fosfor galogenidlari suv ta'sirida gidrolizlanadi:



Yuqoridagi reaksiya bo'yicha laboratoriyada galogenovodorod olish mumkin. Fosfor galogenidlari spirtlar va karbon kislotalarni galogenlashda va metallarni yemirishdan saqlab qolishda ishlatiladi.

Fosfor va uning birikmalarining ishlatilishi. Fosfor soatsozlikda, metall qotishmalarini tayyorlashda, tish kuyish texnikasida, gugurt sanoatida, mineral va mikrougitlar ishlab chiqarishda, polimerlar sanoatida ishlatiladi.

Fosfor va uning birikmalari biologik sistemalarda katta rol o'ynaydi. Fosfor RNK va DNK dagi fosfat guruhlarini tarkibiga kiradiki, u oksil sintezi va nasl (genlar) informatsiyasini saqlashda ishtirok etadi.

MISHYAK GURUHCHASI ELEMENTLARI

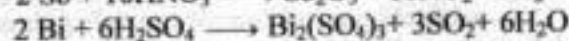
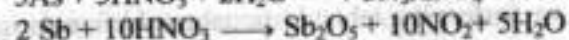
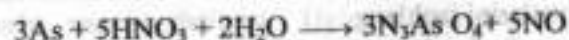
Margimush, surma va vismut tabiatda asosan sulfid minerallar holida uchraydi. Mishyak guruhchasi elementlari ularning sulfid minerallaridan quyidagi reaksiyalar bo'yicha olinadi.



Vismut mishyak, surma passiv elementlardir, elektr tokini yomon o'tkazadi. Qizdirilganda bu elementlar vodorod, kislorod, metall va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishib +3, +5, 3 oksidlanish darajalarini namoyon qiladilar.



Bu elementlar nitrat kislota va qizdirilgan sulfat kislotalardan eriydi:



Birikmalari. Ishqoriy, ishqoriy - yer metallari vismut bilan reaksiyaga kirishib vismutidlar hosil qiladi. Mishyak va surmaning metallar bilan birikmalari arsenid va etibid deyiladi. Vismutid, arsenid va stibidlar kislota ta'sirida vismutin BiH_3 , arsin AsH_3 , stibin SbH_3 moddalarini hosil qiladi.

Bu elementlar E_2O_3 , E_2O_5 umumiy formula bilan ifodalanadigan oksidlar hosil qiladi. Bulardan mishyak angidridi As_2O_3 margimush nomi bilan ham ma'lum. As_2O_3 suvda eriydi va arsenit kislota H_3AsO_3 ni hosil qiladi. As_2O_3 amfoter xossaga ega ekanligi sababli ham kislota, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi. Ammo $Bi(OH)_3$ asos xossalariga ega. U konsentrlangan ishqor eritmalarida juda oz eriydi.

Mishyak va surma fosfor kislotalariga o'xshagan ammo kuchsizroq kislotalar hosil qiladi. Erkin holatda ajratib olinmagan vismut kislotalarining tuzlari mavjud bo'lib, vismutatlar deb ataladi. Bularga $KBiO_3$, $NaBiO_3$, $AgBiO_3$ misol bo'ladi. Vismutatlar kuchli oksidlovchidir.

Ishlatilishi. Arsenidlar va stibidlar yarim o'tkazgich xossasiga ega bo'lganligi tufayli quyosh batareyalarida, diodlar, tranzistorlar va lazer qurilmalarida qo'llaniladi. Mishyak, surma va vismut olishda ishlatiladi. Bulardan tarkibi 25% Sb va 60% Pb, 15% Sn dan iborat tipografik qotishma katta ahamiyatga ega.

Akkumulyatorlar plastinkalari tayyorlashda surma va mishyakdan foydalaniladi.

Bu elementlarning oltingugurtli birikmalari: mishyak sulfidi As_2S_3 gugurt, sariq bo'yoqlar, shisha tayyorlashda, Sb_2S_3 kauchukni vulkanlashda ishlatiladi. Termoelektr generatorlarda va yadro reaktorlarida vismutdan foydalaniladi.

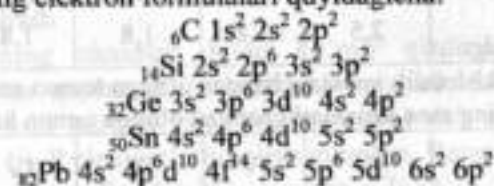
Vismut birikmalaridan meditsinada, qishloq xo'jaligi, kosmetik va boshqa sohalarida foydalaniladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Azot va fosforning elektron tuzilishi asosida o'xshashlik va farqli xususiyatlarini izohlang.
2. Azot va fosforning tabiatda tarqalgan birikmalariga misollar keltiring
3. Ammiak, uning olinishi, ammonitli birikmalariga misollar keltiring.
4. Nitrit va nitrit kislota va ular tuzlarining o'xshashligi va farqli xususiyatlarini izohlang.
5. Fosfat kislota va uning tuzlari olinishi va xossalarini izohlang
6. Nitrat kislota, uning metallar bilan o'zaro ta'sirini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
7. Konsentrlangan nitrat kislota xossalarini ko'rsatuvchi tenglamalarni yozing.
8. Nitrat kislota tuzlari xossalarini tushuntiring.

XVIII. UGLEROD GURUHI ELEMENTLARI

Umumiy xarakteristikasi. Uglerod guruhchasi ugleroddan tashqari kremniy, germaniy, qalay va qo'rg'oshin elementlaridan iborat. Ularning elektron formulalari quyidagicha:



Ko'rinib turibdiki, bu guruhcha elementlari atomining oxirgi elektron qavatida 4 ta ($ns^2 np^2$) valent elektron mavjud. C – Si – Ge – Sn – Pb qatorida chapdan ung tomonga metallik xossalar kuchayib boradi:

Uglerod. Uglerod tabiatda erkin holatda va birikmalar tarkibida uchraydi. Erkin holatda uglerod bir necha allotropik shaklda grafit, olmos, karbin ko'rinishida uchraydi.

Grafit kristallari olti zvenoli halqalarning bir-biriga tutaShuvidan hosil bo'lgan atom qatlamlaridan tashkil topgan. Bu qatlamlar harakatchan elektronlar vositasida bog'lanadi. Bunday bog' tufayli grafit metallik, yaltiroqlik, yuqori elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega. Grafitning zichligi $2,23 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

IV A guruh asosiy guruhchasi elementlarining xossalari

Element	C(6)	Si(14)	Ge(32)	Sn(50)	Pb(82)
Xossalari					
Valentlik belgilaydigan elektronlar	$2s^2 2p^2$	$3s^2 3p^2$	$4s^2 4p^2$	$5s^2 5p^2$	$6s^2 6p^2$
Ionlanish energiyasi eV	11.26	8.15	7.90	7.34	7.42
Qaynash temp. °C	4347	2630	2730	2350	1750
Suyuq. tem. °C	(Olmos) 3540 (Grafit) 3800	1413	958	232	327
Zichligi, g/sm ³	(Olmos)	2,33	5,35	7,28	11,34

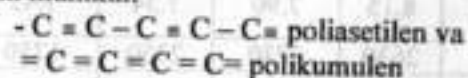
	3,54 (Grafit) 2,25				
Atom radiusi, nm	0,077	0,134	0,139	0,158	0,175
Nisbiy elektromanfiyligi	2,5	1,8	1,8	1,8	1,8
Oksidlarining kislotalik xossasi chapdan o'ngga tomon susayadi. Gidroksidlarining asos xossalari chapdan o'ngga tomon kuchayadi.					
Kislorodli birikmalarida valentligi va oksidlanish darajasi	IV +4	IV +4	IV +4	IV +4	IV +4
Vodorodli birikmalarida valentligi va oksidlanish darajasi	IV -4	IV +4	IV +4	IV +4	IV +4

Olmosda uglerod atomlari tetraedrik joylashib, (sp^3 gibridlanish). Shuning uchun uning kristall panjarasi kubsimon. Olmosning qattiqligi barcha minerallarnikidan yuqori turadi. Uning zichligi $3,5 \text{ g/sm}^3$, 80 ming atmosfera bosimida va 2500°C issiqlik ta'sirida grafitdan sun'iy olmos olingan.

Olmos, grafit va karbinda uglerod atomlari elektron orbitallarining gibridlanish holatlari quyidagicha bo'ladi: Olmosda gibridlanish holati sp^3 , koordinatsion soni 4 ga teng.

Grafitda gibridlanish holati sp^2 , koordinatsion soni 3 ga teng. Karbinda gibridlanish holati sp , koordinatsion soni 2 ga teng.

Karbin ko'ra kukun. Uning tuzilishini quyidagicha tasavvur etish mumkin:



Karbin yarim o'tkazgich, yorug'lik ta'sirida uning o'tkazuvchanligi oshadi.

Kimyoviy xossalari. Uglerod turli oksidlanish darajalariga (-4, -2, -1, 0, +2, +3, +4) ega bo'lgan birikmalarni hosil qiladi. Ularni alohida ko'rib chiqaylik.

Oddiy sharoitda uglerod inert modda bo'lib, qizdirilganda xossasi o'zgaradi.

Metallarning oksidlari bilan ko'mir qizdirilganda, uglerod oksidlanadi va qaytaruvchi vazifasini bajaradi. Metall sof holda olinadi. Bu usul karbotermiya (ugletermiya) deb ataladi. Bu usul bilan Cr, Fe, Si, P elementlarini olish mumkin. Bunga



Yuqori temperaturada uglerod metallmaslar bilan birikadi. Kislorod ta'sirida yonadi: $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ $\Delta H = -399 \text{ kJ/mol}$.

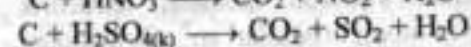
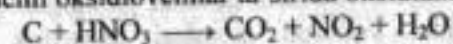


CCl_4 , CS_2 larda uglerod +4 oksidlanish darajasiga ega. Bu reaksiyalarda uglerod qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi.



CH_4 -da C^4 holida bo'lib, bu yerda oksidlovchilik xossasiga ega.

Uglerod kuchli oksidlovchilar ta'sirida oksidlanadi:



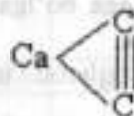
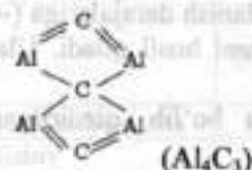
Karbidlar. Uglerod ko'pchilik metallar bilan Me_xC_y tarkibli birikmalar karbidlarni hosil qiladi. Bulardan r metallarning karbidlari Be_2C ; Al_4C_3 metanidlari; s -va d metallarning karbidlari: Ag_2C_2 ; CaC_2 asetilenidlar deyiladi. Metanidlari suv ta'sirida gidrolizlanib metan gazini hosil qiladi:



Asetilenidlar suv ta'sirida asetilen gazini hosil qiladi:



Bular tuzilishi bilan ham bir biridan farq qiladi. Metanidlarda uglerod atomlari o'zaro bog'lanmagan, ya'ni ularda uglerod atomlari faqat metall atomlari bilan bog'lanib, C - C bog'lari yo'q. Asetilenidlarda - C = C - bog'lari mavjud:



Karbidlarni olishda turli reaksiyalardan foydalaniladi:



ushbu usul bilan yuqori elektr toki ta'sirida elektr pechlarda kalsiy karbid olinadi.

Metallmaslar ham uglerod bilan birikma (karbid) lar hosil qiladi.

Kremniy karbidi SiC va bor karbidi B₄C₃ da kovalent bog'lanish mavjud. Bu birikmalar juda qattiq, yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lib, kimyoviy jihatdan passivdir. Kremniy karbidi karborund yarim o'tkazgich xossasi tufayli elektron texnikada va yuqori temperaturada ishlaydigan yarim o'tkazgichlar tayyorlashda qo'llaniladi. Karbidlarda uglerodning oksidlanish darajasi har xil: -4, -3, -2, -1 bo'ladi. Eng oddiy kovalent bog'li karbid sifatida metanni ko'rib chiqish mumkin.

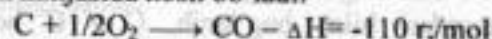
Metan molekulasida uglerodning to'rtala kovalent bog'lari teng qiymatli bo'lib, fazoda tetraedrik holatda yo'nalgan. Uglerod atomi tetraedr markazida, vodorod atomlari tetraedrik cho'qqilarida joylashgan, uglerod atomi orbitalari sp³ gibridlangan.

Uglerodning kislorodli birikmalari. Uglerod kislorod bilan ikki xil: uglerod (II) oksidi va uglerod (IV) oksidlarini hosil qiladi.

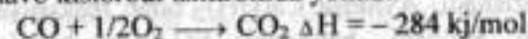
Uglerod (II) oksidi CO (is gazi) rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz. Havodan biroz yengil ($r = 1,25 \text{ g/cm}^3$), suvda juda oz eriydigan, bug'uvchan xossaga ega modda.

Kimyoviy xossasi jihatdan CO befarq oksidlar qatoriga kirib, unda uglerod +2 oksidlanish darajasi va valentligi 3 ga teng. Laboratoriyada: $\text{HCOOH} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{CO}_2$ reaksiyalari yordamida olinadi. Sanoatda asosan uglerodni chala yonishi va ko'pchilik metall oksidlarini koks ishtirokida qaytarish, suvni va metanni konversiyalash natijasida hosil bo'ladi:



Is gazi havo kislorodi ishtirokida yonadi:



SO kuchli qaytaruvchilik xossasiga ega:



SO befarq oksid bo'lsada, yuqori bosimda va temperatura ta'sirida NaOH va vodorod bilan birikadi va natriy formiat va metil spirtini hosil qiladi:



Shu sababli organik moddalar sintezida asosiy xomashyo hisoblanadi. SO gazi ko'pchilik metallar bilan Ni(CO)₄ Fe(CO)₅ kabi karbonil komplekslarini hosil qiladi. Bu xususiyatidan metallarning uchuvchan birikmalari va toza metallar olish texnologiyasida foydalaniladi.

CO ning boshqa gazsimon moddalar bilan aralashmasi kimyo sanoati uchun juda zarur xomashyo va yo'nilg'i moddalar qatoriga kiradi: Koks gazi 35% H₂, 20% CO, 15% CH₄, 18% CO₂, 11% N₂; havo gazi 30% CO, 60% N₂, 10% CO₂; suv gazi 50% H₂, 40% CO va 10% boshqa gazlar (suv gazi) aralashmasidan iborat.

Uglerod (IV) oksidi CO₂ rangsiz, mazasiz, havodan og'ir ($r = 1,977 \text{ g/cm}^3$) enmaydigan, yonishga yordam bermaydigan, bug'uvchi gaz. 1 l suvda 0°C da 1,7 l eriydi. Yuqori bosim va past temperaturada ($t_{\text{eriydi}} = -56,5^\circ\text{C}$, $t_{\text{qizib}} = -78,5^\circ\text{C}$) qattiq holga o'tadi. Molekulyar kristall panjarali «kuruk muz» deb nomlanadigan moddaga aylanadi. Chiziqsimon tuzilishli $r = 1,162 \text{ \AA}$ va $\mu = 0$ qutbsiz molekula. CO₂ «karbonat angidrid» deb nomlanadi. Chunki uning suvda erishidan kuchsiz karbonat kislotasi hosil bo'ladi. SO₂ atmosferasida kislorod atomi bilan kuchli bog' hosil qiluvchi metallar yonadi (oksidlanadi):



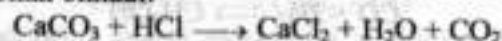
CO₂ fotosintez hodisasida ishtirok etuvchi eng asosiy modda bo'lib, o'simliklar havodan CO₂ ni va suvni u'zlashtirishi natijasida O₂, glyukoza va polisaharidlar hosil qiladi:



Kimyoviy xossasi jihatidan kislotali oksidlarga xos barcha xususiyatlarni namoyon qiladi. Asos (ishqor) va asosli oksidlar bilan

reaksiyaga kirishadi. Ayniqsa Ca(OH)_2 bilan reaksiyasida CaCO_3 (cho'kma) hosil bo'lishi havodagi SO_2 miqdorini aniqlashda qo'llaniladi. CO_2 gazidan oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda inert muhit hosil qilishda, turli ichimliklar tayyorlashda foydalaniladi.

Uglerod (IV) oksidi tabiatda organik moddalarning oksidlanishi, o'simliklar va hayvonlarning chirishi, nafas olish, yokilgi yoqish natijasida hosil bo'ladi. Laboratoriyada marmartoshga kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

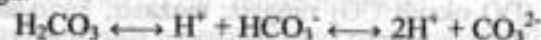


Canoatda uglerod to'rt oksidi ohaktoshni qizdirish usuli bilan olinadi:



KARBONAT KISLOTA VA UNING TUZLARI

Karbonat kislota H_2CO_3 beqaror, faqat eritmalarida mavjud bo'ladigan kuchsiz kislota. Bu modda yuqori bosim ostida CO_2 gazini suvga yuttirilishi bilan hosil qilinadi (gazli suv). Shuning uchun buni CO_2 *ag holida ham yoziladi. Bu eritma kuchsiz kislota xossasiga ega:



$$K_d^1 = 2 \cdot 10^{-4} \quad K_d^2 = 4,84 \cdot 10^{-11}$$

Ikki negizli kislota bo'lganligi sababli karbonat kislota o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi:



Hosil bo'lgan tuzlar gidrokarbonat (bikarbonat) lar $\text{Me(HCO}_3)_n$ va karbonatlar MeCO_3 deyiladi.

Kuchsiz asoslar bilan H_2CO_3 emas, balki uning angidridi ta'sirlashib ko'pincha asosli tuzlar hosil qiladi. Shulardan biri $(\text{SiOH})_2\text{CO}_3$. Ishqoriy metallar karbonatlari suvda eruvchan bo'lib, gidrolizlanishi sababli eritmaları ishqoriy muhitga ega ($\text{pH} > 7$):



Karbonat kislota tuzlari o'ziga xos xususiyatlarga ega. I guruh metallari Na, K, Rb, Cs ning gidrokarbonatlari suvda kam eruvchan, karbonatlari esa yaxshi eruvchanlik xossasiga ega.

II guruh metallari (Mg, Ca, Ba, Sr) ning gidrokarbonatlari suvda yaxshi eriydi, lekin karbonatlari juda yomon eruvchan moddalardir. (M: marmartosh CaCO_3).

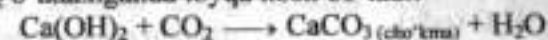
$$\text{E.K.}_{\text{CaCO}_3} = 3,8 \cdot 10^{-9} \quad \text{E.K.}_{\text{SrCO}_3} = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{E.K.}_{\text{BaCO}_3} = 4 \cdot 10^{-10}$$

Bu tuzlarning kam eruvchanligidan foydalanib analitik kimyoda II guruh kationlari (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) ni aniqlashda va aksincha SO_3^{2-} anionini aniqlashda foydalaniladi.

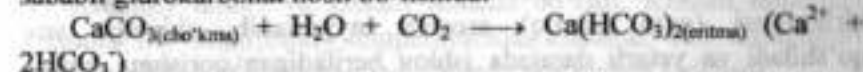
Al va ba'zi d metallarning gidrokarbonatlari va karbonatlari umuman mavjud emas. Chunki, bu tuzlar yaxshi gidrolizlanish xossalariga ega bo'lgani uchun ularni umuman qattiq holda ajratib olib bo'lmaydi.

Kalsiy karbonat CaCO_3 suvda eritmaydi. Shuning uchun ohakli suvdan SO_2 o'tkazilganda loyqa hosil bo'ladi:



ohakli suv

ammo CO_2 davomli o'tkazilaversa, eritma tiniqlashadi. Buning sababli gidrokarbonat hosil bo'lishida:



Natriy karbonat Na_2CO_3 soda nomi bilan yuritiladi. Uning kristallogidrat $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristallik soda deyiladi. Soda kimyo sanoatining asosiy mahsulotidir. U shisha sanoatida, sovun, qog'oz ishlab chiqarishda, to'qimachilik sohasida, neft sanoatida, uy-ro'zgor va xo'jalikda ishlatiladi.

Uglerodning ahamiyatga ega bo'lgan birikmalaridan yana biri bu karbamiddir. Karbamid yoki mochevina $\text{CO(NH}_2)_2$ quyidagi reaksiya bo'yicha olinadi:



Karbamid qishloq xo'jaligida azotli o'g'it sifatida va mol yemiga qo'shib beriladigan qo'shimcha tariqasida ishlatiladi. Karbamidan arzon plastmassa (karbamid smolasi) olinadi. Karbamid ko'pchilik organik moddalar, dorivorlar tayyorlashda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Bulardan tashqari uglerod galogenlar bilan CCl_4 , COCl_2 , CCl_2F_2 freon, uglerod (IV) sulfidi $-\text{CS}_2$ va sianid kislotasi HCN , uning tuzlari $-\text{KCN}$, NaCN ; tiosianid (rodanid) lar KCNS , NaCNS ,

NH₄CNS kabi birikmalarni ham hosil qiladi. Bu birikmalar zaharli bo'lib, o'ziga xos maqsadlar uchun ishlatiladi.

Uglerodning asosiy qismi organik moddalar hosil qiladi. Ularning turlari, tuzilishi, xossasi, olinishi va ishlatilishi «Organik kimyo» kursida o'rganiladi.

KREMNIY

Kremniy tabiatda qum tuproq (SiO₂) va turli silikatlar tarkibida uchraydi, yer po'stlog'ining 26% ni tashkil etadi.

Si to'q kulrang yoki jigar rangli kristall (ba'zan kukunsimon) modda. Kislotalar ta'siriga chidamli metallmas.

Tabiiy silikatlar: Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O (kaolin); K₂O·Al₂O₃·6SiO₂ (ortoklaz); Na₂O·Al₂O₃·6SiO₂ (albit); CaO·Al₂O₃·2SiO₂ (anortit); 3MgO·2SiO₂·2H₂O (serpentin); 3MgO·4SiO₂·H₂O (talk)

Xalq xo'jaligida keng qo'llaniladigan silikatlar qatoriga sement, chinni, sopol, fayans, g'isht kabi mahsulotlar kiradi.

Chinni, fayans va sopol buyumlar ishlab chiqarishda kremniy birikmalari (qum tuproq) asosida tayyorlanib, shixtaga suv qo'shiladi va yetarli darajada ishlov beriladigan qorishma holiga keltiriladi, shakl beriladi, quritiladi va dastlab yuqori temperatura 900-1000°C da pishiriladi, so'ngra ikkinchi marta 1320-1350°C da tobiga yetkaziladi.

G'isht ishlab chiqarishda yuqoridagidek ma'lum tarkibga mos keluvchi shixta (aralashma) tayyorlanadi va aniq shakl berilgan xom mahsulot quritiladi. Quritilgan g'isht 900-1050°C da pishiriladi.

Yuqori temperaturaga chidamli mahsus g'ishtlar ishlab chiqarish uchun 93-96% SiO₂, 4-7% CaO va boshqa qo'shimchalari bo'lgan xomashyo 1300-1400°C da pishiriladi. Bu mahsulot «dinas» g'ishti deyiladi va 1690-1720°C ga chidamli bo'ladi. Qum tuproq bilan maydalangan shamot aralashmasi (1:1 dan to 1:3 nisbatgacha) tayyorlanadi, 1300-1400°C da pishiriladi. Bunday g'isht «shamot»li g'isht deyiladi va u 1730°C ga chidamli bo'ladi.

Sement tabiiy silikatlar, qum tuproq, ohaktosh CaSO₃ birgalikda aralashtirilib, 1400-1450°C da qizdirib, maydalab olinadigan kukunsimon mahsulot. Sement ishlab chiqarish uchun tarkibida 64-67% CaO, 21-24% SiO₂, 4-7% Al₂O₃ va 2-4% Fe₂O₃ saqlagan

klinker hosil qilish uchun mos keluvchi shixta tayyorlanadi va yuqoridagi temperaturada qizdiriladi. Hosil bo'lgan qizdirish mahsuloti klinker asosan kalsiy silikati va alyuminatlardan iborat qattiq mahsulot bo'lib, tegirmonda maydalanadi.

Hosil bo'lgan mahsulot sement turli markalar bilan xarakterlanadi: 200, 250, 300, 400, 500 va 600. Buning ma'nosi shu sement asosida tayyorlangan va 28 kun qotirib qo'yilgan qotishmaning 1 sm² sirti 200, 250, 300, 400, 500 va 600 kgs yukni ko'tara oladi.

Sementning chag'il-tosh, «Shebenka», qum tuproqning suv bilan aralashmasi (bog'lovchi modda) beton deyiladi. Agar bu beton aralashmasi «temir armatura»li karkaslar bilan qo'yilsa, temir-beton hosil bo'ladi. Sement tarkibidagi Al, Fe, Mn — elementlari miqdorini o'zgartirib, turli rangdagi sement ishlab chiqariladi.

Sanoatda kremniy uning oksidini magniy, alyuminiy kabi metallar bilan qaytarib olinadi:



Kremniy amorf va kristall holatda bo'ladi. Kristall holatdagi kremniy flor bilan oddiy temperaturada, kislorod, xlor oltingugurt bilan esa 400-600°C gacha qizdirilganda reaksiyaga kirishadi.



Kremniy yuqori temperaturada metallarning suyuqlanmalarida erib, silisidlarni hosil qiladi.



Bu silisidlarda kremniy -4 oksidlanish darajasida bo'lib, bu moddalar ta'sirida kremniyning vodorodli birikmalari hosil qilinadi.



silisid silan

Silanlar Si_nH_{2n+2} gazsimon moddalar, kuchli qaytaruvchi bo'lib, havoda o'z-o'zidan alanganadi:



Kremniy ishqorlar bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, silikatlar hosil qiladi va vodorod ajralib chiqadi:

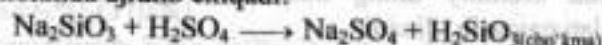


Kremniy asosida SiO_2 (IV) oksidi, qum tuproq, kvarts, tog' xrustali, glinozem nomlari bilan aytiladi. Oq amorf kukun yoki chiroyli shaffof kristallar holida uchraydi. Juda yuqori qattqlikka ega, kislota (HF dan tashqari) lar ta'siriga chidamli. Lekin ishqorlar ta'sirida emiriladi. SiO_2 - ning kvarts ko'rinishi 1800°C gacha chidamli modda. Kislotali oksid xossasiga ega. Suvda erimaydi.

Kremniy oksidi yuqori temperaturada kislotali oksidlarni ularning tuzlaridan ajratib chiqaradi:



Kremniyning kislotalari juda kuchsiz, ortosilikat H_4SiO_4 va metasilikat H_2SiO_3 kislotalari mavjud. Ular suvda erimaydi. Silikat kislota tuzlaridan ishqoriy metallar silikatlar eruvchandir. Bu tuzlarga xlorid yoki sulfat kislota ta'sir ettirilsa, silikat kislota cho'kma holatida ajralib chiqadi:



Natriy va kaliy silikatlar suyuq shisha deb ataladi, ular elim (kley) sifatida ishlatiladi. Eruvchan shishalar quyidagi reaksiyalar yordamida olinadi:



Sun'iy ravishda olinadigan silikatlar katta ahamiyatga ega. Ularning asosiysi shishadir. Qumtuproq qo'shib suyuqlantirilgan natriy oksidi (karbonati) va kalsiy oksidi shisha hosil qiladi. shishaning tarkibi taxminan $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ formula bilan ifodalanadi. Xomashyo sifatida kvarts qumi, ohaktosh va soda ishlatiladi.

Xomashyoga Pb qo'shilsa, billur (xrustal) shisha hosil bo'ladi. Optik shisha PbO , BaO , B_2O_3 oksidlari qo'shib olinadi. Volfram yoki molibden qo'shilsa yuqori temperaturaga chidamli shisha hosil bo'ladi. Xrom oksidi qo'shilganda yashil rangli shisha, kobalt (II) oksidi qo'shilganda ko'k rangli shisha olinadi. Ishqoriy metallar oksidlari Li_2O , Cs_2O bilan alyuminiy oksidi qo'shib xilma-xil xossali sitallar olinadiki, ular optik tiniqlik, radiotiniqlik, radiatsiya ta'siriga befarq xossalarga ega. Sitalardan truboprovodlar, elektroizolyatorlar, teleskoplar, kimyoviy reaktorlar, uy-ro'zg'or buyumlari va hokazolar tayyorlanadi.

Silikat kislotaning tabiatda hosil bo'luvchi turlari seolitlar va silikagellar deb aytiladi.

Seolitlarning asosiy qismini kremniy oksidi tashkil etadi. Seolitlar - adsorbentlar, ion almashtirgichlar, katalizatorlar sifatida ishlatiladi.

KREMNIYORGANIK BIRIKMALAR

Molekulasida bitta yoki bir nechta kremniy atomi bilan to'g'ridan - to'g'ri yoki boshqa elementlar atomlari orqali bog'langan birikmalar kremniyorganik birikmalar deyiladi. Ularning tarkibi va turi xilma-xil bo'ladi.

Kremniyorganik polimerlarning zvenolari quyidagicha bo'lishi mumkin:



Kremniyorganik birikmalar nihoyatda qimmatli xossalarga egadir. Ular o'ta past temperatura ta'siriga ham, yuqori temperatura ta'siriga ham bardosh bera oluvchi polimerlardir. Ularni suyuq holda ham ishlatish mumkin. Unda yupqa parda hosil qiladi. Etilsiloksan suyuqligi bilan kog'oz, gazli va boshqa jixozlarning sirtini yupqa plyonka ko'rinishida qoplanganda, ular suv ta'sir etmaydigan bo'ladi. Kremniyorganik polimerlarning ko'pchiligi ochiq alangada yonmaydi. Kremniyorganik birikmalar meditsinada va farmasevtikada ko'plab qo'llanila boshlandi. Ulardan tish protezlari, nam tortmaydigan maxsus moddalar tayyorlanadi. Kremniyorganik birikmalar yarim o'tkazgich sifatida radiotexnikada ishlatiladi.

Kremniy karbid (karborund) SiO - qattiq, qiyin eriydigan modda. Uning qattqligi olmosga yaqinlashadi. Karborund yarim o'tkazgich xossaga ega. U abraziv material sifatida, elektr pechlarda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

Kremniy nitrid Si_3N_4 - kimyoviy reaksiyalarga bardoshli va yuqori temperaturaga chidamli birikma. Unga HF, ishqorlar eritmasi, metallar ta'sir etmaydi. Undan o'tga chidamli buyumlar, yuqori temperaturaga chidamli yarim o'tkazgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

GERMANIY, QALAY, QO'RG'OSHIN

Bu elementlarning metallik xossalari, germaniydan qo'rg'oshinga o'tgan sari ortib boradi. Germaniyaning uzi ko'proq ishlatiladi. Qalay va qo'rg'oshin birikmalaridan xloridi, oksidi, sulfidlar va $Pb(NO_3)_2$, $Pb(C_2H_5)_4$ sanoati ahamiyatiga ega.

Olinishi. $GeCl_4$ gidrolizlanganda, GeO_2 hosil qiladi.



GeO_2 kuritiladi va vodorod bilan qaytariladi.



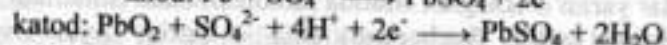
Qalay bilan qo'rg'oshin quyidagi reaksiyalar yordamida olinadi.



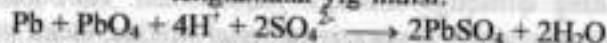
Ko'p miqdordagi qalay bo'sh konserva bankalarini xlor bilan qayta ishlab olinadi.

Xossalari. Germaniy metall yaltiroqligiga ega bo'lgan mo'rt modda. Qalay bilan qo'rg'oshin esa oson suyuqlanuvchan yumshoq metallardir. Bu elementlarning II va III valentli birikmalari mavjud, II valentli birikmalari qaytaruvchi va 4 valentli birikmalari esa oksidlovchi xossasiga ega. PbI_4 va $PbBr_4$ birikmalari bo'lmaydi. $PbCl_4$ juda beqarordir. Qo'rg'oshin va uning dioksididan akkumulyator tashkil topgan. Qo'rg'oshin va dioksid 20% - li sulfat kislotaga tushirilgan.

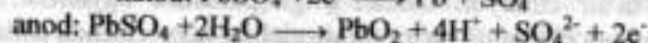
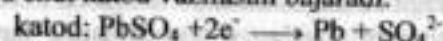
Akkumulyatorning ishlashi-razryadka davomida qo'rg'oshin anod rolini o'taydi. U manfiy zaryadlangan bo'lib, oksidlanadi:



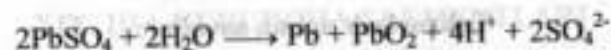
tenglamalar yig'indisi:



Akkumulyatorni zaryadlash uchun, ya'ni elektr manbai xossasini tiklash uchun uni tokka ulaydilar. Bunda teskari jarayon boradi. Endi qo'rg'oshin elektrodda qaytarilish jarayoni boradi, ya'ni bu elektrod endi katod vazifasini bajaradi:



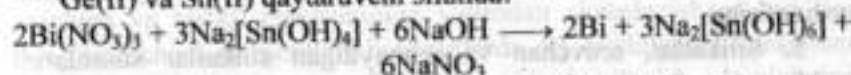
tenglamalar yig'indisi:



Qalay va qo'rg'oshinning II va IY valentli oksid va gidroksidlari amfoter xossaga ega, ya'ni ular ham kislota, ham asos bilan reaksiyaga kirisha oladi. Reaksiya tenglamalarining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



$Ge(II)$ va $Sn(II)$ qaytaruvchi sifatida:



Xususan, kislotali muhitda $Pb(IV)$ kuchli oksidlovchi xossaga ega:



Ishlatilishi. germaniy yarim o'tkazgich material, diodlar, tranzistorlar, termo-, fotorezistorlarda, linzalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Uning organik birikmalari keng qo'llaniladi.

Qalay ko'pgina qotishmalar latun, bronza, oq tunuka tayyorlashda, folga, badiiy buyumlar, quvurlar tayyorlashda ishlatiladi.

Qo'rg'oshin elektr kabellar tayyorlashda, ximiyaviy apparatlarni qoplashda nashriyotlarda, akkumulyator sanoatida, pigment (bo'yoq surik Pb_3O_4 , xrom sarig'i $PbCrO_4$), optik shisha, billur (xrustall) ishlab chiqarishda, yarim o'tkazgichlar, yadro texnikasida, PbO_2 va Pb_3O_4 gugurt sanoatida oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

Xarakteristikalar	Ge	Sn	Pb	Al	Si	As	Sb	Bi
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Yarim o'tkazgich	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2

Takrorlash uchun savollar:

1. Uglerod va kremniyning elektron tuzilishi asosida o'xshashli va farqli jihatlarni taqqoslang.
2. Karbidlar qanday moddalar, ularning turlari va xossalarni tushuntiring.
3. Karbonat angidridi, is gazi olinishi va xossalarni tushuntiring.
4. Karbonat va silikat kislotalari, xossalari va dissotsiyanlashini tushuntiring.
5. Silikatlar, eruvchan va erimaydigan silikatlar xossalarni izohlang.
6. Shisha va sementning asosini tashkil etuvchi moddalarning formula va xossalarni tushuntiring.
7. Sementning asosiy turlari va markasini ma'nosini tushuntiring.
8. Karbonat kislotalarning eruvchan va erimaydigan tuzlari xossalarni tushuntiring.
9. Qo'rg'oshin va qalayning eng ko'p ishlatiladigan birikmalari va xossalarni tushuntiring.

XIX. IIIA GURUHCHA ELEMENTLARI

Umumiy xarakteristikasi Uchinchi guruh asosiy guruhchasi elementlari ham r-elementlar oilasiga mansubdir. Ularga bor, alyuminiy, galliy, indiy va talliy kiradi.

Bor guruhchasi elementlaridan bor metallmaslik xossalarni namoyon qiladi. Bu guruhchasining qolgan elementlari metallardir. Bu esa ularning atom radiuslarini ($V = 0,097 \text{ nm}$; $Tl = 0,171$) ortishiga va tashqi elektronining yadrodan ekranlanishiga bog'liq. Bor guruhchasi elementlari birikmalarda +3 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Faqat talliy +3, +1 oksidlanish darajalarini namoyon qila oladi. Buning sababi elementlarning atom radiuslari B-Al-Ga-In-Tl qatorida ortib borishidir. Atom radiusi ortgan s – elektron orbitalari bilan p – elektron orbitalari orasida energiya farqi orta boradi. Shuning uchun talliyning 6p – elektroni birinchi valent elektronga aylanib (Tl^{+1}), keyin $6s^2$ – elektronlari kimyoviy bog'lanishda ishtirok etishi tufayli Tl^{+3} holatga o'tadi.

Bu guruhcha elementlarining tartib raqami ($Z = 5$) V dan ($Z = 81$) Tl gacha ortib borishi bilan ularning oksid va gidroksidlari asosli xossalari kuchayib, kislotalik xossalari kuchsizlanib boradi.

Masalan: bor oksidi faqat kislotali xossalarni namoyon qiladi, alyuminiy oksidi amfoter, qolgan oksidlar (Ga_2O_3 , In_2O_3 , Tl_2O_3) asosli xossalarni namoyon qiladi. N_3VO_3 kislota, $Al(OH)_3$ amfoter gidroksiddir. Bu qatordagi qolgan gidroksidlar kislotalarda eriydi. Buning sababi: Al^{+3} dan Tl^{+3} -ga o'tgan sayin ion radiuslari kattalashib borishidir.

Element Xossalari	B(z=9)	Al (17)	Ga(35)	In(53)	Tl (85)
Tashqi elektron formulasi	$2s^2 2p^1$	$3s^2 3p^1$	$4s^2 4p^1$	$5s^2 5p^1$	$6s^2 6p^1$
Zichligi, g/sm ³	2.34	2.70	5.91	7.31	11.83
Suyuq. temp. °C	2400	660	29.8	156	303
Qaynash tem. °C	2550	2500	2000	2300	1457
Atom radiusi, nm	0.091	0.143	0.139	0.166	0.171
Ion (E ⁺) radiusi, nm	0.02	0.057	0.062	0.092	0.105
Elektromanfiyligi	1,0	1,5	1,6	1,7	1,8

Oksidlari	V ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	Jn ₂ O ₃	Ti ₂ O ₃
Gidroksidlari	H ₃ BO ₃	Al(OH) ₃	Ga(OH) ₃	Jn(OH) ₃	Ti(OH) ₃

Gidroksid va oksidlarining asoslik xossasi chapdan o'ngga tomon kuchayib boradi.

BOR VA UNING BIRIKMALARI

Borning tabiatda tarqalishi: bor asosan birikma holda tarqalgan bo'lib, ular qatoriga: Na₂B₄O₇·10H₂O – bura, Na₂H₄O₇·H₂O – kernet, H₃BO₃·4H₂O – sasolin. Borning yer po'stlog'idagi miqdori 5·10⁻⁴ at %. Ikki proton ¹⁰V (19,6%) va ¹¹V (80,40%) ko'rinishidan iborat.

Olinishi. Bor asosan metallotermiya usuli bilan olinadi:



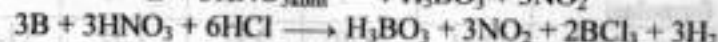
Metallotermik usul bilan olingan bor uncha toza bo'lmaydi. Toza holatdagi bor uning birikmalarini suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Juda toza holdagi borni, bug' holatdagi borbromidni cho'g'latilgan tantal simi ishtirokida vodorod bilan qaytarib bor olish mumkin:



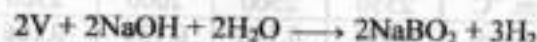
Bundan tashqari, vodorodli birikmalarini termik parchalab ham erkin holdagi borni olish mumkin:



Xossalari. Bor amorf va kristall modifikatsiyaga ega. Bor inert modda, oddiy sharoitda faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda esa, xlor, brom va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Borga suyultirilgan kislotalar ta'sir etmaydi. Qizdirilganda, konsentrlangan sulfat, nitrat kislotalarda va zar suvida eriydi:



Oksidlovchi moddalar ishtirokida bor ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Bor oksidi V₂O₃ ning hosil bo'lishi Gibbs energiyasi yuqori bo'lganligi tufayli (G₂₉₈ = 1178 kDj/mol), bor qizdirilganda SiO₂,

P₂O₅, CO₂ kabi barqaror oksidlar bilan ham reaksiyaga kirishib, kuchli qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi:



Birikmalari. Borning vodorodli birikmalari boranlar deb ataladi. Xalq xo'jaligida ko'p ishlatiladigani V₂N₆ diborandir.



Borovodorod (boran) – lar juda shiddatli reaksiyaga kirishuvchi moddalardir. Ularning ko'pchiligi hatto ochiq havoda o'z-o'zidan alanganib, katta issiqlik ajratib yonadi. Shu sababli bu moddalar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi:



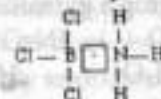
Diboran ishqoriy va ishqoriy – yer metallari va ularning gidroksidlari bilan reaksiyaga kirishadi:



Diboran kislotalar bilan bosqichli almashinish reaksiyalariga kirishadi:



Diboran galogenlar borning galogenidlarini hosil qiladi. Bor galogenidlari ammiak va ishqoriy metallar galogenidlari bilan biriklib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



Bor galogenidlari suv ta'sirida yaxshi gidrolizlanadi:



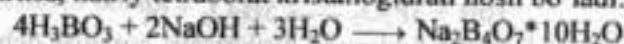
Bor oksidi va borat kislotasi. Bor oksidi V₂O₃ ok kristall modda borat kislotani suvsizlantirish natijasida hosil bo'ladi.



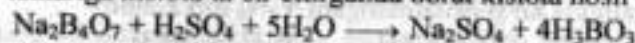
orto borat meta borat tetra bor

kislota kislota borat oksidi
kislota

Borat kislotaga ishqor ta'sir ettirganda poliboratlar, agar NaOH ta'sir ettirilsa, natriy tetraborat kristallogidratini hosil bo'ladi:



Bor tuzlariga kislota ta'sir ettirganda borat kislota hosil bo'ladi:



Borning kislorodli birikmalari asosan polimer tuzilishli bo'lib, V-O-V- bog'lari molekulaning asosiy tuzilishini belgilaydi. Shunga asosan bor oksidi (B_2O_3)_n tarkibga mos keladi. (B_2O_3)_n juda osonlik bilan H_2O molekulari bilan ta'sirlashadi. Buni gidratlanish reaksiyasi deyiladi. (B_2O_3)_n ning gidratlanish reaksiyasi natijasida bor kislotalari – polimetaborat, poliortoborat va ortoborat kislotalari hosil bo'ladi:



Agar bor kislotalarini qizdirilsa tarkibidan suv chiqib ketishi natijasida yuqoridagi reaksiya teskari yo'nalishda borib (B_2O_3)_n hosil bo'ladi.

Bu kislotalardan ko'p ishlatiladigani ortaborat kislota – H_3BO_3 . Oddiy sharoitda oq rangli, kulga tegsa yog'simon iz koldiruvchi, qavat-qavat tuzilishli modda. Bu tuzilish H_3BO_3 tarkibidagi vodorod va kislorod atomlarining H bog'i hosil qilishiga asoslangan.

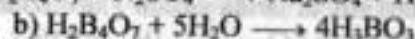
Aksariyat borat kislotalari metallar bilan turli tarkibli tuzlarni hosil qiladi. Ulardan biri natriy tetraborat – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ bura tuzidir. Bu tuz suvda yaxshi eriydi. Aniqrog'i gidrolizlanadi:



ion holda $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{OH}^-$ ikkinchi bosqichda:

$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}_3\text{BO}_3$. Bu tuz eritmasi kuchsiz asos ($rN > 7$) xossasiga ega bo'ladi.

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ga kuchli kislotalar ta'sir ettirib ortoborat kislota olinadi:



Bura hosil qilish uchun bor kislotalari NaOH bilan 2:1 nisbatda qayta ishlanadi:



Bura ko'pinga metallarni kovsharlashda, o'tga chidamli shishalar va olishda va analitik kimyoda moddalar analizida ishlatiladi.

Ishlatilishi. Bor atomi yadrosi osonlikcha neytron biriktirib olish xususiyatiga ega. Shu sababdan bor birikmalari yadroviy energetikada yadro jarayonlarini susaytiruvchi sifatida ishlatiladi. Bor (Cr, Zr) kabi ko'pchilik d-, va f- metallar bilan birikib yuqori haroratga chidamli (2000-3000°C) va kimyoviy ta'sirga bardoshli boridlar hosil qiladi. Shu xossalarga asoslanib, ko'pchilik boridlardan va qotishmalaridan reaktiv dvigatellar detallari, gaz turbinalarining parraklari tayyorlanadi. Ba'zi boridlar katalizator sifatida, elektron asboblarning katodlarini yasashda ishlatiladi.

Boranlar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.

Bor oksidi, bor tuzlari shisha tarkibiga qo'shilganda (3-12% B_2O_3) ximikatlarga va yuqori haroratga bardoshli shisha turlari tayyorlanadi, borat kislota meditsinada ishlatiladi.

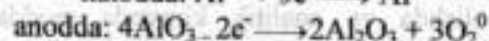
Bor bilan uglerod birikmasi borouglerod-karbonat ham deyiladi. Birikmalar yuqori haroratga bardoshli karboranli polimerlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bor karbidi B_4C – yuqori haroratga bardoshli ($T_{\text{suyl}} = 2623^\circ\text{K}$). Judda katta qattiqlikka ega bo'lgan modda. Azot bilan bor birikib boro nitrid (BN) ni hosil qiladi. Bor nitridining qattiqligi olmos qattiqligiga yaqindir. Borazon metallarni kesishda ishlatiladi.

Alyuminiy. Alyuminiy atomi radiusi bornikidan kattaroq bo'lgani sababli ionlanish energiyasi kichikroq, shuning uchun ham alyuminiyning metallik xossalari bornikiga qaraganda kuchliroq namoyon bo'ladi. Alyuminiy amfoter elementdir.

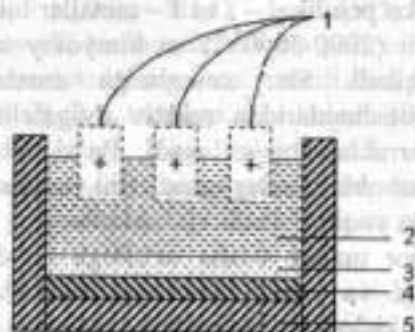
Al – ning tabiatda tarqalgan birikmalari: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – boksit (korund), $\text{Me}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$; $\text{Me}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$; $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ muskovit, $(\text{Na}, \text{K})_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ – nefelin, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_4$ – kaolinit, $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ – kriolit. Al ning yer po'stlog'idagi umumiy miqdori 5,5 % ni tashkil etadi. Alyuminiy tabiatda faqat birikma holda uchraydi.

Olinishi. Alyuminiy asosan, boksit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – dan elektroliz usuli bilan olinadi. Boksitning suyuqlanish haroratsini pasaytirish uchun fluoridlar CaF_2 , MgF_2 , AlF_3 qo'shiladi elektroliz jarayoni quyidagicha boradi:





Elektrolizer g'ilo fi katod vazifasini bajaradi. Unda alyuminiy suyuq holatda ajralib chiqadi ($T_{\text{mayuql}} = 660^\circ\text{C}$). Grafitdan yasalgan anodda kislorod ajralib chiqadi va grafitni uglerod oksidlarigacha oksidlaydi.



$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_3\text{AlF}_6$ suyuqlanmasining elektroliz sxemasi.

1 – Grafitdan yasalgan anodlar

2 – Elektrolit suyuqlanmasi

3 – Suyuq holatidagi alyuminiy

4 – Katod (pechning tubi)

5 – Pechning korpusi.

Xossalari: Al – oq, kumushsimon, plastik (yumshoq), yengil, yaxshi elektr o'tkazuvchan, havoda oksidlanuvchi metall. Kimyoviy xossalari jihatdan aktivlik qatorida ishqoriy yer metallaridan keyin tursada, sirtida oksid parda hosil qilgani uchun passiv metall.

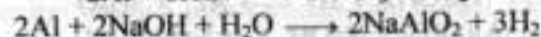
Al – metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Alyuminiy, ishqoriy metallar kabi, gidrid hosil qilish xossasiga ega, ular oddiy va kompleks gidridlar holida bo'ladi:



Alyuminiy amfoter xossaga ega bo'lganligi sababli ham kislota, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Shuningdek, kompleks kation va kompleks anion hosil qiladi:



Hosil bo'lgan kompleks tuz natriy geksagidroksoalyuminat deb atiladi. Al metalli ishqorlar bilan kislotalarga nisbatan tezroq reaksiyaga kirishadi. Chunki alyuminiyning kislotali muhitda oksidlanish potentsiali qiymati ishqoriy muhitdagi qiymatidan katta va alyuminiy metalli ochiq havoda tezlik bilan kimyoviy barqaror oksid parda – Al_2O_3 hosil qiladi, ko'pchilik xolarda Al – metallini eritish uchun shu oksid parda metall sirtidan olib tashlanishi kerak.

Alyuminiyning ustki oksid pardasini o'tkir asbob yordamida, yoki amalgama hosil qilib olib tashlansa, alyuminiy shiddat bilan suvda eriydi:



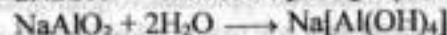
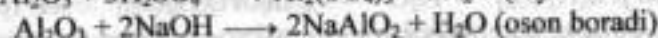
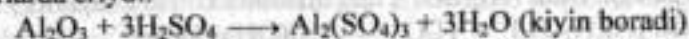
Nitrat va sulfat kislotalar bilan alyuminiy ta'sirlashganda ham uning sirtida oksid parda hosil bo'ladi va bu oksid himoya qavat vazifasini bajaradi. Shu sababli alyuminiy metalli bu kislotalar bilan qiyinroq ta'sirlashadi.

Alyuminiy oksidi – Al_2O_3 oq rangli, suvda erimaydigan modda. Amorf va kristall holatda mavjud bo'lib, kislota va ishqorlarda eriydi. Yuqori temperaturaga chidamli modda tabiatda Al_2O_3 – boksit nomi bilan ataladigan mineral holida bo'ladi. Ko'pchilik hollarda $\text{Al}(\text{ON})_3$ ni termik parchalab olinadi:



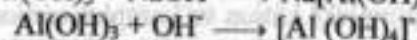
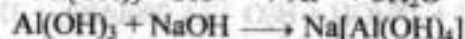
Bu usul bilan olinadigan Al_2O_3 glinozem deyiladi.

Alyuminiy oksidi amfoter oksidi ekanligidan, kislota va ishqorlarda eriydi.



Alyuminiy gidroksidi $\text{Al}(\text{OH})_3$ suvda ($\text{pH}=7$) erimaydigan, amfoter xossaga ega bo'lgan oq amorf modda. Lekin eritma muhiti keskin o'zgarsa ($\text{pH} < 7$) kislotalar va ($\text{pH} > 7$) ishqorlar ta'sirida eriydi:





Barcha suvda erimaydigan gidroksidlar kabi alyuminiy gidroksidi ham alyuminiy tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



Reaksiya uchun olingan reagentlar tuz: ishqor 1:3 qat'i ekvimolyar nisbatda bo'lishi shart.

Bu reaksiya quyidagicha boradi. Al – tuzlari suvda eriganda Al^{3+} ioni gidratlangan $[\text{Al(H}_2\text{O)}_6]^{3+}$ bo'ladi, reaksiyada shu ion ishtirok etadi:



Hosil bo'lgan kompleks birikma $[\text{Al(OH)}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_3]$ polimer tuzilishli bo'lib, $\text{Al(OH)}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibiga to'g'ri keladi.

$[\text{Al(OH)}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_3]$ – amfoter modda, uning kislotaga va ishqorga erishini quyidagi umumiy (sxema) tenglama bilan tushuntirish mumkin:



↑

kation-kompleks

$[\text{Al(OH)}_3]_n$

anion-kompleks

Bu tenglamaga asosan kislotali ($\text{pH} < 7$) eritmalaridan alyuminiyning kristallogidratlari:



$\text{Al(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ olinadi. Ishqoriy ($\text{pH} > 7$) eritmalaridan turli alyuminat tuzlari $\text{Na[Al(OH)}_4(\text{H}_2\text{O})_2]$; $\text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6]$ olinadi.

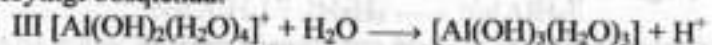
Al – tuzlari gidrolizlanadi. Gidroliz reaksiyalari bosqichli xarakterga ega. Buni ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzi misolida ko'rib chiqaylik):

I bosqich: $[\text{Al(H}_2\text{O)}_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Al(OH)(H}_2\text{O)}_5]^{2+} + \text{H}^+$ ($\text{pH} < 7$)

Hosil bo'lgan kompleks ion – pentaakvo-gidroksio-alyuminat ion eritmaning rN-iga, haroratga va tuzning konsentratsiyasiga bog'liq holda gidrolizlanishda davom etadi:



Keyingi bosqichda:



Lekin, oxirgi bosqich juda kamdan-kam boradi. Odatda gidroliz I, II bosqichlarda to'xtaydi va alyuminiyning gidrokso tuzlari: $[\text{Al(OH)(H}_2\text{O)}_5]\text{SO}_4$; $[\text{Al(OH)}_2(\text{H}_2\text{O)}_4]\text{SO}_4$ hosil bo'ladi. Agar gidroliz oxirigacha borganda edi $\text{Al(OH)}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ suvda deyarli erimaydigan modda hosil bo'lar edi. Lekin Al^{3+} ning ko'pchilik tuzlari tiniq eritmalar hosil qiladi. Buning sababi alyuminiy tuzlarining gidrolizi oxirigacha bormasligidir.

Alyuminiy gidroksidining degidratlangan, ya'ni suvsizlantirilgan shakli alyumogel texnikada adsorbent sifatida ishlatiladi. Alyumogelning mexanik va kimyoviy jihatdan barqaror bo'lishining sababi $\text{Al(OH)}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi Al-O-Al «okso»

bog'lari harorat ta'sirida ($-\text{Al}-\text{O}-\text{Al}-$) «oksi» bog'larga aylanib ketishidir.

Alyuminiy qator gidroksid, o'rta va qo'sh tuzlar hosil qiladi. Bulardan galogenli, sulfatli, nitratli, asetatli tuzlari suvda yaxshi eriydi.

Alyuminiy qo'sh tuzlari achchiqtoshlar, $(\text{NH}_4)_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, teri oshlashda, to'qimachilik sanoatida gazlama buyaShda ishlatiladi.

Ishlatilishi. Alyuminiy oksidi Al_2O_3 . Al_2O_3 tabiatda kristall holatda uchraydi va korund deb ataladi. Qum aralashgan mayda korund jilvir deyiladi. Ozgina xrom qo'shimchasi bo'lgan korund kristallari yoqut deb ataladi. Yoqut nihoyatda qattiq toshdir, shuning uchun u soatsozlikda ishlatiladi.

Alyuminiy metalli yengilligi ($2,7 \text{ g/sm}^3$) sababli samolyotsozlikda, xalq xo'jaligida uy-ro'zg'or buyumlari yasashda; kimyoviy jihatdan barqarorligi tufayli kimyoviy apparatura, elektr simlari, kondensator tayyorlashda, alyuminiy folgasi, oziq-ovqat, farmasevtika sohasida ishlatiladi.

Alyuminiyning eng muhim qotishmasi dyuralyumin, tarkibi 94% Al, 4% Cu, 0,5% Mg, Mn, Fe, Si – dan iboratdir.

Alyuminiy va uning birikmalari turli xil qotishmalar olishda, keramika, sement va shisha olishda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Borning elektron tuzilishi va uning asosiy xossalarini tushuntiring.
2. Borat angidridi, borat kislotalari tuzilishi, olinishini tushuntiring.
3. Borat kislota xossalarini izohlang.
4. Alyuminiy olishning asosiy usulini tushuntiring.
5. Alyuminiyning xossalarini tushuntiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
6. Alyuminiy oksidi va gidroksidining amfotermik xossalarini ifodalovchi reaksiya tenglamalarini yozing.
7. Alyuminiy tuzlarining gidrolizlanishini tushuntiruvchi reaksiya tenglamalarini tuzing.
8. Alyuminiy asosidagi adsorbentlarga misollar keltiring va ularni hosil bo'lish mexanizmini tushuntiring.

XX. S – ELEMENTLAR VA ULAR BIRIKMALARINING KOSSALARI

Umumiy ma'lumot. S – elementlar qatoriga davriy sistemaning IA, IIA guruhlar elementlari va geliy (He) elementi kiradi.

I A guruhcha elementlari, ularning elektron gidroksidlari tuzilishi, ayrim xossalari to'g'risidagi asosiy ma'lumotlar quyidagi jadvalda aks ettirilgan:

*Fr – radioaktiv element bo'lgani uchun o'rganilmaydi.

Bu guruh metallarining oksidlari (o'zlari ham) suvda yaxshi erib o'yuvchi moddalar ishqorlarni hosil qilgani uchun ishqoriy metallar deyiladi. Ularning ichida eng kuchlisi (aktiv) fransiy bo'lib, undan keyin sezir turadi. Litiy (Li). Oq yaltiroq, yumshoq metall. Eng yengil metall tabiatda turli alyumosilikatli mineral – $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ (spodumen), fosfatli mineral – $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$ (amblikonit) holida uchraydi.

Olinishi: Litiy asosan LiCl – KCl eutektik aralashmasini elektroliz qilish bilan olinadi: $2\text{LiCl} \rightarrow 2\text{Li} + \text{Cl}_2$.

Element Xossalari	Li(Z=3)	Na(Z=11)	K(Z=19)	Rb(Z=37)	Cs(Z=55)
Elektron formulasi	$2S^1$	$3S^1$	$4S^1$	$5S^1$	$6S^1$
Zichligi, g/sm ³	0.53	0.97	0.86	1.52	1.87
Suyuq. temp. °C	179	97.8	63.5	39.0	28.5
Qaynash tem. °C	1340	883	760	696	708
Elektronga moyillik	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7
Kislorod bilan ta'sirlashuvi	Osonlashib boradi →				
Gidroksidlari	LiOH	NaOH	KOH	RbOH	CsOH
Oksidlarining xossasi	Asoslik xossasi ortadi →				
Oddiy moddalarining	Qaytaruvchilik xossasi ortadi →				

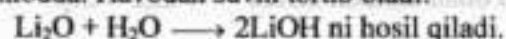
Oddiy moddasi: Litiy kimyoviy jihatdan ancha aktiv metall. Xona haroratida havodagi azot va kislorod bilan ta'sirlashadi va reaksiya mahsuloti sifatida kulrang - Li_2O va oq rangli Li_3N hosil bo'ladi. Havoda 200°C dan yuqorida, Cl_2 , Br_2 , va I_2 atmosferasida oddiy sharoitda kuchli atanga hosil qilib yonadi va LiCl , LiBr , LiI larni hosil qiladi.

Suvda Li metalli eriydi: $2\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$. Aktivlik qatorida litiy birinchi ($E^0 = -3,01 \text{ v}$) bo'lsada, eritmalarida Li^+ ionining gidratlanish energiyasi katta bo'lgani uchun $\text{Li}^+ \rightarrow \text{Li}^0 + e^-$ muvozanatini boshqa ishqoriy metallarga nisbatan ko'proq o'ngga suradi.

Birikmalari va ularning xossalari: Litiyning ko'pchilik birikmalari oq rangli bo'lib, ulardan LiF , Li_2CO_3 , Li_3PO_4 lar suvda oz eriydi.

Litiy perioksidlar hosil qilishga kam moyil element. Lekin, Li_2O_2 ; Li_2S_2 ; Li_2C_2 ; (perkarbid) lari mavjud.

Litiy oksidi- Li_2O oq rangli modda, suvda yaxshi eriydi. Gigroskopik modda. Havodan suvni tortib oladi:



Shuningdek, Li_2O kislotalar, kislotali oksidlar va amfoter oksid va gidroksidlar bilan oson ta'sirlashadi va tegishli tuzlarni hosil qiladi.

Litiy gidroksidi LiOH . Oq kristall modda. Juda kuchli gigroskopik modda, suvda yaxshi eriydi va litiy ishqori (uyuvchi litiy) ni hosil qiladi:

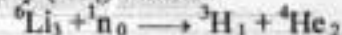


Lekin bu gidroksid o'z kuchi jihatidan shu guruhdagi boshqa elementlar gidroksidlariga nisbatan kuchsizroqdir.

Litiy gidroksidi LiCl eritmasini elektroliz qilish bilan olinadi:



Litiy va uning birikmalarining ishlatilishi: Litiy metalli asosan, atom energetikasi tritiy ($^3\text{H}_1$) olishda:



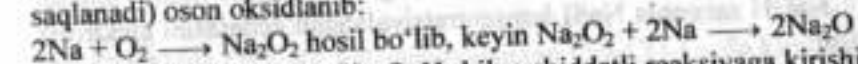
va atom reaktorlarida issiqlik tashuvchi sifatida ishlatiladi.

Natriy ($z=11$) -Na. Bu element tabiatda keng tarqalgan elementlar (yer po'stlog'ida 2,0 at.%) qatoriga kirib, quyoshda va yulduzlararo fazoda ham mavjudligi aniqlangan.

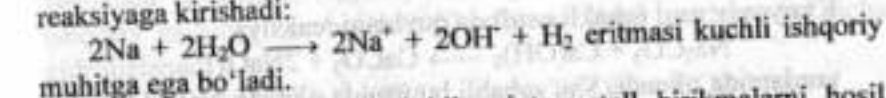
Tabiatda faqat birikmalar: NaCl (tosh tuzi, galit) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (mirabilit yoki Glauber tuzi), Na_3AlF_6 (kriolit), NaNO_3 (natriyli selitra) ga $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (bura), turli alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Shu bilan birga gidrosfera (suv) da ham Na yaxshi eruvchan tuzlar holida tarqalgan bo'lib, uning suv xavzalaridagi umumiy miqdori $1,5 \cdot 10^{16}$ tonnani tashkil etadi.

Eng ahamiyatlisi shundaki, natriy tirik organizimlarda asosiy elementlar qatorida Na^+ ioni holida mavjud bo'ladi, uni asosan NaCl holida iste'mol qilinadi. Inson konida Na^+ ioni 0,32%, suyaklarda 0,6% va xujayra to'qimalarida -0,6-1,5 % ni tashkil etadi. Natriy ioni fiziologik jihatidan o'ta ahamiyatli metallar ionlari qatoriga kiradi.

Oddiy modda holida Na - ok - kumushsimon yaltiroq metall. Juda aktiv, havoda (odatda kerosin ostida shisha idishlarda saqlanadi) oson oksidlanib:

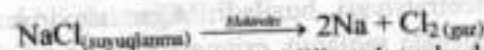


ga aylanadi. Br_2 , I_2 , SiI_2 , S, H_2 bilan shiddatli reaksiyaga kirishib tegishli binar birikmalar (ikki elementdan iborat) NaH , NaCl , NaBr , NaI , Na_2S larni hosil qiladi. Na - metalli suv bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Natriy Hg, Sn metallari bilan intermetall birikmalarni hosil qiladi. Ular ichida tarkibi 24% Na va 76% K dan iborat evtektik qotishmasi odatdagi temperaturada suyuq ($t_{\text{erit}} = 12,6^\circ\text{C}$) holatda bo'ladi.

Natriyning olinishi: Bu metall asosan NaCl ning suyuqlanmasini elektroliz qilish bilan olinadi. NaCl ning suyuqlanish temperaturasi 800°C bo'lgani uchun energiya sarfini kamaytirish maqsadida unga CaCl_2 , NaF yoki KCl kristallari qo'shilib $t_{\text{erit}}^0 = 580^\circ\text{C}$ gacha pasaytiriladi:

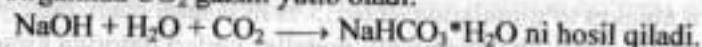


Metall holidagi natriy ko'pchilik sintezlarda qaytaruvchi, katalizator holida va yadro energetik qurilmalarida issiqlik tashuvchi vositalar sifatida ishlatiladi.

Birikmalari: Natriy oksidlanish darajasi +1 bo'lgan birikmalar hosil qiladi. Birikmalarda ionli bog'lanish hosil qilib, bu moddalar kristall tuzilishli bo'ladi. Bu birikmalar turli polyar erituvchilari,

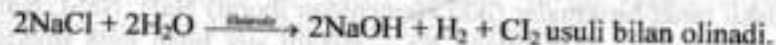
ayniqsa suvda yaxshi eriydi va ionlarga dissotsiyalanib kuchli elektrit eritmalarini hosil qiladi. Bunday birikmalar jumlasiga galogenidlari: NaF, NaCl, NaBr, NaI; sulfidlari Na_2S ; Na_2S_2 , polisulfidlari Na_2S ; Na_2S_2 lari, sulfatlar Na_2SO_4 ; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; karbonatlari $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (kristallik soda); Na_2CO_3 (soda yoki kalsinatsilangan soda); nitratlari NaNO_3 , nitriti NaNO_2 ; kaustik soda yoki natriy gidroksidi NaOH lar kiradi.

Natriy gidroksidi, NaOH ok kristall modda, uta gigroskopik bo'lib, havoda ochiq qoldirilsa nafaqat H_2O molekulalarini, ular bilan birgalikda CO_2 gazini yutib oladi:



Shu sababli kristall holdagi NaOH bilan ishlaganda juda tez vaqt oraligida ishlab, idish qopqog'i yaxshi berkitib quyilishi, namuna hech qachon ochiq havoda qoldirilmaligi kerak.

NaOH sanoatda NaCl konsentratsiyalangan eritmasini elektroliz qilish:



Kimyoviy usul (ohakli usul) da quyidagi reaksiya:



yordamida olinadi. Shu sababli bu usulda olingan NaOH kaustik (uyuvchi) soda deyiladi. NaOH ning suvli eritmasi kuchli elektrolit bo'lib, uyuvchi natriy deb aytiladi: $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. Sababi bu eritmada OH^- ionlari juda agresiv bo'lgani uchun kuchli emiruvchi (uyuvchi) lik xossasiga ega. Shu sababli NaOH ning kuruk holdagisi faqat «kapron» yoki «polietilen» idishlarda saqlanadi. Chunki, NaOH va uning ancha yuqori konsentratsiyadagi eritmaları shisha idishlarda saqlanmaydi. Sababi bu idishlarda quyidagi: $\text{NaOH} + \text{SiO}_2 (\text{Shisha}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ reaksiya borib, shisha emiriladi va eritma konsentratsiyasi buziladi. Agar uzoqroq vaqt NaOH eritmasi shisha idishda saqlansa, eritma ichida oq rangli loyqa hosil bo'ladi. Bu eritmani ishlatib bo'lmaydi.

NaOH sanoatda sovun, bo'yoqlar, sellyuloza ishlab chiqarishda, matolarni ohorlashda keng qo'llaniladi.

Eng ahamiyatli birikmalardan biri NaHCO_3 ichimlik sodasidir. Bu modda sovuq suvda kamroq, issiq suvda yaxshi eruvchan modda bo'lib, gidrolizlanish reaksiyasi:



sababli eritma ishqoriy muhitga ($\text{pH} > 7$) ega bo'ladi. Shu sababli bu modda non mahsulotlari ishlab chiqishda, dori ("zarda qaynashini yo'qotishda") sifatida ishlatiladi.

Ichimlik sodasi ammoniy xloridli usulda sintez qilinadi:

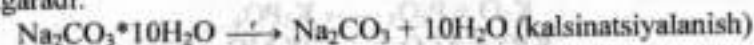


Bu reaksiyada hosil bo'ladigan NaHCO_3 ning sovuq suvda kam eruvchanligi sababli muvozanat o'ngga siljiydi va bu usulning asosini tashkil etadi.

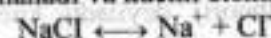
Keng ishlatiladigan natriy birikmalari qatoriga kristallik ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) soda, kalsinatsiyalangan (Na_2CO_3) soda kiradi. Bu moddalar yog'larni tozalashda, moddalar tarkibidagi suvni yo'qotishda (ajratib olishda), to'qimachilik, sovun va shisha sanoatida ishlatiladi. Na_2CO_3 suvda yaxshi eriydi, eritmasi kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Chunki quyidagi tenglama bo'yicha gidrolizlanadi:



$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Na_2CO_3 , NaHCO_3 lar termik ta'sir natijasida o'zgaradi:



Osh tuzi NaCl. Oq, kubsimon tuzilishli kristall modda. Suvda yaxshi eriydi, lekin uning eruvchanligi temperaturaga deyarli bog'liq bo'lmaydi (eruvchanlik egri chizigiga qarang). Suvli eritmada ko'p ionlanadi va kuchli elektrolitdir.



Osh tuzi sifatida oziq-ovqat sanoatida, asosiy xomashyo sifatida NaOH, Na, H_2 , Cl_2 olishda keng qo'llaniladi.

Natriy nitrat NaNO_3 va NaNO_2 natriy nitritlar ok kristall moddalar bo'lib, suvda yaxshi eriydi. NaNO_3 eritmasi neytral, NaNO_2 eritmasi ishqoriy muhitga ega bo'ladi. NaNO_3 selitra (o'g'it) sifatida, portlovchi moddalar olishda va oksidlovchi sifatida

ishlatiladi. NaNO_2 esa, qaytaruvchi xossasiga ega modda holida ko'proq ishlatiladi. Anitilik reagent (Co^{+3} ioniga xos) sifatida ham keng qo'llaniladi.

Kaliy K, ($Z = 19$) ok kumushsimon metall, yumshoq pichok bilan kesiladi.

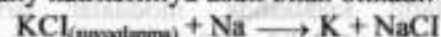
* $\text{KCl}_{(\text{silvin})}$; $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{karналит})}$; $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{каинит})}$

Kimyoviy xossasi jihatidan ancha aktiv bo'lgani uchun barcha metallmaslar bilan oson ta'sirlashadi. Suv bilan ta'sirlashganda katta issiqlik energiyasi chiqadi. Shu tufayli ajralib chiquvchi vodorod gazi yonadi:



Kaliy metalli (rubidiy va sezii) qizdirilganda oson elektronini yo'qotish xossasi tufayli fotoelementlar tayyorlashda ishlatiladi.

Olinishi: Kaliv natritermiya usuli bilan olinadi:

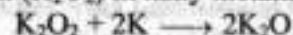


Asosiy birikmalari K_2O ; KOH , galogenidlari: KF , KI , KBr , KI ; K_2CO_3 (potash); K_2SO_4 , KNO_3 (kalili) selitra)-

Kaliy oksidi K_2O , ok modda suvda yaxshi eriydi, kuchli asosli oksid. Ko'pchilik kislotali va amorf oksidlar bilan ta'sirlashadi, tegishli tuzlarni hosil qiladi:



Olinishi: Peroksidi (K_2O_2) ni kaliv metalli bilan qaytarib olinadi:



Umuman, Li_2O Na_2O K_2O Pb_2O Sr_2O qatorida oksidlarning asoslilik kuchi va barqarorligi ortib boradi.

Kaliy gidroksidi KOH, oq, gigroskopik modda, suvda yaxshi eriydi. Eritmasi uyuvchi kaliy (kaliy ishqori) deyiladi, kuchli elektrolit:



K_2CO_3 kaliy karbonat, o'ziga suvni yutish xossasiga ega bo'lgani uchun organik sintezda, yog-moy sanoatida shisha olishda ishlatiladi. Suda yaxshi eriydi, gidrolizlanib ishqoriy muhit hosil qiladi.

Kaliy ioni K^+ ko'pchilik o'simliklar, dukkakli ekinlar uchun zarur mikroelementdir. Shu bilan birgalikda K^+ ioni inson organizmi uchun ham zarur element (asab reseptorlari) sifatida biologik muhim iondir.

Takrorlash uchun savollar:

1. Ishqoriy metallar qatoriga qanday elementlar kiradi?
2. Ishqoriy metallarni qanday olish mumkin?
3. Ishqoriy metallar havoda qanday o'zgarishlarga uchraydi?
4. Ishqoriy metallarning suvda erishini izohlang.
5. Soda va uning turlari, farqlarini izohlang.
6. Kalsinatsiyalangan soda deganda nimani tushunasiz?
7. Ichimlik sodasining oziq-ovqat sanoatida ishlatilishi uning qanday xossasiga asoslangan?

XXI. IIA GURUHCHA ELEMENTLARI.

Umumiy xarakteristikasi Bu guruhchaga Vc beriliy va ishqoriy yer metallari kiradi. Ularning asosiy xossalarini ko'rsatuvchi ma'lumotlar quyidagi jadvalda keltirilgan:

IIA guruhchaga elementlari tashqi elektron qavatlarida (nS^2) 2 ta elektroni bo'lgani uchun faqat +2 oksidlanish darajasi namoyon qilib, aksariyat hollarda koordinatsion soni 4 va 6 bo'lgan birikmalarni hosil qiladilar. Bu bilan ular ishqoriy metallardan farqlanib, uning sababi ularning zaryadi, atom (ion) radiusi va III davrdan boshlab tashqaridan oldingi qavatda d elektron (bo'sh) orbitallarning mavjudligi bilan izohlanadi.

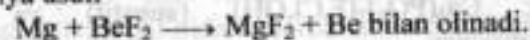
Element Xossalari	Be(Z=4)	Mg(Z=12)	Ca(Z=20)	Sr(Z=38)	Ba(Z=56)
Elektron formulasi	$2S^2$	$3S^2$	$4S^2$	$5S^2$	$6S^2$
Elektr manfiyligi	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
Zichligi, g/sm ³	1,86	1,74	1,54	2,60	3,65
Suyuq Temp. °C	1285	650	845	757	710
Qaynash tem. °C	2970	1120	1439	1366	1696
Kislorod bilan ta'sirlashuvi	Osonlashib boradi →				
Oksidlari	BeO	MgO	CaO	SrO	BaO
Gidroksidlari	Be(OH) ₂	Mg(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Sr(OH) ₂	Ba(OH) ₂
Oksid va gidroksidlarning	Asosli xossasi ortadi →				
Metallarning qaytaruvchanlik xossasi	Kuchayib boradi →				

Bu elementlar ichida berilliy amfoter xossasiga ega bo'lgani uchun ishqoriy – yer metallari qatoriga kiritilmaydi. Uning ko'pchilik xossalari III guruh elementi Al alyuminiyga o'xshab ketadi.

Chunki ular o'rtasida «diagonal o'xshashlik» mavjud. Shu sababli Be alohida o'rganiladi. Berilliy (Z=4), kulrang metall, yuqori temperatura suyuqlanadi. Geksagonal kristal panjara hosil qiladi. Odatdagi sharoitda sirti BeO – oksid parda hosil qilgani uchun kimyoviy jihatdan ancha passiv element.

Tabiatda turli minerallar: $Ve_3Al_2(SiO_3)_6$ (berill), Be_2SiO_4 (fenakit), berill mineralining turli rangi ko'rinishlari «izumrud», «akvamarin» kabi qimmatbaxo toshlar holida uchraydi.

Olinishi: $BeCl_2$ to'zining suyuqlanmasini elektroliz qilish yoki magniytermiya usuli

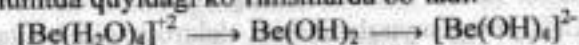


Berilliyning barcha birikmalari polimer kristallardan iborat. Kristallarda uning koordinatsion soni 4 ga teng. Amfoter xossaga ega bo'lgani uchun kislotali eritmalarida $[Be(H_2O)_4]^{+2}$ ion, ishqoriy muhitda $[Be(OH)_4]^{2-}$ kabi ionlar holida bo'ladi.

Birikmalari qatoriga BeO, Be(ON)₂, galogenli birikmalari, sulfatlari kiradi. VeO – ok kristall modda. Juda yuqori suyuqlanish temperaturasiga (2530°C) ega. Shu sababli maxsus tigel va keramika olishda ishlatiladi. Amfoter xossaga ega ekanligi quyidagi reaksiyalardan ko'rinish turibdi:



Be(ON)₂ suvda erimaydigan polimer modda. Kislotali va ishqoriy muhitda quyidagi ko'rinishlarda bo'ladi:



Ko'rinish turibdiki, eritma muhitini (rN) o'zgartirib berilliyning turli birikmalarini ajratib (sintez qilib) olish mumkin. Masalan: $BeSO_4 \cdot 4H_2O$; $BeCl_2 \cdot 4H_2O$; $Be(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; $K_2[Be(OH)_4]$; $Na_2[Be(OH)_4]$.

Berilliy birikmalaridan $BeSO_3$, $Be_3(RO_4)_2$ lar suvda erimaydi. Ammo, $VeSO_3$ boshqa karbonat tuzlarida eriydi:



(I guruh S elementlari va NH_4^+)

Umuman Ve tuzlari zaharli moddalardir. Berilliy qotishmalar olishda legirolovchi vosita, atom reaktoriarida neytronlarni sekinlashtiruvchi moddalar sifatida ishlatiladi.

Magniy va kaliy. Bu elementlarning atomlarida d elektron orbitalar (bo'sh) ning mavjudligi ularning berilliydan farqli xossalari namoyon qilishlariga sabab bo'ladi. Ularning hosil qilgan birikmalarda (Sa)Mg E bog'i ion tabiatga ega.

Tabiatda tarqalishi: Magniy va kalsiy tabiatda keng tarqalgan (1,4 at % va 1,5 at %) bo'lib quyidagi izotoplari:

^{24}Mg (78,6%); ^{25}Mg (10,11%); ^{26}Mg (11,29%); ^{40}Mg (96,97%) mavjud.

Bu metallar asosan silikat va fosfat karbonat va sulfatli minerallar holida: Mg_2SiO_4 (olivin); $\text{CaSO}_3 \cdot \text{MgSO}_3$ (dolomit), MgSO_3 (magnezit); CaSO_4 (angidrit); $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips); CaF_2 (flyorit); $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ (appatit) va boshqalar ko'rinishida tarqalgan.

Shu bilan birgamizda gidrosfera (suvda) (dengizda) Mg (0,38%); darelarda 30% gacha; Sa (0,5% gacha) va tirik organizmlarda, suyakda va o'simlik bargida (Mg) mavjuddir.

Olinishi: Magniy asosan MgCl_2 ni elektroliz qilish:



Kremniytermiya va uglertermiya usullari bilan ham olinadi:



Uta toza Mg olish uchun bu usullari bilan olingan magniy sublimasiyalandi va 99,999% tozalikdagi metall olinadi.

Kalsiy CaCl_2 ning suyuqlanmasini elektroliz qilish bilan olinadi: $\text{CaSi}_2(\text{suyuqlanma}) \rightarrow \text{Ca} + \text{Cl}_2(\text{gaz})$. Sa magniyga nisbatan ancha aktiv bo'lgani uchun kerosin ostida, magniy shisha idishlarda saqlanadi.

Xossalari: Mg, Ba, Ca — oq-kulrang oson suyuqlanadiga yumshoq, sngil metallardir.

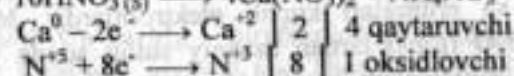
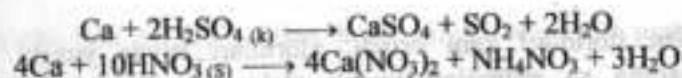
Bu metallar kimyoviy jihatdan juda aktiv bo'lib, suvda shiddatli yaxshi eriydi:



Mg ravshan alanga berib yonadi va oq rangli MgO ni hosil qiladi:



Kislotalar bilan bu metallar ta'siri juda oson va tez boradi. Reaksiyalarda bu metallarning tuzlari va N_2 , angidridlar, nitrat kislota ta'sirida NO , NO_2 va NH_4NO_3 tuzi hosil bo'ladi:

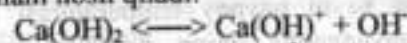


Bu reaksiyadan ko'rinib turibdiki, Mg va Ca kuchli qaytaruvchilar ($E^0 = -2,34$ va $E^0 = -2,87$ v) dir. Shu sababli ular metallarning aktivlik qatorida vodoroddan ancha chapda joylashgan. Bu metallar ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi.

Magniy va kalsiyning asosiy birikmalari: oksidlari, gidroksidlari, turli tarkibli tuzlaridir.

Oksidlari MgO kuydirilgan magneziya, CaO kuydirilgan ohak, yoki sundirilmagan ohak. Oq rangli moddalar, suvda to'liq erimaydi, suvli eritmaları ishqoriy muhitga ega.

Gidroksidlari $\text{Mg}(\text{OH})_2$ va $\text{Ca}(\text{OH})_2$, magniy gidroksidi suvda kam eriydi va kuchsiz asos xossasini namoyon etadi. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ suvda eriganda juda katta issiqlik chiqadi va oq rangli kuchli ishqoriy muhitga ega eritmani hosil qiladi:

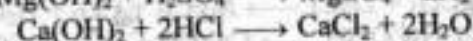


$\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni sundirilgan ohak deyiladi. U va $\text{Mg}(\text{ON})_2$ barcha gidroksidlarga xos bo'lgan xususiyatlarga ega. $\text{Sa}(\text{ON})_2$ dan ohak sifatida foydalanilganda kislotali oksid SO_2 bilan ta'sirlashadi:

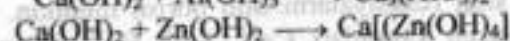
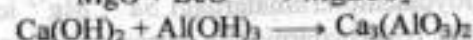


va ohaktoshga aylanadi. Bu reaksiyadan foydalanib SO_2 -ni (sifat reaksiyasi) aniqlash mumkin.

Kislotalar bilan neytrallanish reaksiyalariga kirishadi:



Amfoter oksid va gidroksidlar bilan qizdirilganda $\text{Sa}(\text{ON})_2$ eritmalarida reaksiyaga kirishadilar:

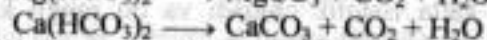
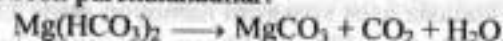


Tuzlari: Mg va Sa ning eng ko'p ishlatiladigan va o'rganiladigan tuzlari: MgCl_2 ; MgF_2 ; $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; CaF_2 , bromid va iodidlari.

Bulardan floridlari kam eriydi, xloridlari suvda yaxshi eriydi; suyuqlanma va eritmaları kuchli elektrolitlardir. $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ (gips) lardan magniy sulfat suvda yaxshi eriydi kalsiy tuzlari suvda kam eriydi. Gips suv bilan yaxshi aralashib tezda qotadi:

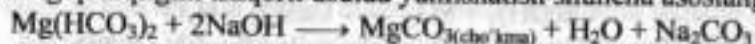
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ «alebastr» ga aylanadi. Shu sababli u kurilish materiali sifatida va «bog'lovchi» moddalar qatorida ishlatiladi.

Gidrokarbonatlari: $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ va karbonatlari MgCO_3 , CaCO_3 o'zaro tarkib jihatdan yaqin bo'lsalarda, ammo ularni xossalari, aniqrog'i eruvchanliklari, tuzilishlari keskin farq qiladi. Gidrokarbonatlari suvda yaxshi eriydi va suvning vaqtinchalik qattiqligini tashkil etuvchi asosiy tuzlar hisoblanadi. Qizdirilganda oson parchalanadilar:

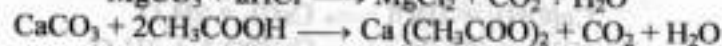
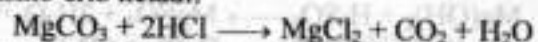


Bu reaksiyalar suvni qaynay temperaturasi (100°C) da ro'y beradi va suv qaynaganda uning qattiqligi ma'lum miqdorda kamayadi.

Gidrokarbonatlar nordon tuzlar bo'lgani uchun ular ishqorlar bilan neytralanish reaksiyasiga kirishib, o'rta tuzlarni hosil qiladilar. Suvning qattiqligini ishqorli usulda yumishatish shuncha asoslangan:



Karbonatlar bunday reaksiyalarga kirishmaydi. Ular kislotalar bilan ta'sirlashib erib ketadi:



Bu metallarning (ayniqsa Sa) karbonat tuzlari suvda kam eruvchanligidan foydalanib eritmalaridagi Sa^{+2} , Mg^{+2} ionlari va SO_3^{+2} ionlariga xos sifat reaksiyalarni olib borish mumkin. Sifat analizi kursidagi II guruh kationlari Ca^{+2} , Sr^{+2} , Be^{+2} ni aniqlash SO_3^{+2} ionlarining ta'siriga asoslangan. Ana shunday kam eruvchi tuzlari qatoriga RO_4^{+3} ionlari bilan hosil qilgan $\text{Sa}_3(\text{RO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{RO}_4)_2$ va

pirofosfat ionlari ($\text{R}_2\text{O}_7^{+4}$) bilan hosil qilgan $\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_7$ tuzlari ham kiradi.

Ishlatilishi: Ca va Mg – birikmalari turli maqsadlarda qurilish materiallari, CaSO_3 – marmar tosh, bur, $\text{CaSO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ – dolomit silikat sanoatida, shisha, sement va chinini ishlab chiqarishda asosiy xomashyo tarkibiga kiradi. Mg^{+2} - ionlari o'simliklar bargidagi xlorofil zarrachalarini hosil qiladi. Sa^{+2} odam va hayvon suyaklari, tishlarining asosini tashkil etuvchi iondir. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ning 10% li eritmasi «issiq ukol» sifatida, MgSO_4 magniy sulfati meditsinada qo'llaniladi. Sa^{+2} - ionining glyukozali tuzi – «kalsiy glyukonat» ham meditsinada dori sifatida ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Ishqoriy-yer metallarining xossalari guruhda qanday o'zgaradi va uning sababini izohlang.
2. Mg va Sa elementlarining tabiiy keng tarqalgan birikmalari va ularning xossalari izohlang.
3. Kalsiy va magniyning eruvchan tuzlari xossalari izohlang.
4. Sa-ionining erimaydigan tuzlari va ulardan qanday maqsadlarda foydalanishini izohlang.
5. Sundirilmagan va sundirilgan ohak, ularning olinishi va xossalari izohlang.
6. Ishqoriy-yer metallari birikmalarining ishlatilish sohalarini tushuntiring.

XXII. d – ELEMENTLAR VA ULAR BIRIKMALARINING XOSSALARI

Umumiy xarakteristikasi. d – elementlar qatoriga davriy jadvalning barcha guruhlar qo'shimcha guruhchalari (IV da VIII gacha) elementlari kiradi. Lekin IIIV guruhchaga kuruvchi lantanoidlar va aktinoidlar (f – elementlar) bundan mustasnodir. d – elementlarning o'zicha xosligi: ularning barchasi metallar, tabiatda erkin holda va turli birikmalar, asosan oksidlar va sulfidlar holida tarqalgan va kimyoviy xossalari $(n-1)d^{1-10} ns^{1,2}$ – elektron tuzilishi bilan izohlanuvchi elementlardir. Bu elementlarni o'rganishni IV guruhcha elementlaridan boshlaymiz.

IV guruhcha elementlari. IV guruhchaga Cu(z=29) – mis; Ag(z=47) – kumush; Au(z=79) – oltin elementlari kiradi. Ularning umumiy tashqi elektron formulasi: Cu($3d^{10} 4s^1$), Ag($4d^{10} s^1$) va Au($5d^{10} 6s^1$) bo'lib, ular rangli va noeb (kameb) metallardir. Ularning asosiy xossalarini ko'rsatuvchi ma'lumotlar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Element Xossalari	Cu	Ag	Au
Zichligi, g/sm ³	9,0	10,5	19,3
Qattiqligi, (olmos 10)	3,0	2,7	2,5
Elektr o'tkazuvchanligi	57	59	40
Issiqlik o'tkazuvchanligi (Ag)	46	49	35
T_{eritil} , °C	1083	961	1066
T_{okkayt} V E ⁰ – e – E ⁺	+0,52	+0,80	+1,68
E ⁰ – 2e – E ⁻²	+0,34	-	-
E ⁰ – 3e – E ⁻³	-	-	+1,68
yer po'stlog'ida tarqalishi (at %)	3 ⁻³	2*10 ⁻⁶	5*10 ⁻⁸
Atom radiusi, °A	1,28	1,44	1,44

Tabiatda tarqalishi: eng ko'p tarqalgan minerallari qatoriga $SuFeS_2$ (mis kolchedani yoki xalqopirit), Cu_2S (mis yaltirogi), Cu_2O (ko'prit), $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (malaxit). Mis kumush va oltin erkin holda va boshqa metallarning (Pb, Zn, Cd) sulfidlari, arsenidlari tarkibida uchraydi.

Oddiy moddalari: mis (qizil); kumush (oq-yaltiroq), oltin (ko'p sariq) rangli eklari markazlashgan kubsimon tuzilishli metallardir. Ularning valent elektronlari qatoriga $(n-1)d^{10}$ va ns^1 elektronlar kirgani uchun ularning qattiqligi va T_{eritil} ishqoriy metallarnikidan ancha yuqoridir. Umuman bu metallar boshqa metallarga qaraganda ancha «yumshoq» va mexanik ishlov berish uchun qulaydir. Zichligi jihatidan og'ir metallar jumlasiga kiradi.

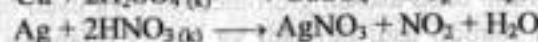
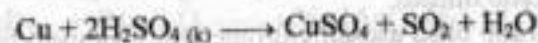
Kimyoviy xossalari jihatidan ishqoriy metallar va boshqa metallarga qaraganda ancha passiv metallardir. Shu sababli faqat mis kislorod bilan ta'sirlashadi. Ammo kumush sulfidlari oksidlariga nisbatan ancha barqaror moddalardir. Uning isboti sifatida quyidagi:

Cu_2O ($\Delta G_{298}^{x.b} = -145,0$ kJ/mol); Ag_2O (-11,1); Au_2O_3 (+78,7); CuO (+28,0); Cu_2S (-89,0); Ag_2S (-40,2)

Mis metalli ochiq nam havoda och yashil rangli parda – $[Cu(OH)_2]SO_4$ bilan qoplanadi, kumush metalli havoddagi N_2S ta'sirida Ag_2S hosil qilib qorayadi. Vodorod bilan ular ta'sirlashmaydilar.

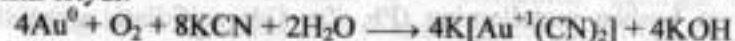
Mis, kumush, oltin aktivlik qatorida vodoroddan keyin joylashgani uchun kislotalar bilan ta'sirlashganda faqat kislota qoldig'i anionnlari ta'siridagina oksidlanadilar va hech qachon vodorod gazini ajratib chiqara olmaydilar.

Mis va kumushga HNO_3 eritmaları, H_2SO_4 ning konsentrlangan eritmasi ta'sir etsa, oltin faqat qaynoq H_2SeO_4 selenat kislota konsentrlangan eritmasida va konsentrlangan HCl (3 hajm) va HNO_3 (1 hajm) aralashmalari (zar suvi) da eriydi,



Bu metallar (oksidlovchilar bo'lmasa) ishqorlar bilan ta'sirlashmaydilar.

Qizig'i shundaki, bu metallarda kompleks hosil xossasi kuchli bo'lgani uchun kislorod ta'sirida sianidlarning ishqoriy eritmalarida yaxshi eriydi:



Mis shunday sharoitda ammiak ta'sirida erishi mumkin:



Yuqori temperaturada bu metallar boshqa metallar bilan turli qotishmalar hosil qiladilar: bronza (90% Cu, 10% Sn); tompak (90% Cu, 10% Zn); melxior (68% Cu, 30% Ni, 1% Mn, 1% Fe); neyziiber (65% Cu, 20% Zn, 15% Ni); latun* (60% Cu, 40% Zn); tanga qotishmalari (95% Cu, 5% Al); (80% Cu, 20% Ni).

Olinishi. Mis asosan pirometallurgiya (sulfidlari kuydirilib oksidga o'tkaziladi va yuqori temperaturada qizdirilib qaytariladigan) usulda olinadi:

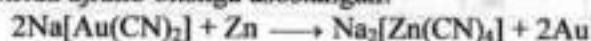


Bu usulda mis olishda yuqori haroratda shixtaning ustki qismida ikki qatlam hosil bo'ladi. Birinchi qatlamda oksid va silikatlar qotishmasi (shlak) bo'lib, unda FeSiO_3 va boshqa qo'shimchalar bo'ladi. Ikkinchi qatlamda Cu_2S va FeS sulfidlar qotishmasi (Shteyn) va boshqa qimmatbaxo metallar Au, Ag, Se, Te, Ni va hokazolar bo'ladi. Keyingi bosqichda bu qotishma kuydirish usuli bilan oksidlanadi va temir shlakga o'tadi, oltingugurt SO_2 ga aylanadi va mis ajralib chiqadi:

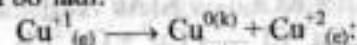
Pirometallurgiya usuli bilan olingan mis 95-98% tozalikda bo'lib, uni 99,99% tozalikka olib chiqish uchun CuSO_4 eritmasida eruvchan anod usuli bilan elektrorafinatsiya qilinadi.

Gidrometallurgiya usuli bilan ham mis olinadi. Bunda mis minerallari H_2SO_4 eritmasida eritilib, eritmada Fe yoki elektroliz yordamida ajratib olinadi.

Oltinni ajratib olish asosan gidrometallurgiya usuli bilan amalga oshiriladi. Bu sianidli usul deyiladi va NaCN bilan Au o'rtasidagi reaksiyada $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ hosil bo'lishiga va undan oltinni rux ta'sirida ajratib olishga asoslangan:



Oksidlanish darajalari +1 bo'lgan birikmalari Cu-Ag-Au qatorida +1 oksidlanish darajasiga mos keluvchi birikmalar hosil bo'lishida $\text{nd}^1 \text{ns}^0$ - elektron tuzilish sababli ularning na faqat π - akseptorli balki π - donorli xossalari, shu sababli π - dativ bog'lannishli birikmalar hosil qilish xossalari kuchayib boradi. Faqat kumush uchun +1 oksidlanish darajasi barqaror bo'lib, mis va oltin uchun bu holat kam uchraydi. Suvli eritmalarida +1 oksidlanish darajasi π - akseptorlik xossasiga ega ion (ligand) lar (CN^-) bilan ta'sirlashganda barqarorlashadi. Ular eritmalarida quyidagi muvozanat holatida bo'ladi:



Bu ionlarning aksariyat hosil qiladigan birikmalari kompleks birikmalardir. Ularda bu ionlarning koordinatsion soni 2, 4 va Ag(1) uchun 6 ham bo'lishi mumkin: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$; $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$. E^- holat uchun akvokomplekslar va kristallogidratlar hosil qilish xos emas. Ammiakli, galogenli komplekslari ancha barqaror va suvda yaxshi eriydi.

Cu(1)-Ag(1)-Au(1) qatori binar birikmalari suvda kam eriydi. Bu ionlarga mos keluvchi birikmalarni olish uchun kumushga oddiy moddalarni to'g'ridan to'g'ri ta'sir ettirilsa mis va oltinning Cu(II), Au(III) birikmalari qaytaruvchilar ta'sirida qaytarib olinadi.

Kumushning AgNO_3 , AgF , AgClO_4 va AgClO_3 birikmalari suvda yaxshi eriydi. AgCl , AgBr , AgI , Ag_2SO_4 , AgCN , Ag_2S kabi birikmalari juda kam eriydi. Ularning eruvchanligi konsentrlangan NaCl , NaCl , KCl va NH_3 ta'sirida keskin ortadi. Sababi bular ta'sirida $[\text{AgCl}_2]$ va $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$ kompleks ionlarining hosil bo'lishidir.

$\text{Cu}(\text{OH})$ va $\text{Ag}(\text{OH})$ lari juda beqaror bo'lib, oson parchalanadi.

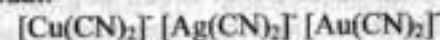
$2\text{Cu}(\text{OH}) \longrightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ Ammo ularning $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ gidroksidlari kuchli ishqoriy xossaga ega.

Bular ichida AgBr ning natriy tiosulfat bilan ta'siri:



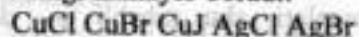
fotografiyada (zakrepite) mustahkamlovchi vosita sifatida ishlatiladi.

Kompleks birikmalarining Cu-Ag-Au qatorida barqarorligi ortib boradi:



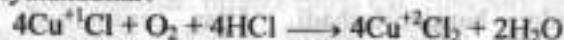
$$K_{\text{bek}} = 1 \cdot 10^{-16} \cdot 8 \cdot 10^{-22} \cdot 5 \cdot 10^{-39}$$

Galogenidlarining F-Cl-Br-J qatorida va Cu-Ag-Au qatorida eruvchiligi kamayib boradi:



$$E.K. = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 4,15 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot 10^{-10} \cdot 8 \cdot 10^{-17}$$

Cu(I) va Au(I) birikmalari tez oksidlanib Cu(II) va Au(III) birikmalariga aylanadi. Cu(I) va Au(I) birikmalari disproporsionalanadilar:



OKSIDLANISH DARAJALARI +2 VA +3 BO'LGAN BIRIKMALARI

O'rganilaetgan metallardan faqat mis +2 oksidlanish darajasidagi birikmalarni hosil qiladi. Cu(II) – ning birikmalarida koordinatsion soni 4 va 6 bo'lgan birikmalari uchraydi.

Mis (II) ioni koordinatsion soni 6 bo'lgan birikmalarining tuzilishi oktaedrik bo'lib, ularda xu (ekvatorial) tekisligida etgan atomlar Cu bilan ancha kuchli, z o'qi (aksial) tekisligida etgan atomlar bilan Cu o'rtasidagi bog'lanish ancha kuchsizdir. Bu Cu(II) ionining (n-1)d⁹ elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi. Cu(II) – ning barcha birikmalari paramagnet xossaga ega. Chunki bu ionning elektron tuzilishi 3d⁹s⁰ bo'lib, bitta tok elektroni bor.

Cu(II) asosan, CuO, Cu(OH)₂, qator tuzlar (galogenidlar, sulfat, nitrat, asetat, karbonatlar) va kompleks birikmalar hosil qiladi.

CuO – qora rangli suvda erimaydigan modda. Kislotalarda yaxshi eriydi va ko'p rangli eritmalar hosil qiladi. Kuchsiz asos xossalari oksid. Cu(OH)₂ ko'k (havo rangli) kuchsiz asos, suvda erimaydi. Tuzlari CuSO₄, Cu(NO₃)₂, CuCl₂, CuBr₂, Cu(CH₃COO)₂ suvda yaxshi eriydi. Suvli eritmalar havo rangli bo'ladi. Sababi unda Su(II) [Cu(H₂O)₆]²⁺ tarkibli akvokompleks ion hosil qiladi. Bunday rang Su(II) ning ko'pchilik kristallogidratlariga: CuSO₄·5H₂O, Cu(NO₃)₂·6H₂O ham xosdir. Chunki kristall holidagi bu moddalarda Su(II) ioni ekvatorial tekislikda 4 ta suv molekulasini bilan birikib, kislota qoldig'i bilan faqat z-o'qi orqali bog'lanadi. Ba'zan barcha 6 ta koordinatsion joyning hammasini suv

molekulalari egallab, kislota qoldig'i tashqi sferaga chiqib qoladi. Shunga ko'ra bu kristallagidratlarni haqiqiy formulasini quyidagicha yoziladi: [Cu(H₂O)SO₄·H₂O]; [Cu(H₂O)₆]NO₃.

Galogenli tuzlarining rangi yashil bo'lib, ularda Cu(II) ioni atrofida bir vaqtda xu – tekisligida galogen atomlari, z-o'qi tekisligida suv molekulalari joylashib, galogen atomlari «ko'prik»simon xossa namoyon etadi. M: CuCl₂·2H₂O ning haqiqiy formulasi [Cu(H₂O)₂Cl₂]. Agar qizdirsa boshlansa bu tuzning rangi havo rangga uta boshlaydi. Chunki kompleks tarkibidagi Cl – atomlari suv molekulalari bilan [Cu(H₂O)₆]²⁺ ioniga aylana boshlaydi.

Mis (II) – ionining tuzlari suvli eritmalarda gidrolizlanadi. Eritma muhiti kislotali va kuchsiz kislotali (pH < 7) bo'lib, reaksiya natijasida asosli tuzlar Cu(OH)NO₃, (CuOH)₂SO₄ hosil bo'ladi:

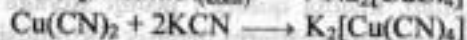


Cu(II) ioni ammiak, etilendiamin va tarkibida O, N, S- saqlagan boshqa organik moddalar bilan qator koordinatsion birikmalar hosil qiladi. Ba'zan misning kam eruvchan birikmalari kompleks hosil bo'lishi sababli bu moddalar ta'sirida erib ketadi. Hosil bo'lgan eritmalar rangi kompleksni hosil qilgan ligand tarkibiga, donor atomlar soni va turiga juda bog'liq bo'ladi.



[Cu(H₂O)₆]²⁺ dagi N₂O molekulalarini ammiak molekulalariga almaShuvi eritmani to'q ko'k rangga kiritadi. Bu eritmaning optik xossalari (elektron spektri) o'zgarishida namoyon bo'ladi. Agar [Cu(H₂O)₆]²⁺ ioni nur yutish sohasi 800 nm atrofida bo'lsa, [Cu(NH₃)₄(H₂O)₂] 600 nm da nur yotadi. Bu N₂O dan NN₃ ga o'tganda ligandlarning «maydon kuchi» ta'sirining ortishi sababli ro'y beradi. CuSO₄ tuzi rangsiz bo'lib, uning sababi SO₄²⁻ ioning ta'sir kuchi energiyasi mis (II) ionidagi d-d elektron o'tishiga yetmaydi va bu modda spektrning «ko'rinish» sohasi (400-800 nm) da emas, balki undan past <400 nm (IQS)- sohasida nur yotadi.

Mis (II) ioniga anion komplekslar hosil qilish xosdir. Bular ko'pincha mis (II) galogenidlarini (sianidlari) ishqoriy metallar galogenidlari (sianidlari) ta'sirida hosil bo'ladi:

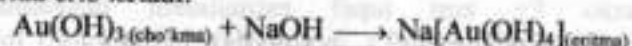


Bu kompleks ionlar – ko'proatlar deyiladi. Ular suvda yaxshi eriydi va oddiy tuzlarga nisbatan ancha barqaror moddalardir.

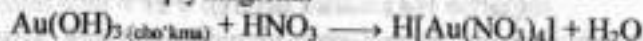
Oksidlanish darajasi +3 bo'lgan holat oddiy sharoitda oltinga xos bo'lib, mis va kumush uchun kam uchraydi.

Au(III) ning birikmalari Au_2O_3 , AuF_3 , AuCl_3 , AuBr_3 , $\text{Au}(\text{OH})_3$ va Au_2S_3 bo'lib ular diamagnit ($5d^8$) moddalardir. Ularda oltinning valent orbitalari 1 tadan bo'sh $5d$ va $6s$, hamda 2 ta $6p$ bo'lib moddalar kvadrat tuzilishli bo'ladi. Bular ichida eng barqarorlari AuF_3 ($\Delta G^{\text{sh}} = -297,1 \text{ kJ/mol}$) va $\text{Au}(\text{OH})_3$ (-290 kJ/mol). Suvda eruvchanligi bo'yicha AuCl_3 va AuBr_3 lar ajralib turadi.

Au(III) ning galogenli va kislorodli birikmalari kislota xossalari ustun bo'lgan amfoter moddalardir. Shu sababli $\text{Au}(\text{OH})_3$ ishqor eritmalarida erib ketadi:



Kislota da erishi quyidagicha:



Bu moddalar auratlar deyiladi va ishqoriy metallarning auratlari $\text{Na}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4]$; $\text{Na}[\text{Au}(\text{SO}_4)_2]$; $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$; $\text{K}[\text{AuS}_2]$ qattiq holda ajratib olingan:

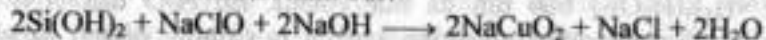
Au(III) ning tuzlari gidrolizlanadi:



Auratlar $\text{H}[\text{AuCl}_4]$; $\text{H}_2[\text{AuOCl}_3]$ lar kislota xossalari ega moddalardir.

Cu(III) va Ag(III) larning birikmalari juda kam. Ular asosan ftorli birikmalar bo'lib $\text{K}[\text{CuF}_4]$ va $\text{K}[\text{AgF}_4]$ tarkibga ega.

Gidroksiz birikmalari ham bor:



ular qatoriga KSuO_2 , $\text{K}[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ kirib, ko'pratlar deyiladi.

Umuman Cu(III), Ag(III) va Au(III) birikmalari kuchli oksidlovchilardir.

Takrorlash uchun savollar:

1. d-elementlar elektron tuzilishi asosida ularning o'ziga xos xususiyatlarini izohlang.
2. Mis atomi va ionlarining elektron tuzilishlari asosida ular birikmalarining xossalari tushuntiring.
3. Mis, kumush, oltinning eruvchan birikmalariga misollar keltiring va ularning xossalari tushuntiring.
4. Oltinning «zar suvi» da erish reaksiyasini yozing.
5. Misning konsentrlangan HCl , HNO_3 , N_2SO_4 lar bilan reaksiya tenglamalarini tuzing va ularning borish bormaslik sabablarini izohlang.
6. Kumush galogenlari xossalari tushuntiring.
7. Mis, kumush, oltinning kompleks birikmalariga misollar yozing.
8. Mis, kumushning eng barqaror komplekslari formulalarini yozing va ularning barqarorli sabablarini tushuntiring.

TESTLAR

1. Qaysi metallning zichligi po'latnikidan kam bo'lgani holda, mustahkamligi, zanglamaydigan po'latnikidan 3 marta katta bo'ladi?
A) rux B) temir C) mis D) titan
2. Shaharning ifloslangan havosi tarkibiga kiruvchi moddalarning qaysi biri, korroziya jarayonida aktiv bo'ladi?
A) karbonat angidrid
B) tetraetil qo'rg'oshin
C) azot
D) uglerod (II) oksid
3. Xrom temirtoshni uglerod bilan qaytarilganda 1 mol xrom olishda necha mol uglerod(II) oksid hosil bo'ladi.
 $\text{G}^{\text{eO}} \cdot \text{Sg}_2\text{O}_3 + \text{S} \longrightarrow \text{Sg} + \text{G}^{\text{e}} + \text{SO}$
A) 4 B) 3 C) 2 D) 5
4. Qaysi reaksiya yordamida temir olish mumkin emas?
A) $\text{FeCl}_3 + \text{Mg} \longrightarrow$
B) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cu} \longrightarrow$
C) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \longrightarrow$
D) $\text{FeSO}_4 + \text{Na} \longrightarrow$

5. Amaliy jihatdan qaysi reaksiyalar sodir bo'ladi?

- A) $\text{CuCl}_2 + \text{Ag} \rightarrow$
 B) $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 C) $\text{H}_2\text{O}_{400} + \text{Cu} \rightarrow$
 D) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Mg} \rightarrow$

6. Misni elektroliz usuli bilan tozalash metall olishning qaysi usuliga kiradi?

- A) pirometallurgiya
 B) karbotermiya
 C) elektrometallurgiya
 D) gidrometallurgiya

7. Ishqor eritmasida eriydigan qatorni ko'rsating.

- A) Na, Fe, Cu, Co
 B) Be, Pb, Al, Zn
 C) Al, Ca, Mn, Mg
 D) K, Be, Cu, Au

8. 4g ikki valentli metall suv bilan reaksiyaga kirishganda 4.48l (n.sh.da) gaz ajralib chiqdi. Bu qanday metall?

[Ar(Mg)=20, Ar(Ca)=40, Ar(Zn)=65, Ar(Ba)=137, Ar(Hg)=200]

- A) Mg B) Ca C) Zn D) Ba

9. 51kg alyuminiy oksididan elektroliz yordamida necha kg alyuminiy olish mumkin?

- A) 22 B) 24 C) 27 D) 30

10. Metallotermiya usulida 1 mol vanadiy (V) oksiddan kalsiy metalli bilan qaytarib, necha gramm vanadiy olish mumkin? [Nr (V)=51, Nr(O)=16; Nr(Ca)=40]

- A) 102 B) 51 C) 26 D) 204

11. Ishqoriy yer metallari keltirilgan qatorni toping.

- A) K, Mg, Fe
 B) Ca, Be, Sr
 C) Zn, Li, Na
 D) Ba, Ca, V

XXIII. IIV GURUHCHA ELEMENTLARI

Umumiy xarakteristikasi. Bu guruhchaga rux (Zn), kadmiy (Cd) va simob (Hg) elementlari kiradi. Ularning barchasi d-metallar qatoriga kiradi. Bu elementlarning elektron tuzilishi $(n-1)d^{10}s^2$ bo'lib, d-elektron orbitalari elektronlar bilan to'liq bo'lgani sababli bu elementlarning ko'pchilik xossalari r - elementlar xossalariga o'xshab ketadi va ishqoriy-yer metallaridan farq qiladi. Asosiy xossalarini ko'rsatuvchi ma'lumotlar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Element	Zn(z=30)	Cd(48)	Hg(80)
Valent elektronlari	$3d^{10}4s^2$	$4d^{10}5s^2$	$5d^{10}6s^2$
Atom radiusi, $\text{\AA}$	1.39	1.56	1.60
Ion radiusi (E^{+2}), $\text{\AA}$	0.83	0.99	1.12
Zichligi, g/sm^3	7.1	8.7	13.55
Suyuq. temp. $^{\circ}\text{C}$	419	321	-39
elektr. O'tkazuvchanligi	16	13	1
$E^{\text{oklayt}} E^0 - 2e - E^{+2}; \text{v}$	-0.763	-0.402	+0.854
Er qobiqida tarqal. at %	$1 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-7}$

Tabiatda tarqalishi: Bu metallardan simob tabiatda erkin holda uchraydi. Ular asosan turli mineral va polimetall rudalar tarkibida quyidagi birikmalar holida uchraydi: ZnS (rux aldamasi); HgS (kinovar); ZnCO_3 (galmey); CdS (grikonit) va boshqalar.

Olinishi: Pirometallurgiya usuli bilan bu metallar sulfidlarni kuydirib oksid holiga o'tkaziladi. Oksidlarini keyingi bosqichda qaytarib erkin holdagi metallar ajratib olinadi:



Simob oksidi beqaror bo'lgani uchun uni sulfididan ajratib olish quyidagicha boradi:



Gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olishda Zn va Cd rudalari sulfat kislotada eritilib MeSO_4 holiga o'tkaziladi va eritmadan Cd, Zn elektroliz yoki qaytarish usullari bilan ajratib olinadi.

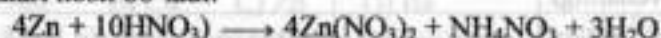
Oddiy birikmalari. Zn, Cd, Hg kulrang yaltiroq metallar. Simob oddiy sharoitda suyuq bo'lib, oson suyuqlanadigan va og'ir metallar qatoriga kiradi (Jadvalga qarang).

Kimyoviy xossalari jihatdan Zn-Cd-Hg qatorida ularning aktivligi kamayib boradi simob aktivlik qatorida voroddan keyin turadi.

Suv bilan bu metallar ta'sirlashmaydi. Kislotalarda Zn kuchli, Cd kiyin eriydi. Simob faqat konsentrlangan anionlari oksidlovchi kislotalarda eriydi:



Kislotaning konsentratsiyasiga ko'ra simobning Hg(II) yoki Hg(I) birikmalari hosil bo'ladi. Rux va kadmiy ta'sirlashganda Zn(II) va Cd(II) birikmalari hosil bo'lib, eritma konsentratsiyasiga ko'ra azotning (agar sulfat kislotada bo'lsa, uning xam) turli birikmalari hosil bo'ladi:



Ishqorlar bilan faqat rux (qaynoq eritmada) ta'sirlashadi:



Metallmaslar bilan (galogenlar, kislorod, oltingugurt va x.k.) bu metallar oson reaksiyaga kirishadi. Simob xona haroratida oltingugurt va iod bilan juda tez reaksiyaga kirishadi.

Kislorod bilan ta'siri natijasida Zn sirtida barqaror oksid (ZnO) parda hosil bo'lib, u ruxni korroziyalanishdan saqlaydi.

Metallar bilan Zn, Cd, Hg (o'zaro xam) turli qotishmala hosil qiladi. Ishqoriy metallar (N^*) simob bilan oddiy sharoitda mexanik aralashtirish natijasida reaksiyaga kirishadi va qotishma hosil qiladi. Simobning qotishmalari amalgamalar deyiladi. Amalgamalarining reaksiyaga kirishish xossasi oddiy simobga nisbatan ancha yuqori. Shu sababli ular organik sintezda keng qo'llaniladi. Cd ning amalgamasi xona haroratida suyuq bo'ladi. Oltin simobda eriydi, uning rudalardan ajratib olish usullaridan biri shunga asoslangan.

Bu elementlarning asosiy ko'p tarqalgan birikmalari +2 oksidlanish darajalarida bo'ladilar. Ular qatoriga oksidlari, gidroksidlari, tuzlari va kompleks birikmalari kiradi. Bu birikmalarda Zn(II), Cd(II) va Hg(II) larning gibridlanish turiga ko'ra koordinatsion sonlari $4(sp^3)$ va $6(sp^3d^2)$ bo'ladi.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$, ZnO, ZnS, CdS, ZnSe, CdSe, HgSe va HgS larda koordinatsion sonlari 4 bo'lib, ular tetraedrik tuzilishga ega.

CdO, CdBr_2 , CdI_2 , $\text{Cd}(\text{OH})_2$, $\text{Cd}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Zn}(\text{OH})\text{Cl}$ larda koordinatsion soni 6 bo'lib, ular oktaedrik tuzilishli bo'ladi.

ZnO oq amorf modda. Amfoter oksid kislotada va ishqorlarda eriydi. CdO jigarrangli modda. Kislotalarda erib, ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi. HgO beqaror modda. Umuman oksidlarining barqarorligi quyidagi qatorda ZnO ($\Delta G^{\text{sh}} = -318 \text{ kJ/mol}$); CdO (-226 kJ); HgO (-585 kJ) kamayib boradi. HgO qizdirilsa oson parchalanadi:

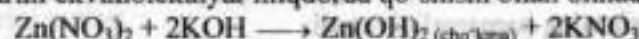


$\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cd}(\text{OH})_2$, $\text{Hg}(\text{OH})_2$ qatorida gidroksidlarining xossalari amfoterlikdan asosli o'zgarib borsada, barqarorligi keskin kamayadi. Ularning barchasi suvda yomon eriydigan birikmalar. Xona sharoitida $\text{Hg}(\text{OH})_2$ hosil bo'lib parchalanadi, shu sababli uni ajratib olib bo'lmaydi:

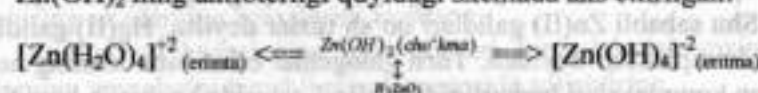


Hosil bo'ladigan HgO qizil yoki sargish rangli bo'ladi.

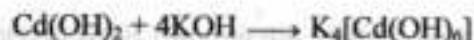
$\text{Zn}(\text{OH})_2$ Zn(II) ning yaxshi eruvchi tuzlari eritmasiga ishqor eritmalarini ekvimolekulyar miqdorda qo'shishi bilan olinadi:



$\text{Zn}(\text{OH})_2$ ning amfoterligi quyidagi sxemada aks ettirilgan:

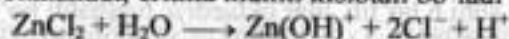


Ko'rinib turibdiki, kislotada ta'sirida Zn(II) gidroksidi eriydi va tetrakvosink (II) kationiga aylanadi, ishqorlar ta'sirida tetrakvosinkat anion kompleksiga aylanadi. Ikkala holda ($\text{pH} < 7$ va $\text{pH} > 7$) ham oq cho'kma erib ketadi. $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ning asosli xossasi ancha kuchli bo'lib, kislotada xossasi kuchsiz. Shu sababli $\text{Cd}(\text{OH})_2$ uzoq vaqt konsentrlangan ishqor eritmalarida gidroksikadmiatlarga aylanadi:

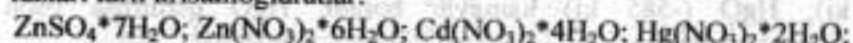


Sulfidlari ZnS (ok), CdS (sariq), HgS (qora va qizil) bo'lib suvda erimaydi. Bu ionlarning eritmalariga H_2S ta'sir ettirilsa, yuqoridagi cho'kmalar hosil bo'lib, bu reaksiyadan $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Cd}(\text{II})$ va $\text{Hg}(\text{II})$ ionlarini sifat reaksiyalari holida foydalaniladi.

Shuningdek, ularni galogenidlaridan ZnF_2 , HgCl_2 , HgJ_2 lar ham kam eruvchan moddalardir. Boshqa galogenidlari, sulfat va nitratlari, asetatlari suvda yaxshi eriydi. Bu eruvchan tuzlarning barchasi suvli eritmada gidrolizlanadi, eritma muhiti kislotali bo'ladi ($\text{pH} < 7$):



Suvli eritmalarida bu metallarning kationlari $[\text{E}(\text{H}_2\text{O})_4]^{+2}$ va $[\text{E}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$ kation komplekslar holida mavjud bo'ladilar, ularning barchasi rangsiz eritmalaridir. Suvli eritmalaridan ajratib olingan tuzlari turli kristallogidratlar:



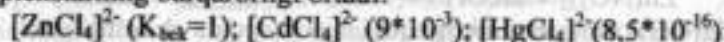
Hg^{+2} suvli eritmalarida $E^0 \text{Hg}/\text{Hg} = +0,854$; $E^0 \text{Hg}/\text{Hg}^0 = +0,920$ v kuchli oksidlovchilik xossasiga ega. Shu sababli hatto, mis metalli $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasida oksidlanadi:



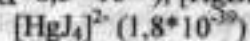
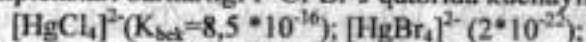
Ko'pchilik hollarda bu metall ionlari kompleks ionlar hosil qiladi. Shu sababli ko'pchilik sianidlari, galogenidlari konsentrlangan eritmalarida erib ketadi:



Ionlarning $\text{Zn}(\text{II})$ - $\text{Cd}(\text{II})$ - $\text{Hg}(\text{II})$ qatorida bir xil tarkibli komplekslarning barqarorligi ortadi:

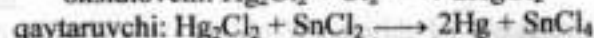
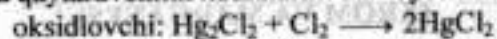


Shu sababli $\text{Zn}(\text{II})$ galidlari qo'sh tuzlar deyilsa, $\text{Hg}(\text{II})$ galidlari tipik komplekslar deyiladi. Turli galogenlar bilan bitta ionning hosil qilgan komplekslari barkarligi F-Cl-Br-I qatorida kuchayib boradi:

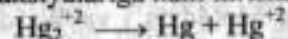


Bu metallardan faqat $\text{Hg}(\text{I})$ valentli birikmalar hosil qiladi. Ular qatoriga Hg_2O (kora), Hg_2Cl_2 (kalomel, oq rangli), $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ larni kiritish mumkin. Ulardan $\text{Hg}(\text{I})$ nitratlari suvda yaxshi eruvchan bo'lib, uning asosida boshqa birikmalari olinadi. Bu birikmaning

haqiqiy tarkibi $[\text{H}_2\text{O-Hg-Hg-OH}_2](\text{NO}_3)_2$ bo'lib, Sharoitga qarab oksidlovchi va qaytaruvchilik xossalarini namoyon etadi:



$\text{Hg}(\text{I})$ oraliq oksidlanish darajasi bo'lgani uchun, bu ion disproporsiyalanish reaksiyalariga ham kirishadi ($E^0_{\text{ok/kayt}} = -0,131\text{v}$):



Shu sababli Hg_2S_2 , $\text{Hg}_2(\text{CN})_2$, Hg_2O_2 birikmalarini olib bo'lmaydi. Barqaror birikmalari Hg_2Cl_2 , Hg_2SO_4 lar ham qizdirilsa yuqoridagi reaksiya bo'yicha parchalanadi.

Ishlatilishi: Zn metalli ko'pchilik temir qotishmalari sirtini ruxlash (lujenie) da korroziyaga chidamli metall sifatida ishlatiladi.

Cd -qotishmalari oson suyuqlanuvchi metall qotishmalari holida foydalaniladi.

Hg turli manometr, termometr va elektrolizlarda elektrod sifatida ishlatiladi.

HgCl_2 (sulema), Hg_2Cl_2 (kalomel) meditsinada ishlatiladi. $\text{Zn}(\text{II})$ ionlari birikmalari mikroelementlar sifatida ishlatiladi. ZnS , ZnO , CdS lar yorug'lik qaytaruvchi, bo'yoqlar tayyorlashda pigment, fotoqarshiliklar sifatida qo'llaniladi. ZnCl_2 , ZnSO_4 larini eritmaları yog'och sanoatida qo'llaniladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Rux, simob, kadmiy elementlarining elektron tuzilishi va ularning xossalarini izohlang.
2. Ruxning amfotermik xossalarini ifodalovchi reaksiya tenglamalarini tuzing.
3. Simobning eruvchan va kam eruvchan birikmalariga misollar keltiring va ularning xossalarini izohlang.
4. Rux va kadmiyning gidroksidlari formulalarini yozing va ularning xossalarini tegishli misollar asosida solishtiring.
5. Simob oksidi va sulfidlari xossalarini ifodalovchi reaksiya tenglamalari asosida izohlang.
6. Simob va kadmiyning galogenli komplekslari tuzilishi va xossalarini tushuntiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
7. Ruxning kislotalar bilan o'zaro ta'sir reaksiyalarini yozing.

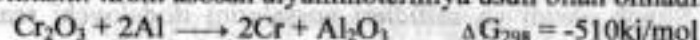
XXIV. VIB VA VII V GURUHCHALAR ELEMENTLARI (XROM VA MARGANES).

VIV guruhcha elementlariga Cr(xrom), Mo(molibden) va W(volfram) kiradi. Ular tipik d-elementlar qatoriga kirib valent elektronlari $Cr(3d^5 4s^1)$; $Mo(4d^5 5s^1)$ va $W(5d^4 6s^2)$ ko'rinishga ega. Bu metallar kimyoviy jihatdan ancha passiv va yuqori temperaturada suyuqlanuvchan bo'lgani uchun «o'tga chidamli» metallar (Mo va W) deyiladi. Birikmalarining xossasi jihatdan bir-biriga o'xshash va ko'pchilik hollarda keng qo'llanilgani uchun faqat xrom va uning birikmalari xossalriga to'xtalamiz:

Element	Cr(z=24)	Mo(42)	W(74)
Xossalari			
Tashqi elektron tuzilishi	$3d^5 4s^1$	$4d^5 5s^1$	$5d^5 6s^1$
Zichligi, g/sm ³	7.2	10.2	19.3
Suyuq. temp. °C	1890	2620	3380
Qaynash tem. °C	3390	4800	5900
Elektr o'tkazuvchanlik	7.1	20.2	19.3
Yer po'stlog'ida tarqalishi (at %)	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
Xarakterli ok dar.	0; (+2); +3; +6	0; +2; +4; +6	0; +2; +4; +6;

Tabiatda uchrashi: Bu metallar asosan oksidli birikmalar $Fe(CrO_2)_2$ - xromlitemirtosh; MoS_2 (molibdenit); $CaWO_4$ (Sheelit); (Fe, Mn) WO_4 (volframit) minerallari holida tarqalgan.

Olinishi: xrom asosan alyuminotermiya usuli bilan olinadi:



Mo va W ularning yuqori oksidlari MoO_3 va WO_3 ni vodorod bilan qaytarib olinadi. Ko'pchilik hollarda xromning temir bilan qotishmasi ferroxrom (60% gacha Cr) olinadi, u elektr pechida uglerod bilan qaytarilib xrom olinadi:



Xuddi shunidek ferromolibden va ferrovolfam qotishmalari olinib, ular yuqori sifatli qotishma (po'lat) ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Oddiy birikmalari: Cr-Mo-W qatorida bu metallarning qattiqligi va o'tga chidamliligi ortadi. Buning sababi metallar kristall panjarisida Me-Me kovalent bog'ining barqarorligini d-elektronlar hisobiga kuchayishidir. Shu qatorda bu elementlarning kimyoviy aktivligi kamayib boradi. Bu ularning korroziyaga chidamliligiga olib keladi.

Xrom HCl va H_2SO_4 eritmalarida erisa, Mo va W faqat HNO_3 + HF larning qaynoq eritmada eriydi. Mo va W ishqorlar bilan qo'shib qizdirilsa anion komplekslar hosil qilib eriydi:



Konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 xromni passivlashtirib kuyadi. Sababi uning sirtida oksid parda Cr_2O_3 ning hosil bo'lib qolishidir.

Juda maydalangan Cr, Mo, W kislorod ta'sirida oksidlanadi va $Cr(III)$, $Mo(VI)$, $W(VI)$ oksidlarini hosil qiladi.

Nol oksidlanish darajasida xrom karbonillarni $Cr(CO)_6$ ni hosil qiladi. Bu birikmada koordinatsion bog'lanish va uning P-dativ turi mavjud.

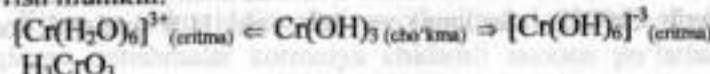
Murakkab birikmalari: $Cr(II)$, $Cr(III)$ va $Cr(VI)$ birikmalari holida bo'lib oksidlari, oksibirikmalari, kislota, gidroksidlari, tuzlari va kompleks birikmalari ko'rinishida mavjuddir.

Oksidlari: CrO ; Cr_2O_3 va CrO_3 . Bu oksidlardan CrO asosli, Cr_2O_3 -amfoter, CrO_3 kislotali xossalarni namoyon qiladi.

Gidroksidlari: $Cr(OH)_2$ (asosli), $Cr(OH)_3$ (amfoter) va H_2CrO_4 (xromat kislota). Ko'rinib turibdiki, birikmalarda xromning oksidlanish darajasi ortib borishi bilan asosli xossa kuchsizlanib kislotali xossa ortib boradi: $Cr(OH)_2 + H_2SO_4 = CrSO_4 + H_2O$ (faqat kislota bilan ta'sirlashdi) Cr_2O_3 va $Cr(OH)_3$ amfoter moddalar Cr_2O_3 kislotalarda va ishqorlarda eriydi:



$Cr(OH)_3$ ning amfoter xossaga ekanligini quyidagi sxemadan ko'rish mumkin:



Cr(II) ning birikmalari qaytaruvchilardir. Uning oksidlanish potentsiali ($E^0 = -0,41$ v) suvli va kislotali eritmalarida tez oksidlanish imkonini beradi:



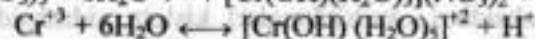
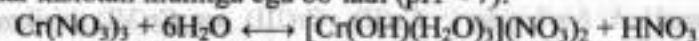
Cr(III) ning birikmalari o'z tarkibiga ko'ra turli rangga ega bo'ladi. Bu uning kompleks birikmalari va qattiq holda ajratib olinadigan kristallogidratlariga ham tegishlidir. Akvokompleks ioni $[\text{Cr(H}_2\text{O)}_6]^{3+}$ ko'kimtir-binafsha rangli, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (binafsha).

Xrom(III) keng tarqalgan birikmalari qatoriga sulfatli qo'shalok tuzlari xromli «achchiqtosh» lar kiradi.

Ular $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; (kaliy xromli achchiqtosh) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (xrom ammoniyli achchiq tosh) misol bo'ladi. Ular quyidagi reaksiya bo'yicha eritmada hosil bo'ladi va ajratib olinadi:

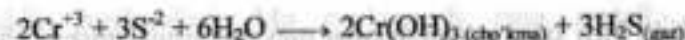


Bu tuzlar xromning boshqa nitratlari, xloridlari va asetatlari singari suvda yaxshi eruvchanligi bilan o'ziga xosdir. Ular suvli eritmalarida erish jarayonida gidrolizlanadilar. Aksariyat hollarda bu eritmalar kislotali muhitga ega bo'ladi ($\text{pH} < 7$):

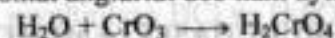


Hosil bo'ladigan gidroksopentaakvaxrom (III) kompleks ion bo'lib, uning tuzilishi ko'pincha dimer yoki polimer holida bo'ladi, OH va kislota qoldig'i anionlari Cr^{3+} ionlari o'rtasida «ko'prik» vositasini bajaradi. Cr(III) birikmalarining charm sanoatida «oshlovchi modda» sifatida ishlatilishi shunday kompleks birikmalar hosil bo'lishiga asoslangan. Ularda ko'pincha suv molekullari o'rmini teri tarkibiga kiruvchi «kollagen» ning aminokislota qoldig'i egallaydi va hosil bo'lgan xromli kompleks birikma teri to'qimalarini bir-biriga «tikuvchi» vosita rolini bajarib, uning mustahkamligini keskin oshiradi, terini charmga aylanishini ta'minlaydi.

Xrom(III) ning karbonat va sulfid tuzlari qattiq holda mavjud emas. Chunki ularni olishda bu tuzlar eritmada hosil bo'ladi va tezda gidrolizlanib Cr(OH)_3 (cho'kma) va CO_2 yoki H_2S gazlarni hosil qiladi:

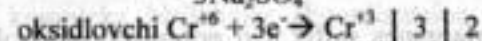
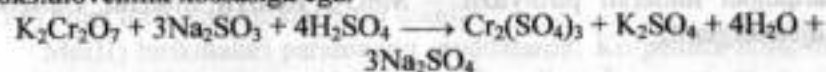


Xromning +6 oksidlanish darajasidagi birikmalari. SrO_3 qizil rangli, suvda kam eriydigan, sulfat kislotada yaxshi eriydigan kristall modda. Sulfat kislotadagi eritmasi «xrompik» deb aytiladi. Eritmada H_2CrO_4 (xromat) yoki $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (bixromat) kislotalar holida bo'ladi. Shu sababli CrO_3 xromat angidridi deb ham aytiladi:



O'rtacha kuchli kislota, ionlanadi: $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCrO}_4^-$

Xromat va bixromat ionlari Na^+ , K^+ , NH_4^+ ionlari bilan suvda yaxshi eruvchan tuzlar hosil qiladi. Bu tuzlarning eritmaları kuchli oksidlovchilik xossasiga ega:



Umuman kislotali eritmalarida Cr(VI) ionining oksidlovchilik xossasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$ ($E^0 = +2,33$ v) reaksiya bilan izohlanadi.

Suvli eritmalarida xromatlar bixromatlarga (va aksincha) aylanib turadi. Bu eritmaning muhiti (rN) ga bog'liq. Agar xromatlarning (sariq rangli) eritmasiga kislota ($\text{pH} < 7$) eritmaları qo'shilsa qizgish sariq rangli eritmaga (S_{ox}) aylanadi. Agar bixromat eritmasiga N_2O (ko'p) yoki ishqor eritmasi qo'shilsa, och sariq rangga kiradi bunda SrO_4^{2-} xromatlar hosil bo'ladi:



Xromat ioni Ba(II) ioni bilan sariq rangli cho'kma hosil qiladi. Bu reaksiya xromat va Ba(II) ionlariga sifat reaksiya sifatida qo'llaniladi:



Agar xromatlar eritmalarida N^+ ionlari (kislota) miqdoriy oshirilsa bixromatlardan tashqari, trixromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_{10}$); tetraxromat ($\text{K}_2\text{Cr}_4\text{O}_{13}$) lar hosil bo'ladi. Bu birikmalarning o'xshashlik tomoni shundaki, ularda CrO_4 guruh tetraedrik tuzilishga ega.

Xrom va uning birikmalari quyidagi sohalarida ishlatiladi. Xrom saqlagan qotishmalar korroziya chidamli maxsus po'latlar holida

ishlatiladi. Sirti xromlangan detallar mexanik ishqalanishga chidamli bo'lib, uzoq vaqt ishlaydi. Cr(III) tuzlari charm va mo'yna sanoatida oshlovchi modda, Sr(VI) birikmalari oksidlovchi moddalar sifatida qo'llaniladi.

Xromning barcha birikmalari zaharli!

MARGANES GURUHCHASI ELEMENTLARI VA ULAR BIRIKMALARINING XOSSALARI

Marganes guruhchasi elementlariga Mn, Te (texnesiy) va Re (reniy) metallari kiradi. *Tabiatda uchraydi:* Marganesning eng ko'p tarqalgan minerali piroluzit – MnO_2 ; Reniyli mineral $CuReS_4$ (djezkazgenit).

Olinishi: Marganes sulfat tuzi eritmasini elektroliz qilish bilan olinadi. Mn ni kremniytermiya usuli bilan olish mumkin:



Re ni vodorod bilan qaytarib olinadi:



Umumiy elektron formulasi $(n-1)d^5ns^2$. Bu guruhcha elementlari to'g'risidagi asosiy ma'lumotlar:

Element xossalari	Mn(z=25)	Tc(43)	Re(75)
Tashqi elektron tuzilishi	$3d^5 4s^2$	$4d^5 5s^2$	$5d^5 6s^2$
Atom radiusi, Å	1,30	1,36	1,37
Ion radiusi $E^{+2}, Å$	0,52	—	0,72
$E^{+7}, Å$	0,46	0,56	0,56
Zichligi, g/sm ³	7,4	11,5	21,0
Suyuq. temp. °C	1244	2200	3180
Qaynash tem. °C	2120	4600	5640
Yer po'stlog'ida tarqalishi (at %)	$3 \cdot 10^{-2}$	Juda kam	$9 \cdot 10^{-9}$

Texnesiy uranni bulinish mahsulotlari (atom sanoati chikindilari) dan olinadi.

Oddiy birikmalari. Mn oq-kumush rang metall. 4 xil modifikatsiyada mavjud bo'ladi.

Reaksiya qobiliyati yuqori bo'lgani uchun Mn oson oksidlanadi. Kukun holida metallmaslar bilan juda tez reaksiyaga kirishadi. Yaxlit metall holidagi marganes oksid parda bilan koplangani uchun ancha passiv. Bu parda sovuq HNO_3 ta'sirida yanada barqarorlashadi. Mn suyultirilgan HCl va H_2SO_4 eritmalari shiddatli eriydi:

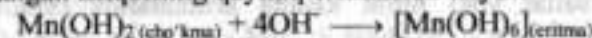


Eritmalarda Mn(II) ioni geksaakvokompleks ioni holidagi (rangsiz) bo'ladi. Ishqorlar Mn ga ta'sir etmaydi. Boshqa metallar (Fe) bilan turli qotishmalar hosil qiladi.

Mn(II) birikmalari paramagnit moddalardir. Ko'pchilik hollarda yuqori spinli kompleks birikmalar (koordinatsion soni 6) hosil qiladi, CN-li birikmalari bundan mustasno.

MnO va $Mn(OH)_2$ lar oq rangli suvda kam eruvchan, qisman amfoter xossali moddalardir. Kislotalarda yaxshi eriydi:

$MnO + 2HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O$ bu reaksiya eritmada boradi va haqiqatda marganes (II) ioni $MnO + 2H^+ + 5H_2O \rightarrow [Mn(H_2O)_6]^{2+}$ geksaakva ion holidagi bo'ladi. $Mn(OH)_2$ konsentrlangan ishqorning qaynoq eritmasida eriydi:

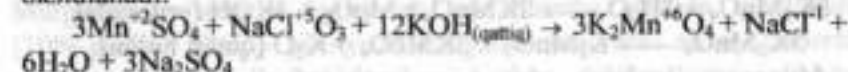


geksagidrokso anion kompleks ko'rinishida bo'ladi. Bularidan tashqari $Mn(OH)_4$; H_2MnO_4 va $HMnO_4$ tarikibli gidroksidlari ham mavjud bo'lib ularda marganesning oksidlanish darajasi (+2, +4, +6, +7) ortib borishi bilan asoslik xossa kuchsizlanib kislotalik xossa kuchayib boradi.

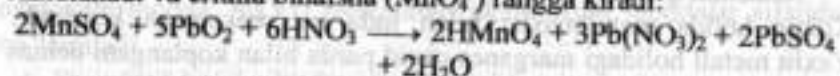
Mn(II) birikmalari qaytaruvchilik xossaga ega. $Mn(OH)_2$ ochiq havoda kolsa qorayadi. Sababi havo kislorodi ta'sirida Mn(II) oksidlanadi va Mn_2MnO_4 ni hosil qiladi:



Ishqoriy muhitda Mn(II) yanada yuqoriroq darajagacha oksidlanadi:



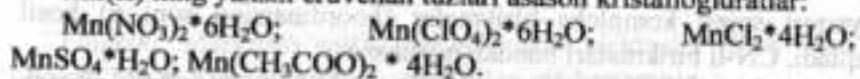
Agar Mn(II) birikmalariga yanada kuchliroq oksidlovchilar ta'sir etilsa (PbO_2); ($\text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3$ (kons)) Mn(VII) gacha oksidlanadi va eritma binafsha (MnO_4^-) rangga kiradi:



Bu reaksiyadan analitik kimyoda Mn(II) ionlarini aniqlashda foydalaniladi.

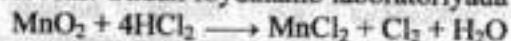
Mn(II) ning MnS , MnF_2 , MnCO_3 , $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$, MnSiO_3 kabi birikmalari suvda kam eriydi. Sulfatlari, nitratlari, xlorid, bromid, iodidlari, asetatlari suvda yaxshi eruvchi moddalar bo'lib, suvli eritmalar kislotali muhit ($\text{pH} < 7$) ga ega bo'ladi. Chunki Mn(II) ioni gidroliz natijasida kuchsiz asos xossasini namoyon qiladi.

Mn(II) ning yaxshi eruvchan tuzlari asosan kristallogidratlar:



Mn(II) ning MnO_2 va $\text{Mn}(\text{OH})_2$ birikmalari va manganitlar (oksomanganat (VI)) MnMnO_3 ; K_2MnO_3 ; CaMnO_3 lari mavjud. Bu moddalar tipik amfoter oksid va gidroksidlardir.

MnO_2 - oksidlovchi. Undan foydalanib laboratoriyada xlor olinadi:



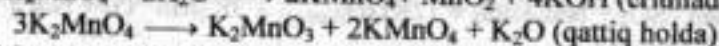
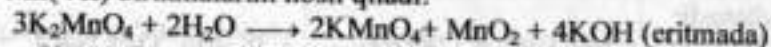
MnO_2 sulfat yoki nitrat kislotada eritmalarida erib, kislorod chiqaradi:



Mn(IV) birikmalari Mn(II)-singari kuchli oksidlovchilar ta'sirida qaytaruvchilik xossalari namoyon etadi va Mn(VI) va Mn(VII) birikmalarini hosil qiladi.

Mn(VI) birikmalari ancha beqaror birikmalar bo'lib, asosan, manganatlar (K_2MnO_4 ; Na_2MnO_4) holida mavjuddir. Manganatlar yashil (MnO_4^{2-}) rangli moddalardir.

Manganatlarda marganes +6 (oraliq) oksidlanish darajasida bo'lgani uchun disproportsiyalanish reaksiyalariga kirishib Mn(IV) va Mn(VII) birikmalarini hosil qiladi:

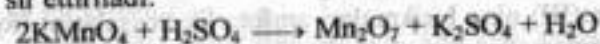


Manganat ionining shu xususiyati tufayli suvli eritmada H_2MnO_4 manganat kislotasi hosil bo'lmaydi.

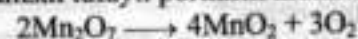
Mn(VI) birikmalari kuchli oksidlovchi moddalar sifatida ishlatiladi.

Mn(VII) birikmalari. Bu birikmalar qatoriga KMnO_4 , NaMnO_4 , HMnO_4 va Mn_2O_7 lar kiradi.

Mn_2O_7 -marganes (VII)-oksid yoki permanganat anhidridi deyiladi. Mn_2O_7 - tuk (kora) yashil suyuqlik. Beqaror modda. Uni olish uchun permanganat kislotasi tuzlariga konsentrlangan sulfat kislotasi ta'sir ettiriladi:

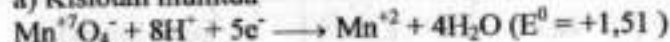


Bu moddani olishda juda ehtiyotlik bilan xavfsizlik choralari ko'rilmasa parchalanishi tufayli portlashi mumkin:



HMnO_4 permanganat kislotasi deyiladi va kuchli kislotasi hisoblanadi: $\text{HMnO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{MnO}_4^-$. Hosil bo'lgan permanganat- (MnO_4^-) ioni tuk binafsha rangli bo'lgani uchun uning barcha tuzlari tuk binafsha rangga egadir. Suvli eritmalar «margansovka» nomi bilan ishlatiladi. Mn(VII) ning barcha birikmalarida marganes +7 oksidlanish darajasida bo'lgani uchun juda kuchli oksidlovchilardir. MnO_4^- ionining oksidlovchilik xossasi eritma muhiti (pH) ga juda bog'liq. Shuncha ko'ra MnO_4^- ionining oksidlovchilik xossasi:

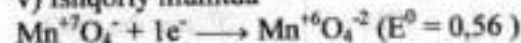
a) Kislotali muhitda



b) Neytral muhitda



v) Ishqoriy muhitda



ko'rinishda namoyon bo'ladi. Bulardan ko'rinish turibdiki MnO_4^- ioni kislotali muhitda kuchli oksidlovchilik xossasiga egadir.

Permanganatlar qizdirilganda parchalanib Mn(VI), Mn(IV) birikmalari va erkin holdagi kislorodni hosil qiladi:



Marganes va uning birikmalari quyidagi sohalarida ishlatiladi. Marganes po'latlarga legirolovchi qo'shimcha sifatida qo'shiladi (10% gacha). MnO_2 - pirolizit marganes saqllovchi asosiy mineral xomashyo bo'lib, marganesning boshqa birikmalarini olishda dastlabki modda sifatida ishlatiladi. KMnO_4 kuchli oksidlovchi sifatida laboratoriyalarida, meditsinada yaralarni yuvishda, mikrob,

mikroorganizmlarni «o'ldirish» da ishlatiladi. MnO_2 - galvanik elementlar (batareyalar) tayyorlashda foydalaniladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Xrom va marganesning elektron formulasi asosida ularning namoyon qiladigan oksidlanish darajalarini ko'rsating.
2. Xrom va marganesning +2 oksidlanish darajasidagi birikmalari xossalarini solishtiring.
3. Xrom(III) ning birikmalari amfoterlik xossalarini ifodalovchi reaksiya tenglamalarini yozing.
4. Xromatlar va bixromatlarning xossalarini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
5. Xromli «achchiqtosh» larga misollar keltiring ular qanday maqsadda ishlatiladi?
6. Marganes birikmalarida uning oksidlanish darajasi kamayib borishi bilan xossalari qanday o'zgaradi?
7. Permanganat-ioni, tuzilishi, xossalarini izxolang.
8. Xromat va bixromat kislotalar va ular tuzlarining tuzilishi va xossalarini izxolang.

XXV. VIII GURUHCHA ELEMENTLARI.

Asosiy xarakteristikasi. Elementlar davriy jadvalining bu guruhcha tuzilishi va undagi elementlarning joylashuvi bilan boshqa barcha guruhlardan keskin farq qiladi. Chunki bu guruhchaga kirgan elementlar vertikal o'xshashlik o'miga gorizontall o'xshashlik namoyon etgani uchun undagi 9 ta element «uchta oila» ga, ya'ni «triada» ga bo'linadi.

Ular quyidagilar: temir triadasi (Fe, Co, Ni); palladiy triadasi (Ru, Rh, Pd) va platina triadasi (Os, Ir, Pt). Shu triadalaridan «temir oilasi» (triadasi) elementlari bilan yaqindan tanishamiz.

Fe – oilasi elementlarining asosiy xarakteristikalari

Element xossalari	Fe($z=26$)	Co(27)	Ni(28)
Tashqi elektron tuzilishi	$3d^6 4s^2$	$4d^7 5s^2$	$5d^8 6s^2$
Atom radiusi, $\text{\AA}$	1.26	1.25	1.24
Ion radiusi			
$E^{+2}, \text{\AA}$	0.80	0.78	0.74
$E^{+3}, \text{\AA}$	0.67	0.64	—
Zichligi, g/cm^3	7.87	8.84	8.91
Suyuq. temp. $^{\circ}\text{C}$	1539	1493	1453
Qaynash tem. $^{\circ}\text{C}$	2870	3100	2900
Elektron potentsiali E^0, v ($E^0 - 2e - E^{-2}$)	-0.44	-0.277	-0.250
Yer po'stlog'ida tarqalishi (at %)	1,5	$1 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$

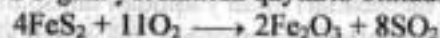
Tabiatda tarqalishi: Temir oilasi elementlaridan faqat temir tabiatda (osmon jismlari) erkin holda uchrashi mumkin (meteoritlar). Temir alyuminiydan keyin tabiatda keng tarqalgan element bo'lib oksidlar va sulfidlar holida mavjud: Fe_3O_4 (magnitli temirtosh), Fe_2O_3 (qizil temirtosh); $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (qo'ng'ir temirtosh), FeCO_3

(shpatli temirtosh), FeS_2 (temir kolchedani yoki pirit). Kobalt tabiatda kam tarqalgan element bo'lib, CoAsS (kobaltin) minerali holida bo'ladi. Polimetall rudalar tarkibida uchraydi.

Kobalt va temir elementlari mikroelementlar qatoriga kirib o'simlik va hayvon organizmida bo'ladi. Temir konning asosiy tarkibi – gemoglobinning asosini tashkil etadi.

Nikel ham mishyakli va oltingugurtli minerallar ko'rinishida bo'lib: NiAsS (mishyak-nikel yaltirogi); mis, kumush va oltin rudalari tarkibida uchraydi.

Olinishi: Temir sulfidli rudalardan oksidlarga o'tkazilib, oksidlarni koks, CO gazi yordamida qaytarib olinadi:



Kobalt polimetall rudalarni qayta ishlash vaqtida Co_3O_4 ga o'tkazilib, bu oksidni C, vodorod, Al bilan qaytarib olinadi. Juda toza kobalt texnik kobaltni elektrorafinatsiyalash yoki ba'zi birikmalarini termik parchalash bilan olinadi.

Nikel mis-nikelli rudalarni qayta ishlab olinadi. Nikel asosan NiO holiga keltirilib, uni uglerod ishtirokida qaytarish bilan olinadi. Bunday usulda olingan nikel qo'shimchalar saqlagani uchun uni nikel sulfat eritmasida elektrorafinatsiyalab yuqori tozalikdagi nikel olinadi.

Erkin holda ajratib olingan Fe, Co va Ni asosan turli qotishmalar olishda ishlatiladi. Ular qatoriga cho'yan (96% Fe, 4% C); po'latlar (90% gacha Fe, 2% gacha C, 2-10% Ni, 2-4% Co va boshqa metallar). Bu po'latlar zanglamaydigan va issiqlikni chidamli bo'lib maxsus po'latlar deyiladi. Temir asosida olingan qotishmalar va temir birgalikda ko'ra metallarni tashkil etadi.

Yuqori temperaturaga chidamli qotishmalar (73% Ni, 15% Cr, 7% Fe, 2,4% Ti va qolgani Al, Nb, Mn, Si) – inkonel; (59% Ni, 20% Cr, 16% Co, 2,3% Ti, 14% Al, qolgani Fe, Mn, Si) – nimonik; yuqori elektr qarshilikka ega qotishmalar nixrom (80% Ni, 20% Cr); uy-ro'zg'or buyumlari, oziq-ovqat va kimyo sanoatida ishlatiladigan maxsus (bezarar) qotishma (70% Ni, 30% Cr) – monelmetall; magnitli qotishma (24% Ni, 14% Al qolgani Fe) – alni; shisha bilan

birikadigan qotishma (0,15% C, 46% Ni, qolgani Fe) – platinit bularga misol bo'ladi.

Kobaltli qotishmalarga: issiqqa bardoshli (65% Co, 28% Cr, 3% Ni, 4% Mo) – vitallium (raketa va reaktiv dvigatellar uchun ishlatiladi); kesuvchi instrumentlar uchun qotishma (VK) va titanli (TK); doimiy magnitli qotishma (50% Fe, 24% Co, 14% Ni, 9% Al va % Cu) – alniko kiradi.

Temir 4 xil modifikatsiyada bo'ladi. Xona temperaturadan to 770°C gacha α – Fe modifikatsiyada mavjud bo'lib uning kristall panjarasi hajmiy markazlashgan kubsimon bo'lib, ferromagnit xossaga ega bo'ladi.

770°C dan 910°C gacha β - Fe holida bo'lib, ferromagnitlik xossa yo'qolib temirda paramagnitlik xossasi paydo bo'ladi, ammo kristall panjara deyarli o'zgarmaydi.

910°C dan 1390°C gacha temirda polimorf o'zgarishlar ro'y berib, γ Fe modifikatsiyaga o'tadi. Kristall panjari yoqlari markazlashgan kub bo'lib, temirning paramagnit xossasi saqlanib qoladi.

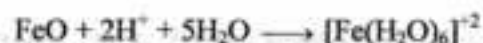
1390°C dan boshlab yana polimorf o'zgarish ro'y berib, δ – Fe modifikatsiya hosil bo'ladi. Bu modifikatsiyada asosiy kristall panjara turi – hajmiy markazlashgan kub bo'lib, u temir suyulgancha (1536°C) saqlanib qoladi.

Temir boshqa d – elementlar singari turli qotishmalar hosil qiladi. Bu qotishmalar qatoriga Fe ning uglerod bilan hosil qilgan birikmalari kiradi. Bular sementit – Fe_3C (xom cho'yan), austenit – α -Fe ning C bilan eritmasi; ferrit – β -Fe ning C bilan qattiq eritmasi shular jumlasiga kiradi. Bu qotishmalarning tarkibini, hosil bo'lish temperaturasini, sharoitini o'zgartirish bilan turli fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan qotishmalar olinadi.

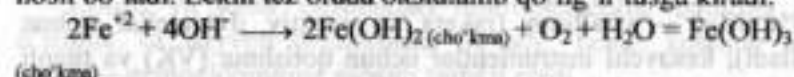
Temirning oksidlanish darajalari +2, +3 va +6 bo'lgan birikmalari mavjud.

Fe(II) ning asosiy birikmalari qatoriga FeO (qora), FeS (qora), Fe(OH)_2 (ko'kimtir-oq), FeCO_3 (ok), FeCl_2 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe(ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe(ON)}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{Fe(SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (mor tuzi) kabi moddalar kiradi.

FeO – asosli oksid. Suvda erimaydi. Kislotali muhitda eriydi va gekakvaferat (II) kompleks ionini hosil qiladi:



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ – temir (II) – gidroksid. Asosli xossaga ega modda. Suvda erimaydi. Toza $\text{Fe}(\text{II})$ – ioni eritmalariga ishqorlar ta'sirida hosil bo'ladi. Lekin tez orada oksidlanib qo'ng'ir tusga kiradi:



FeS – kam eruvchan modda bo'lib, Fe^{+2} ga H_2S gazi ta'sirida hosil bo'ladi:



Bu modda hosil bo'lishining o'ziga xos tomoni shoki, agar havoda H_2S ning miqdori ortib ketsa, bu havodan nafas olgan kishilar zaharlanib, o'limga olib kelishi mumkin. Chunki havodagi H_2S bilan nafas olinganda vodorod sulfid kishi qoniga o'tib, qonning asosini tashkil etgan gemoglobindagi Fe^{+2} ionlari bilan ta'sirlashadi va bu qonning buzilishiga va ko'ngilsiz hodisaga olib keladi. Shu sababli havoda H_2S ning miqdori yo'l qo'yilganidan oshmasligi kerak. FeCO_3 va FeS lar ham tez buzilib, boshqa moddalarga aylanadi:



$\text{Fe}(\text{II})$ ioni $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – qizil qon tuzi ta'sirida turnbul ko'qi nomli yomon eriydigan birikmani hosil qiladi.

Bu reaksiyadan analitik kimieda $\text{Fe}(\text{II})$ ionini topishda foydalaniladi:



$\text{Fe}(\text{II})$ ioni qaytaruvchilik xossasiga ega. Ayniqsa kislotali muhitda $E^0 = -0,46 \text{ v}$ bo'lgani uchun $\text{Fe}^{+2} - e^- \longrightarrow \text{Fe}^{+3}$ reaksiya oson boradi. $\text{Fe}(\text{II})$ ning bu xususiyatdan foydalanib turli namunalar tarkibidagi temir ionlari miqdorini hajmiy analizning permanganometriya usuli bilan aniqlash mumkin:



$\text{Fe}(\text{II})$ ning kompleks birikmalari $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$; $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ laridan oxirgisi eng barqaror ($K_{\text{bek}} = 4 \cdot 10^{-36}$). Unga kislota $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – ok kristall modda mos kelib, suvda yaxshi ($150 \text{ g}/100\text{gr } \text{N}_2\text{O}$) eriydi va kuchli kislota xossasiga ega. Uning kaliyli tuzi $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ sariq kon tuzi nomi bilan ishlatiladi.

Sariq qon tuzi qonga temir qipig'ini K_2CO_3 bilan qo'shib qizdirish natijasida olingani sababli shunday nomlanadi. Bu tuzning

$\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Fe}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$ ionlari bilan hosil qilgan birikmalarida CN^- ionlari bevosita bu ionlar bilan kimyoviy bog' hosil qiladi. Shunga ko'ra ularni aralash sianid tuzlari deyish ham mumkin. Bu moddalar suvda yomon eriydi va zaharli.

$\text{Fe}(\text{III})$ – ning birikmalari. Fe_2O_3 qizil qo'ng'ir rangli, suvda yomon eriydigan, kislota va ishqorlarda eriydigan qismon asos xossali amfoter oksid. Uning turli polimorf holatlari $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ (gematit), $\beta - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ferromagnit xossali modda ko'rinishlari mavjud. Bu modda tabiatdagi temir rudasining asosiy qismini tashkil etadi. FeS va FeS_2 ni kuydirish bilan ham hosil bo'ladi, temir va uning qotishmalarini olishda asosiy xomashyo hisoblanadi.

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ qizil-jigar rangli modda (zang), temir (III) gidroksidi.

O'zgaruvchan tarkibga $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ega. sharoitga qarab, temperaturaga bog'liq holda tarkibidagi H_2O ni yo'qotib $\text{FeO}(\text{OH})$ tarkibli oksigidroksidni hosil qiladi. Yuqori temperaturada qizdirilsa Fe_2O_3 ga aylanadi: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Kislotalar ta'sirida Fe_2O_3 va $\text{Fe}(\text{OH})_3$ eriydi:



suvli eritmasi sariq rangli bo'ladi. Toza hosil qilingan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ konsentrlangan eritmalarida eriydi:

$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} (\text{kons}) \longrightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]$ geksagidroksosferrat (III) kaliy xuddi shuningdek Fe_2O_3 kuchsiz kislotali oksidlar singari ishqorlar va natriy, kaliy karbonatlari bilan qo'shib qizdirilsa ferrit (MFeO_2) larni hosil qiladi:

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{NaFeO}_2 + \text{CO}_2$. Bu moddalar suvda yaxshi erib, buzilib ketadi. $\text{Fe}(\text{II})$ ning ferriti $\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2$ yoki Fe_3O_4 magnit (temirning aralash $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ oksidi) deyiladi. Boshqa d – metallarning (Co, Ni, Cu, Mn) MFeO_2 tarkibli ferritlari ferromagnit xossalarga ega bo'lgani uchun turli magnitlar va texnikada magnitli lentalar tayyorlashda ishlatiladi.

Suvli eritmadan ajratib olingan tuzlari $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ va temirli achchiqtosh $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 0 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ kabi kristallogidratlar holida bo'ladi. Tarkibida suv saqlamagan tuzlari: $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ to'q qizil qon rangli; FeCl_3 qo'ng'ir jigar rangli, FeF_3 to'q yashil rangli moddalardir. Bu tuzlarning deyarli hammasi suvda yaxshi eriydi.

Suvli eritmalarida Fe(II) va Fe(III) tuzlari gidrolizlanadi. Gidroliz kation mexanizmidan boradi, eritma muhiti kislotali ($\text{pH} < 7$) bo'lib, gidroliz I yoki II bosqichida to'xtaydi. Temperatura ta'sirida oxirigacha borishi mumkin, juda ko'p qizdirish va uzoq vaqt turishi natijasida bu tuzlar eritmasida qo'ng'ir rangli cho'kma $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hosil bo'ladi. Agar biror kislota eritmasi qo'shilsa, yana tiniq sariq rangli bo'ladi. Gidroliz reaksiyasi:

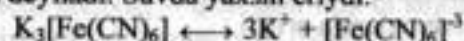


Bu eritmada boradigan reaksiya, shu sababli quyidagicha yozilsa, to'g'ri bo'ladi:



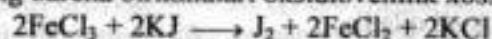
Har bosqichda $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ tarkibidagi bitta suv molekulasini OH^- ioni bilan almashinib gidroksi birikma hosil qiladi. Gidroksi birikmalarda OH^- ionlari Fe^{3+} ionlarini bir – biriga bog'lovchi «ko'pri» vositasini o'taydi va bunday birikmalar polimer tuzilishga ega bo'lib, suvda eruvchanligi kam bo'ladi.

Fe(III)ning turli kompleks birikmalari: $\text{M}^{3+}[\text{FeF}_6]^-$; $\text{M}^{3+}[\text{FeCl}_4]^-$; $\text{M}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$; $\text{M}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ mavjud. Ular uchida eng barqarori $\text{K}_{\text{bek}} = 1 \cdot 10^{-44}$ bo'lgan $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – gesasianoferrat (III) – kaliy bo'lib, u qizil qon tuzi deyiladi. Suvda yaxshi eriydi.



Bu tuz Fe(II) ionini aniqlashda (turnbul ko'kini hosil qilgani uchun) ishlatiladi.

Fe(III) ning barcha birikmalari oksidlovchilik xossalarga ega:



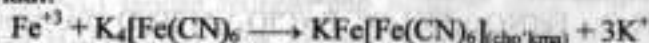
Shu jumladan komplekslari ham:



Shu sababli Fe_2S_3 ni ham olib bo'lmaydi:



Fe^{3+} ionini aniqlash uchun «sariq kon» tuzi eritmasidan foydalaniladi. Bunda to'q yashil rangli cho'kma «birlin lazuri» hosil bo'ladi:



Agar Fe(III) birikmalarini kuchli ishqoriy muhitda oksidlovchilar ta'sirida qizdirilsa Fe(VI) – birikmalari hosil bo'ladi. Bu birikmalar oksibirikma-tetraoksoferrat (VI) lar holida bo'ladi:

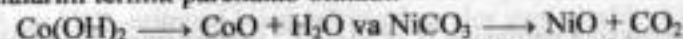


Fe(VI) ning birikmalari qizil rangli kristall moddalar bo'lib, ularning xossa va tuzilishlari SO_4^{2-} , CrO_4^{2-} ionlari birikmalariga o'xshaydi. Shu sababli BaFeO_4 suvda erimaydi. FeO_4^{2-} birikmalari oksidlovchilik xossasiga ega bo'lib, KMnO_4 dan ham kuchli. Kuchli oksidlovchilik xossasi tufayli NH_3 ni NO_3^- gacha, Cr(III) ni CrO_4^{2-} gacha oksidlaydi.

KOBALT VA NIKELNING +2, +3 OKSIDLANISH DARAJALARIDAGI BIRIKMALARI

So va Ni uchun (+2) ko'p tarqalgan oksidlanish darajasi bo'lib, Co(II) beqaror, Ni(II) barqaror birikmalar hosil qiladi, chunki Co(II) oson oksidlanib Co(III) ga o'tib ketadi. Bu ikkala ion uchun 4 va 6 koordinatsion soni xarakterli bo'lib, birikmalari tetraedrik, tekis kvadrat va oktaedrik tuzilishli bo'ladi.

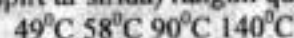
Asosiy birikmalari: CoO-kobalt (II)-oksid, och yashil-kulrang rangli suvda erimaydigan modda. NiO yashil rangli modda, suvda erimaydi. Ikkala oksid ham $\text{M}(\text{ON})_2$ yoki MSO_3 tarkibli birikmalarini termik parchalab olinadi.

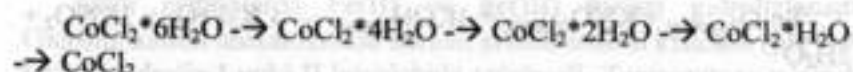


CoO va Ni kuchsiz asos xossali oksidlar bo'lgani uchun kislotalarda eriydi:



Co(II) va Ni(II) ning suvda yaxshi eruvchi tuzlari eritmalariga ishqorlar eritmalarini ta'sir ettirilsa, ko'k rangli $\text{Co}(\text{OH})_2$ va yashil rangli $\text{Ni}(\text{OH})_2$ cho'kmalari hosil bo'ladi. Bu gidroksidlar kuchsiz asoslar bo'lib, $\text{Co}(\text{OH})_2$ temperatura ortishi bilan binafsha rangga kiradi. Ikkala gidroksid kislotalarda eriydi va tegishli kislotalarning tuzlarini hosil qiladi. Suvli eritmada $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ va $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kationlar holida bo'ladi. Qizig'i shundaki $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ioni rangi t° ga va eritmada anionning tabiatiga qarab ko'k rangdan binafshagacha o'zgaradi. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristallogidratini (yoki CaCl_2 va spirt ta'sirida) rangini quyidagi o'zgarishni ko'rish mumkin:

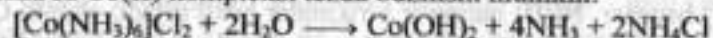




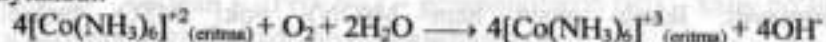
binafsha binafsha ko'k-binafsha ko'k ko'k

Rangning bunday o'zgarishi Co(II) ionlari atrofidagi ichki sfera tarkibining o'zgarishi sababli d elektron orbitalarning d-d'yeyilish energiyasi qiymati o'zgarishi bilan izohlanadi. Shunga ko'ra binafsha rang $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; ko'k-binafsha rang $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$, ko'k rang $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ oktaedrik tuzilishli kompleks-ionlar hosil bo'lishining natijasidir.

Co(II) va Ni(II) ning tuzlari ammiakli eritmada ammino kompleks $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ va $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ larni hosil qiladi. Lekin suvli eritmada Co(II) kompleksi tezda buzilishi mumkin:



Sababi hosil bo'ladigan $\text{Co}(\text{OH})_2$ cho'kmaning eruvchanlik ko'paytmasi (EK) qiymati $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ioning beqarorlik doimiysidan kichik. Bu kompleks ionning o'ziga xos tomoni shundaki, havo kislorodi ta'sirida osongina Co(III) ionlari birikmasiga aylanadi.



Bu reaksiya natijasida $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ yuqori spinli kompleks ionlari $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ past spinli kompleksga, ya'ni paramagnet xossalari Co(II) birikmasi diamagnet Co(III) birikmalariga aylanadi.

Ni(II) ning ammino kompleksi $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ to'q ko'k rangli ($K_{\text{bek}} = 2 \cdot 10^{-15}$) ancha barqaror va oksidlovchilar ta'sirida deyarli o'zgarmaydi.

Co(II) birikmalari anion komplekslar ham hosil qiladi. Agar CoCl_2 eritmasiga NaCl (KCl) ning konsentrlangan eritmaları qo'shilsa:



hosil bo'ladi. Shunday moddalar Br, J, NCS va OH ionlari bilan ham hosil bo'ladi. Bu moddalar ham ko'k yoki binafsha rangli bo'lib, ko'pchilik hollarda «ko'p yadrolil» komplekslar: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{CoCl}_4]$, $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{NiCl}_4]$ geksakvonikel (II) geksaxloronikelat (II) hosil bo'lishiga olib keladi. Bunday komplekslar eritmaları suyultirilganda buziladi va oddiy kompleks-

larga $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ aylanadi. Shunday moddalar qatoriga $\text{K}_2[\text{Co}(\text{CNS})_4]$ kompleksi kiradi. U quyidagicha hosil bo'ladi:



ko'k rangli eritma hosil bo'lishiga olib keladi. Bundan analitik kimyoda Co(II) ionlarini aniqlashda foydalaniladi.

Co(II) – ionning o'ziga xosligi yana shundaki, agar bu ion ta'sir kuchi yuqori ligandlar (CN) bilan kompleks hosil qilsa murakkab tarkibli «Metall-Metall» (Co-Co) bog'i bo'lgan $\text{K}_6[\text{Co}_2(\text{CN})_{10}]$ (qizil rangli) birikma hosil qiladi. Shu bilan Fe(II) birikmalaridan farq qiladi.

Ni (II) ning sianidli sariq rangli ($K_{\text{bek}} = 3 \cdot 10^{-31}$) kompleksi $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ tekis kvadrat tuzilishli bo'lib, $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ va $[\text{NiBr}_4]^{2-}$ lar tetraedrik tuzilishga ega, diamagnet moddalardir.

Co(III) ning kislorodli birikmasi $\text{CoSO}_4 \cdot \text{O}_4$ (Co_3O_4) bo'lib kuchli oksidlovchi xossaga ega modda. Shu sababli Co(III) turli eritmalaridagi $[\text{Co}(\text{N}_2\text{O})_6]^{3+}$ ionlari osonlik bilan $[\text{Co}(\text{N}_2\text{O})_6]^{2+}$ ga o'tib ketadi ($E^0 = 1,84 \text{ v}$), buning isboti sifatida Co(III) ning birikmalari kislotali muhitda ($\text{rN} < 7$) suv tarkibidan kislorodni oksidlab chiqaradi:



Agar HCl -eritmasi bilan ta'sirlashsa xlor gazi ajralib chiqadi.

Co(III) qator kation komplekslar: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Si}_2$ ($K_{\text{bek}} = 6 \cdot 10^{-36}$) sariq rangli; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{X}]\text{X}_2$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{X}_2]\text{X}$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})]\text{X}_3$; ($\text{X} = \text{Cl}, \text{NO}_2$) ni hosil qiladi. Bu moddalar koordinatsion sferaga kirgan ligandlarning turiga va joylashuviga ko'ra turli (ko'k, yashil, qizil pushti, qizil) rangli bo'lishi mumkin. Kobaltning anion komplekslaridan $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ geksanitrokobalt (III) natriy analitik kimyoda K^+ ionlarini aniqlashda ishlatiladi:



Co(III) sianid CN ionlari bilan ham $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ tarkibli kompleks hosil qiladi. Unga to'g'ri keluvchi $\text{H}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ kislotasi kuchli uch asosli kislota xossasiga ega.

Co(III) ning $\text{MCo}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ tarkibli ($\text{M} = \text{NH}_4^+, \text{K}^+, \text{Na}^+$) kvass- «achchiq tosh» lari (qo'sh tuzlari) ham mavjud. Ular suvli eritmalarida yaxshi eriydi.

Umuman, Co(III) va Co(II), Ni(II) ionlarining kompleks birikmalari soni ko'pligi va turli xossalarga ega bo'lishi

koordinatsion birikmalarda kuzatiladigan: gidratlar izomeriyasi, ionlanish izomerizatsiyasi, geometrik izomeriya, koordinatsion izomeriyalarning ro'y berishidir. Shu sababli Co(III) va Co(II), Ni(II) larning komplekslarini o'rganish ko'pchilik ilmiy izlanishlarning asosini tashkil etadi.

Fe, Co, Ni birikmalarining ishlatilishi. Bu metallar qora va rangli metallar sanoatining asosini tashkil etuvchi turli qotishmalar olishda asosiy xomashyolar qatoriga kiradi.

Kobaltning ^{60}Co izotopi meditsina «kobaltovaya pushka» «kobalt tupi» nomi bilan rak kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Fe(II), Co(II), Co(III) ionlari mikroelementlar qatoriga kirib vitaminlar, qon hosil qiluvchi (anemiyaga qarshi) dori darmonlar tarkibiga kiradi va keng ishlatiladi.

Fe(II), Fe(III), Co(II), Co(III), Ni(II) larning ko'pchilik birikmalarida (d^5 , d^6 , d^7 , d^8 - elektron tuzilishli) turli sondagi tok elektronlarning bo'lishi ularning turli magneto-kimyoviy xossaga ega bo'lishiga va ular birikmalarini radio va elektron texnikada, aniq ishlovchi o'lchov asboblari ishlatilishiga keng yo'l ochib bergan.

Takrorlash uchun savollar:

1. Temir oilasi elementlari qatoriga kiruvchi elementlarning elektron formulalarini yozing.
2. Fe^{+2} , Fe^{+3} , Fe^0 lardan qaysi birida tok elektronlar soni ko'p?
3. S, N larning oksid va gidroksidlari xossalarini izohlang.
4. Fe ni tabiiy birikmalardan qanday ajratib olinadi?
5. Fe asosida qanday qotishmalar olinadi?
6. Fe^{+2} , Fe^{+3} larning kompleks birikmalariga misollar keltiring va xossalarini izohlang.
7. Co^{+2} , N^{+2} - ionlarining kompleks birikmalariga misollar keltiring, ularning tuzilishi va xossalarini izohlang.

GLOSSARIY

Vodorod bog'lanish – molekuladagi elektr manfiyligi katta bo'lgan element atomi bilan molekuladagi (yoki boshqa molekuladagi) vodorod atomi orasida vujudga keladigan ikkinchi darajali kimyoviy bog'lanish.

Donor- akseptor bog'lanish – kovalent bog'lar hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi boshqa atomda bo'lishi shart emas, bu juftlar bog'lanish hosil bo'lishidan avval, o'zaro birikuvchi atomlarning faqat birida bo'lib, ikkinchi atomda bo'sh orbitalar mavjud bo'lsa, kovalent bog'lanishning bir turi – koordinatsion yoki donor – akseptor bog'lanish hosil bo'ladi.

Donor – bog' hosil qilish uchun o'zining elektron juftini beradigan atom yoki iondir.

Dativ bog'lanish – juft d – elektronlar hisobiga amalga oshadigan donor – akseptor bog'lanish.

Ion bog'lanish – ionlar orasida elektrostatik tortishuv tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog'lanish. U elektrvalent bog'lanish ham deyiladi.

Qutbli kovalent bog'lanish – elektromanfiyliklari bir – biridan oz farq qiladigan atomlar hosil qilgan kimyoviy bog'lanish ($\text{H}:\text{Cl}$, $\text{H}:\text{O}:\text{H}$, va boshqalar).

Reaksiya tezligi – reaksiyaga kirishuvchi moddalar, konsentratsiyasining vaqt birligida o'zgarishi.

Reaksiyaga ta'sir etuvchi faktorlar – temperatura, konsentratsiya, bosim, katalizator.

Katalizator – reaksiyani tezlashtiruvchi moddalar, reaksiyaga kirishib reaksiya oxirida o'zgarimasdan ajralib chiqadigan moddalar;

Kataliz – reaksiya tezligi, unga ta'sir etuvchi faktorlarni o'rganadigan fan.

Gomogen kataliz – bitta fazada boradigan reaksiyalarning katalizi.

Geterogen kataliz – turli yuzalarda sodir bo'ladigan katalitik jarayon.

Tirik tabiatda kataliz – tirik tabiatda enzimlar, kompleks birikmalar ishtirokidagi kataliz.

Konsentratsiya – moddalarning ma'lum bir hajmdagi miqdori.

Sistema – chegara sirti mavjud bo'lgan muhit.

Ingibitor – reaksiya tezligini pasaytiruvchi moddalar.

Katalitik zahar – katalizatorning faolligini kamaytiruvchi vosita.

Gidratlanish – erishda erituvchi bo'lgan suv molekulalarining erigan modda molekulalari bilan birikishidir. Bunda unchalik barqaror bo'lmagan birikmalar hosil bo'ladi.

Gipertonik eritmalar – konsentratsiyasi solishtirish uchun olingan eritmaga qaraganda yuqoriroq osmotik bosimga ega bo'lgan eritma.

Gipotonik eritmalar – konsentratsiyasi kichik bo'lgan eritmalarining osmotik bosimi kam bo'ladi va ular gipotonik eritmalar deb ataladi.

Molyar konsentratsiya yoki molyarlik – erigan moddaning 1 litr eritmada mollar soni bilan ifodalanishi.

To'yingan eritma – erimay qolgan modda bilan cheksiz uzoq vaqt birga mavjud bo'la oladigan yani muvozanatda turadigan eritma.

Erish issiqligi – bir mol modda erituvchida eriganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori.

Eritma – ikki yoki bir necha komponentdan iborat qattiq yoki suyuq gomogen sistema.

Eritmaning konsentratsiyasi – eritmaning yoki erituvchining ma'lum massa miqdorida yoki ma'lum hajmida erigan modda miqdori.

Erigan moddaning massa ulushi – erigan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbatidir.

Eritmaning titri – eritmaning 1 millilitridagi erigan moddaning gramm massasi.

Eruvchanlik – moddaning u yoki bu erituvchida erish xususiyati. Qattiq modda erituvchiga tushirilganda uning ionlari yoki molekulalari qutbli erituvchi molekulalari bilan ta'sirlashishi natijasida erish jarayoni boshlanadi. Ayni moddaning ma'lum haroratda 100 g erituvchida erib to'yingan eritma hosil qiladigan massasi uning eruvchanlik koeffitsiyenti yoki eruvchanligi deb ataladi.

Ebulioskopiya – eritmaning qaynash shartlarini o'rganuvchi bo'lim.

Eruvchanlik ko'paytmasi – oz eriydigan elektrolitlarning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni haroratda o'zgarmas miqdor.

Qaytar reaksiyalar – faqat bir yo'nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlangich moddalar ohirgi mahsulotlarga to'liq aylanadigan reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi.

Qaytmas reaksiyalar – kimyoviy reaksiyalar reaksiya mahsulotlaridan biri reaksiya muhit doirasidan chiqib ketadigan hollarda (gaz ajralib chiqqanda, cho'kma tushganda, amalda dissotsiylanmaydigan moddalar hosil bo'lganda), shuningdek reaksiya natijasida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqqan hollarda qaytmas reaksiya hisoblanadi.

Kimyoviy muvozanat – to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi teng bo'lgan holati kimyoviy muvozanat deyiladi.

Le-Shatele prinsipi – kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemada tashqi sharoitlardan biri (masalan: harorat, bosim yoki konsentratsiya) o'zgartirilsa, muvozanat tashqi ta'sirni kamaytiradigan reaksiya tomoniga siljiydi.

Elektrolitlar – suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazuvchi moddalar *elektrolitlar* deyiladi.

Kationlar – musbat zaryadlangan ionlar *kationlar* deyiladi.

Anionlar – manfiy zaryadlangan ionlar *anionlar* deyiladi.

Dissotsiylanish darajasi – erigan moddalar yoki eritmada elektrolit miqdorining qancha qismi ionlarga ajralganligini ko'rsatuvchi kattalik elektrolitik *dissotsiylanish darajasi* deyiladi.

Akseptor – elektron juftni o'zining bo'sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki ion.

Galvanik elementlar – kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish uchun xizmat qiladigan asbob. Ularning ishlashi metallarning boshqa metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqarish reaksiyasiga asoslangan.

Kimyoviy o'zgarishlar – kimyoviy reaksiyalar ham deyiladi, ularda dastlabki moddalardan, yani xomashyodan boshqa tarkibga va boshqa xossalarga ega bo'lgan mahsulotlar olinadi.

Kimyoviy ekvivalent – elementning bir massa qism vodorod va 8 massa qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdoridir.

Katod nurlari – elektrodlar kavsharlangan shisha nayda havo so'rib olinsa va unga yuqori kuchlanishli elektr quvvati ulansa, katodda nur tarala boshlaydi. Bu nurlar katod nurlaridir.

Kimyoviy termodinamika – kimyoviy jarayonlarda har xil turdagi energiyalarning bir – biriga aylanishini o'rganadigan soha.

Karroziya – metallarning tevarak – atrofdagi muhit ta'sirida yemirilishidir. Bu o'z – o'zidan boradigan oksidlanish – qaytarilish jarayoni hisoblanadi. Yemirilishning sodir bo'lish mexanizmiga ko'ra karroziya ikki xil – kimyoviy va elektrokimyoviy bo'ladi.

Kimyoviy korroziya – metallning tevarak – atrofdagi muhitda oksidlanib yemirilishida sistemada elektr oqimi paydo bo'lmasa, bunday yemirilish kimyoviy karroziyalanish deyiladi. Bu holda metall muhitning tarkibiy qismlari – gazlar va noelektrolitlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Metallarning kuchlanishlar qatori – metallarning normal potentsiallarini nazarda tutib, ular tartib bilan bir qatarga qo'yilsa, vodorodning bir tomonida manfiy potentsialga ega metallar, ikkinchi tomonidan esa musbat potentsialli metallar joylashadi. U metallarning kuchlanish qatoridan iborat bo'lib, ular aktivlik qatori deb ham atiladi.

Standart elektrod potentsiali – standart sharoitda sodir bo'ladigan oksidlanish – qaytarilish jarayonida yuzaga chiqadigan elektrod potentsiali.

Termokimyo – kimyoviy o'zgarishlarning energetik effektlarini o'rganuvchi soha.

Termodinamika – u yoki bu jarayonlarning kechish imkoniyatlarini va ularning yo'nalishini, har xil energiya turlari va ularning bir-biriga aylanish miqdoriy nisbatlarini o'rganadigan soha.

Qo'sh elektr qavat – plastinka o'z tuzi eritmasiga tushirilganda, plastinka sirtidan ionlar eritmaga o'tib plastinka manfiy zaryadlanadi, uning yaqinidagi eritma esa musbat zaryadlanadi. Natijada bunday sistemada metall plastinkasi bilan eritma orasida qarama – qarshi zaryadga ega bo'lgan qavat hosil qilishiga sababchi bo'lgan hodisa yuz beradi.

Akseptor – elektron juftini o'zining bo'sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki ion.

Anion komplekslar – markaziy ionining zaryadi uni qo'rshab turgan ligandlar zaryadlarining yig'indisidan kichik bo'lgan komplekslar.

Atsidokomplekslar – ligandlari kislota qoldiqlaridan iborat koordinatsion birikmalar. Qo'shaloq tuzlar ham atsidokomplekslar jumlasiga kiradi.

Gemoglobin – tirik hujayralarni kislorod bilan ta'minlab turuvchi modda. U temirning koordinatsion birikmasi hisoblanadi.

Gidradlar va akvakomplekslar – ichki va sirtqi qavatida suv molekullari to'tgan koordinatsion birikmalar. Agar suv molekulasini koordinatsion birikmalarda ligandlik vazifasini bajarsa, bunday birikmalar akvakomplekslar deyiladi.

Donor- akseptor bog'lanish – kovalent bog'lar hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi boshqa atomda bo'lishi shart emas, bu juftlar bog'lanish hosil bo'lishidan avval, o'zaro birikuvchi atomlarning faqat birida bo'lib, ikkinchi atomda bo'sh orbitallar mavjud bo'lsa, kovalent bog'lanishning bir turi – koordinatsion yoki donor – akseptor bog'lanish hosil bo'ladi.

Donor – bog' hosil qilish uchun o'zining elektron juftini beradigan atom yoki iondir.

Dativ bog'lanish – juft d – elektronlar hisobiga amalga oshadigan donor – akseptor bog'lanish.

Kristallgidratlar – tarkibida suv molekullari bor kristallar.

Kristallizatsiya suvi – kristallgidratlar tarkibiga kiradigan suv.

Kompleks (koordinatsion) birikmalar – molekulasini yoki ioni markaziy ion yoki atomga ega bo'lib, uni bir necha ion yohud molekullar yoki ligandlar qurshab turadi.

Kation kompleks – markaziy ionining musbat zaryadi uni qo'rshab turgan ligandlar manfiy zaryadlari yig'indisidan ortiq bo'lgan komplekslar.

Koordinatsion son – kompleks tarkibida markaziy atom bilan bevosita birikkan ligandlar orasidagi bog'lanishlar soni. Markaziy ionning koordinatsion soni 12 ga qadar bo'lishi mumkin. Lekin 8 dan katta koordinatsion sonlar kam uchraydi.

Kompleks hosil qiluvchi – kompleks birikma tarkibidagi ionlardan biri bo'lib, markaziy o'rinni egallovchi musbat zaryadli iondir.

Koordinatsion sig'im – ayni ligand kompleksning ichki qavatida markaziy ion atrofida necha joyni band qilsa, bu son ligandning koordinatsion sig'imi deb ataladi.

Ligandlar yoki addendlar – kompleks hosil qiluvchi atrofida joylashgan, ma'lum sondagi qarama – qarshi zaryadli ionlar yoki neytral molekullardir. Addendlar yoki ligandlar koordinatsion birikmaning ichki sferasini tashkil etadi. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks tuzida kompleks hosil qiluvchi (II) valentli temir ion bo'lib, addendlar – sian ionlaridir. Tashqi koordinatsion sferada kaliy ionlari joylashgan.

Murakkab moddalar – turli xil elementlarning atomlaridan hosil bo'lgan

Neytral komplekslar – markaziy ionning zaryadi bilan ligandlar zaryadlarining yig'indisi orasidagi ayirma nolga teng bo'lgan komplekslar.

Xlorofil – o'simliklarning yashil qismida bo'ladigan va fotosintezni amalga oshiradigan modda. U magniyning koordinatsion birikmasi.

Asosiy guruhcha – tipik elementlardan tashkil topgan elementlar qatori.

Valent elektronlar – asosiy guruhcha elementlari atomining yadrodan eng uzoqda turgan sirtqi qavatining s-va p-elektronlari. Shuningdek, qo'shimcha guruhcha elementlarining sirtqi qavatidagi s- elektronlari va sirtqidan oldingi pog'onaning qisman d-elektronlari.

Vodorod ko'rsatgich – eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan o'nli logarifmi vodorod ko'rsatgich yoki rN deb ataladi. «Vodorod ko'rsatgich» tushunchasini 1909-yilda daniyalik kimyogar Syorensen kiritgan.

Vodorod elektrod – elementlarning standart elektrod potensialini o'lchashda ishlatiladigan vodorod elektroddir. Bu qurilmadagi vodorod elektrodi sifatida ishlatiladigan platina plastinka yuza sathini kattalashtirish maqsadida g'ovakli platina bilan qoplangan bo'lib, u N^+ ionining konsentratsiyasi 1 mol

bo'lgan sulfat kislota eritmasiga tushirilgan bo'ladi. Elektrod tagiga gaz holdagi tozalangan vodorod oqimi yuboriladi. Erkin holdagi vodorod va eritmadagi H^+ orasida muvozanat holat yuz beradi, bunda molekulyar vodorod atomar holga o'tishini platina elektrod amalga oshiradi.

Polikislotalar – kislota molekulasiga shu yoki boshqa kislolaning anhidridi kelib qo'shilgan mahsulotlardir. $N_2S_2O_7$ polikislota, chunki u N_2SO_4 ni SO_3 bilan to'yintirilganda hosil bo'ladi.

Suvning ion ko'paytmasi – suvdagi vodorod ionlari bilan gidroksid ion konsentratsiyalarini ko'paytmasi.

Gidratlanish issiqligi – suv molekullarini erigan modda molekullari bilan o'zaro bog'lanishi jarayonida ajralib chiqadigan issiqlikka aytiladi.

Ichki energiya – U, xarakteristik funksiyalar qatoriga kiradi, kritik jihatdan U moddani tashkil qilgan atom va molekullar harakatining energiya zaxirasi.

Issiqlik sig'im – a) solishtirma issiqlik sig'im, bu 1 g modda haroratini $1^\circ C$ ga ko'tarish uchun sarflanadigan issiqlik; b) molyar issiqlik sig'im, bu 1 mol moda haroratini 1^{08} ga ko'tarish uchun sarflanadigan issiqlik

O'zgarish issiqligi (yoki o'tish issiqligi) – bir allotropik yoki polimorf holatdan boshqasiga o'tish issiqligi.

Kritik harorat – suyuqlik bilan uning bug'i o'rtasidagi chegara va farq yo'qolgan harorat.

Reaksiyaning issiqlik effekti – kimyoviy reaksiyalar vaqtida chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik energiyasi.

Termik analiz – fizik- kimyoda bir va undan ko'p komponentli sistemalarni holat diagrammalarini tuzishda qo'llaniladigan usul.

Termodinamika – issiqlik energiyasi bilan mexanik energiyani bir-biriga aylanishini o'rganadigan fan.

Termostat – sistema haroratini doimiy saqlab turadigan asbob yoki qurilma.

Termokimyo – fizik – kimyoviy (reaksiya, erish, bug'lanish va.h.k) jarayonlarda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdorini va u bilan bog'liq hodisalarni o'rganadigan soha.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I. Kimyoning asosiy tushuncha va qonunlari.....	4
II. Atom tuzilishi. D.I. Mendelceevning davriy qonuni va elementlar davriy sistemasi.....	14
III. Kimyoviy bog'lanish va uning turlari.....	28
IV. Kimyoviy jarayonlar borishining asosiy qonuniyatlari. Termodinamika tushunchalari.....	56
V. Kimyoviy reaksiyalarning kinetikasi.....	61
VI. Kimyoviy muvozanat.....	76
VII. Dispers sistemalar. Eritmalar.....	84
VIII. Elektrolitlarning eritmaları.....	104
IX. Tuzlarning gidrolizi.....	117
X. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari.....	126
XI. Elektrokimyoviy jarayonlar.....	134
XII. Kompleks birikmalar.....	155
XIII. Vodorod va kislorod.....	174
XIV. Nodir gazlar.....	186
XV. Galogenlar.....	191
XVI. Xalqogenlar.....	202
XVII. Azot guruhi elementlari.....	210
XVIII. Uglarod guruhi elementlari.....	223
XIX. III a guruhcha elementlari.....	237
XX. S-elementlar va ular birikmalarining xossalari.....	247
XXI. II a guruhcha elementlari.....	254
XXII. D – elementlar va ular birikmalarining xossalari.....	260
XXIII. IIV guruhchasi elementlari.....	269
XXIV. VIB va VIIV guruhchalar elementlari.....	274
XXV. IIIIV guruhcha elementlari.....	283
Glossariy.....	293
Foydalanilgan adabiyotlar.....	301

Qaydlar uchun

FIZIKLAR UCHUN KIMYO

O'qov qo'llanma

Yozuvchi: A. Ibratov
Tashkilot: A. Abdullayev
Yozuvchi: Y. O'rinov
Tashkilot: G. A. Karimov
Yozuvchi: Y. O'rinov
Tashkilot: B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Yozuvchi: A. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

Tashkilot: B. Ibratov, Y. O'rinov, G. A. Karimov, B. Ibratov

A.E.Yangibayev, E.Turgunov

FIZIKLAR UCHUN KIMYO

O'quv qo'llanma

Muharrirlar: A.Tilavov
A.Abdujalilov

Texnik muharrir: Y.O'rinov

Musahhiha: G.Azamova

Dizayner: Y.O'rinov

Nash.lits. №7970-9851-48b3-46a5-3c39-6117-9767

28.08.2020-yil

Terishga 16.09.2020-yilda berildi. Bosishga 25.01.2021-yilda
ruxsat etildi. Bichimi: 60x84 $\frac{1}{16}$. Ofset bosma. «Times New
Roman» garniturasida. Shartli b.t. 19.0. Nashr b.t. 17.67.

Adadi 200 nusxa. Buyurtma №13.

Bahosi shartnoma asosida.

«Go To Print» nashriyoti, Toshkent shahri,
Olmazor tumani, Shiroq ko'chasi 100-uy
e-mail: go_to_print@mail.ru

«Go To Print» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: +99871 228-07-96, faks: +99871 228-07-95.

"Go To Print"

