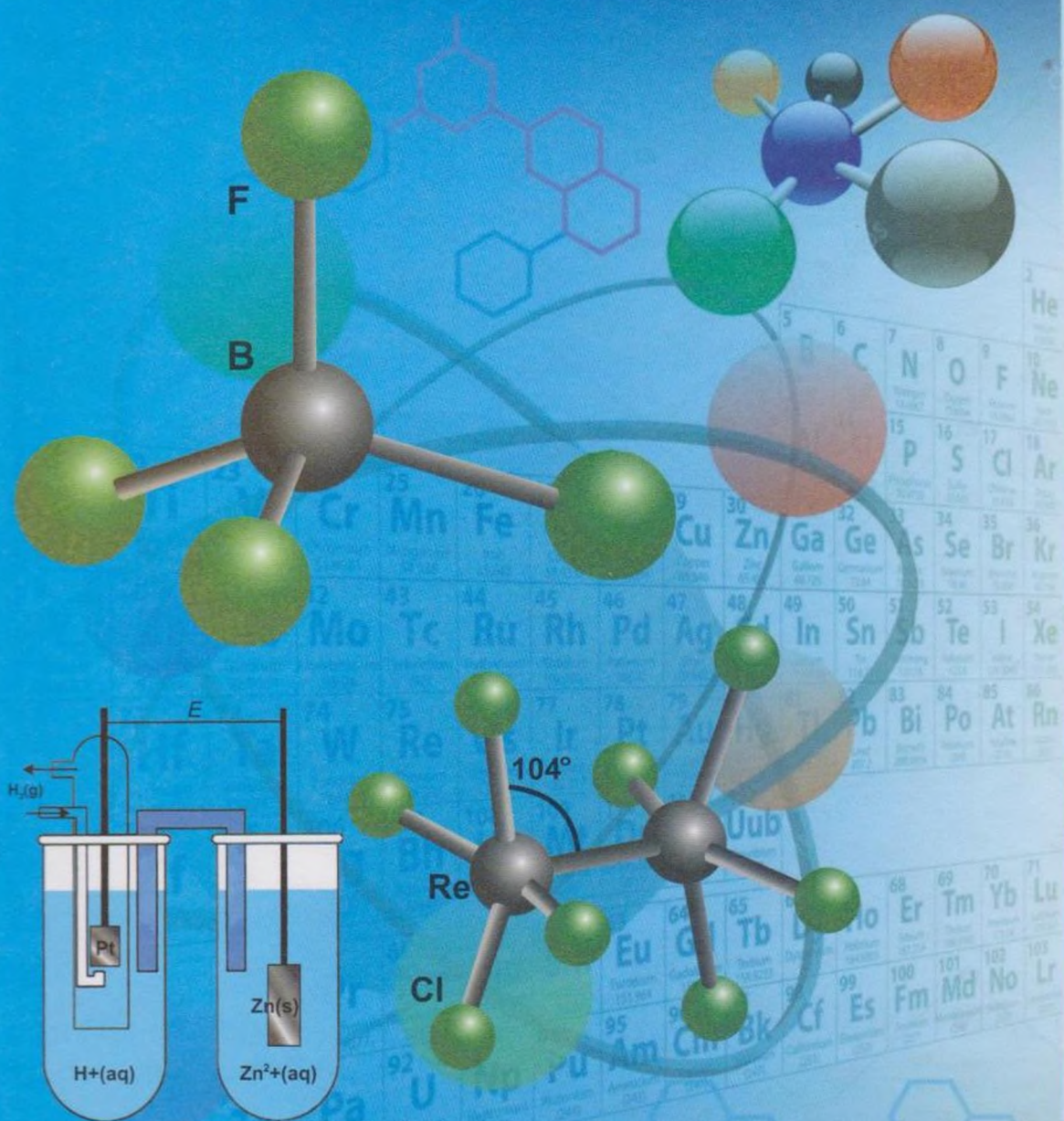


UMUMIY VA ANORGANIK KIMIYO



KIMYOVIIY ELEMENTLA

guruh 1

1
davr

2

atom massasi-

ionlanish energiyasi-

kimyoviy belgisi -

**kimyoviy elementlar
nomi inglizcha berildi**

elektron konfiguratsiyasi—

55.845

26

- atom raqami

- elektr manfiyligi

Fe

Iron

$$[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$$

oksidlanish
darajasi

	ishq meta
	ishq meta
	bosh meta
	o'ki meta
	lant
	akti

3

4

5

6

7

8

9

4

5

6

7

bloklar elektron konfiguratsiyasi

lantanoidlar
aktinoidlar

138 9054 57
538.1 1 10
La
Lanthanum
(Vol. 54) 801

140 116 58
534.4 1.12
Ce
Cerium
(Vol. 4) 8th Ed.

140 9076 59
527.0 1.13
Pr
Praseodymium
(Vol. 411) 82

144 242 60
533 1 1 14
Nd
Neodymium
(γ) 411° 80°

(145) 61
540.0
Pm
Promethium
[Xe] 4f⁵ 6s²

150 36
544.5 12
Sm
Samaru
[X] 41⁴ 30⁴

(227)	89
499.0	1 10
Ac	
Actinium	

232 0380 90	587.0	1.30	
Th			
Thorium			

231 0358 91
563.0 1.50
Pa
Protactinium

238 0289 92
597 6 1.38
U
Uranium
[238 0289 92]

(237) 93
604.5 1 36
Np
Neptunium

(244)
584.7
Pu
Plutonium
(801.51) 74

18

riy lar		metalloidlar								2 4.002602 899 5 He Helium 1s ²
riy yer lari		metallmaslar								
ga lar		galogenlar								
chi llar		asl gazlar								
inoidlar		noma'lum elementlar								
oidlar		radioaktiv elementlar								
			13	14	15	16	17			
10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1.6934 7.1 1.88 Ni Nickel [3d ⁸ 4s ²]	63.546 745.5 1.90 Cu Copper [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	65.38 905.4 1.65 Zn Zinc [Ar] 3d ¹⁰ 4s ²	69.723 577.5 1.51 Al Aluminium [Ne] 3s ² 3p ¹	72.64 785.5 1.90 Si Silicon [Ne] 3s ² 3p ²	74.92160 1011.3 2.19 P Phosphorus [Ne] 3s ² 3p ³	78.96 999.5 2.58 S Sulfur [Ne] 3s ² 3p ⁴	79.904 1251.2 3.15 Cl Chlorine [Ne] 3s ² 3p ⁵	83.798 1520.5 Ar Argon [Ne] 3s ² 3p ⁶		
106.42 4.4 2.20 Pd Palladium [4d ¹⁰ 5s ⁰]	107.8682 731.0 1.93 Ag Silver [Kr] 4d ¹⁰ 5s ¹	112.441 857.8 1.69 Cd Cadmium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ²	114.818 558.3 1.78 In Indium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹	118.710 708.6 1.96 Sn Tin [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	121.760 834.0 2.05 Sb Antimony [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	127.60 869.3 2.10 Te Tellurium [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	126.9044 1008.4 2.65 I Iodine [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	131.293 1170.4 2.60 Xe Xenon [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶		
195.084 70.0 2.28 Pt Platinum [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	196.9665 890.1 2.54 Au Gold [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	200.59 1007.1 2.00 Hg Mercury [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	204.3833 589.4 1.82 Tl Thallium [Xe] 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² 6p ¹	207.2 715.6 2.33 Pb Lead [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	208.9804 703.0 2.02 Bi Bismuth [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³	(210) 812.1 2.00 Po Polonium [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴	(210) 890.0 2.20 At Astatine [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵	(220) 1037.0 Rn Radon [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶		
(271) 110 Ds Darmstadtium	(272) 111 Rg Roentgenium	(285) 112 Cn Copernicium	(284) 113 Uut Ununtrium	(289) 114 Fl Flerovium	(288) 115 Uup Ununpentium	(292) 116 Lv Livermorium	117 Uus Ununseptium	(294) 118 Uuo Ununoctium		
151.964 544.1 Eu Europium [Xe] 4f ⁷ 6s ²	157.25 593.4 1.20 Gd Gadolinium [Xe] 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	158.9253 565.8 Tb Terbium [Xe] 4f ⁹ 6s ²	162.500 573.0 1.22 Dy Dysprosium [Xe] 4f ¹⁰ 6s ²	164.9303 581.0 1.23 Ho Holmium [Xe] 4f ¹¹ 6s ²	167.259 589.3 1.24 Er Erbium [Xe] 4f ¹² 6s ²	168.9342 596.7 1.25 Tm Thulium [Xe] 4f ¹³ 6s ²	173.054 603.4 Yb Ytterbium [Xe] 4f ¹⁴ 6s ²			
243 578.0 1.30 Am Americium [Rn] 5f ⁷ 7s ²	(247) 95 581.0 1.30 Cm Curium [Rn] 5f ⁸ 7s ²	(247) 96 601.0 1.30 Bk Berkelium [Rn] 5f ⁹ 7s ²	(251) 98 603.0 1.30 Cf Californium [Rn] 5f ¹⁰ 7s ²	(252) 99 619.0 1.30 Es Einsteinium [Rn] 5f ¹¹ 7s ²	(257) 100 627.0 1.30 Fm Fermium [Rn] 5f ¹² 7s ²	(258) 101 635.0 1.30 Md Mendelevium [Rn] 5f ¹³ 7s ²	(259) 102 642.0 1.30 No Nobelium [Rn] 5f ¹⁴ 7s ²			

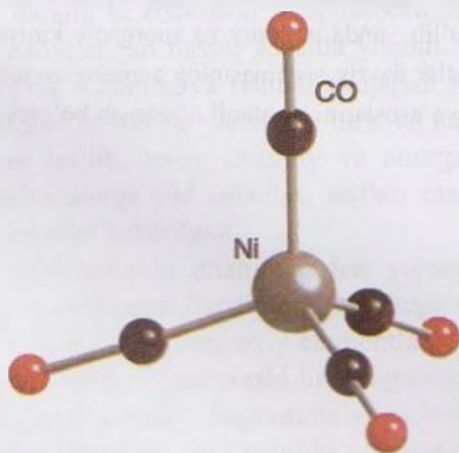
Q. AHMEROV, A. JALILOV,
R. SAYFUTDINOV, A. AKBAROV, S. TUROBJONOV

305a

UMUMIY VA ANORGANIK KIMYO

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi kimyoviy
texnologiya, oziq-ovqat texnologiyasi va boshqa yo'nalishlarda o'qiydigan
bakalavriat talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etgan*

Qayta ishlangan va to'ldirilgan uchinchi nashri



TOSHKENT
«O'ZBEKISTON»
2017



UO•K: 546(075.8)

KBK: 24.1ya73

U52

Taqrizchilar: akad. **Parpiyev N.A.** – O'zMU «Noorganik kimyo» kafedrası professori;
prof. **Otaqo'ziyev T.A.** – t.f.d., TKTI «Noorganik moddalar texnologiyasi»
kafedrası professori.

Mazkur darslik texnika oliy o'quv yurtlarining kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha), oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha) va turdosh yo'nalishlarda bilim oladigan talabalarga mo'ljallangan. Darslik yangi avlod o'quv adabiyotlariga qo'yilgan talablar asosida yozilgan bo'lib, unda umumiy va anorganik kimyo fanining nazariy qonun-qoidalari, kimyoviy elementlar davriy sistemasining zamonaviy tahlili, amaliy savollar, testlar, masala-misollar va kimyo asoslarini mustaqil o'rganish bo'yicha yo'llanmalar keltirilgan.

ISBN 978-9943-25-466-4

© Q. Ahmerov va boshq, 2017
© «O'ZBEKISTON» NMIU, 2017

SO'ZBOSHI

Ma'lumki, kimyo sanoati biz yashayotgan jamiyatning asosiy ishlab chiqaruvchi kuchiga aylanib bormoqda. Uning yutuqlaridan foydalanmasdan turib hozirgi zamon sanoatini taraqqiy ettirish, atrof-muhitni himoya qilish muammolarini hal etishni tasavvur qilish qiyin. Sanoatning turli yo'nalishlarida – arxitektura va qurilish, to'qimachilik, neft va gaz, yo'gochsozlik, mashinasozlik va jihozlash, metallurgiya va rangli metallar, qishloq xo'jaligi uchun organik va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish hamda oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi, oqova suvlarni tozalash va atrof-muhitni ifloslanishining oldini olishdagi o'rni beqiyosdir. Shu sababli ham Oliy o'quv yurtlarida kimyo fanini ishlab chiqarishning zamonaviy yutuqlariga, uni o'rganish metodologiyasi asosida hamda ilg'or axborot texnologiyalariga asoslanib bilim berishni amalga oshirish muhim ahamiyatga ega bo'lib bormoqda.

Mazkur darslik O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan dastur asosida yozildi. Darslikda oliy texnika o'quv yurtlarining kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha), oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha) va turli yo'nalishlarda bilim olayotgan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, unda umumiy va anorganik kimyo fanidan nazariy qonun-qoidalar, ma'ruzalarga oid savollar, testlar, masala-mashqlar va mustaqil o'rganish uchun ma'lumotlar keltirilgan.

Ilg'or mamlakatlarda erishilgan fan yutuqlari, ayniqsa, UNESCO tasdiqlagan programmaga asoslangan darslikning bu yangi avlodi o'z ichiga qator izchil bilimlar bioneorganik birikmalar, kimyoviy elementlar jadvalidagi o'zgarishlar, izomorfizm va polimorfizm hodisalarini qamrashi bilan ajralishi, texnologiya asoslari va nanokimyo yangiliklari rangli rasmlar, diagramma va jadvallar orqali berildi. Bu talabalar bilimlarini chuqurlashtirishda, auditoriyada va mustaqil ishlashlarini bajarishlarida amaliy yordam beradi. Mazkur holat o'qitishning reyting usulidan va test nazoratidan foydalanib, umumiy kimyo asoslarini singdirishda juda qo'l keladi.

Fanni o'rganish natijasida talaba quyidagi bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'ladi:

- kimyoning moddalar ishlab chiqarishdagi salmog'i;
- kimyoning asosiy stexiometrik qonunlari ;
- oddiy va murakkab moddalar hamda ularning nomenklaturasi, modifikatsiyasi, izomeriya tushunchalari;

- atom tuzilishi nazariyalari va ular asosida elementlarni xarakterlash;
- elementlar sistemasi va elementlar xossalariining davriy o'zgarishi;
- molekulalar tuzilishi va kimyoviy bog'lanishlar nazariyalari;
- termokimyoviy jarayonlar asosida reaksiyalarning issiqlik effektlarini aniqlash;
- kimyoviy kinetika va unga ta'sir etuvchi omillar;
- eritmalar xossalari, konsentratsiyalarni ifodalash usullari;
- elektrokimyoviy jarayonlar;
- koordinatsion birikmalar nomenklaturasi, klassifikatsiyasi, olinishi va ahamiyati;
- elementlarning elektron formulalari, tabiatda uchraydigan asosiy birikmalarning olinish usullari, fizik-kimyoviy xossalari, xalq xo'jaligi uchun ahamiyatli birikmalari to'g'risida ma'lumotlar;
- olgan nazariy bilimlarni texnologik jarayonlarga qo'llash imkoniyatiga ega bo'lish;
- kimyoning atrof-muhitini muhofaza qilish, ekologiya muammolari va ularni bartaraf qilish usullari.

Darslikdagi ma'lumotlar, o'lchov birliklari, fizik-kimyoviy doimiylar Xalqaro SI sistemasida berildi. Shu bilan birga darslikning har bir bobida O'zbekistondagi kimyogar olimlarining qilgan nazariy va amaliy ilmiy tadqiqot ishlari, erishgan muvaffaqiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar ham keltirilgan.

Mualliflar yangi avlod o'quv adabiyotiga qo'yilgan talablar asosida yaratilgan darslik bilan tanishib o'zlarining maslahatlari, tanqidiy fikr va mulohazalarini bildirgan OzFA akademiklari *N.A. Parpiyev* bilan *S. To'xtayevga* va hamfikir mutaxassislarga o'zlarining chuqur minnatdorchiliklarini bildiradilar.

KIRISH

Materiya va uning harakati (*Materiya* – lot. modda ma'nosini anglatuvchi obyektiv borliq.). Materiya tevarak-atrofimizni o'rab turadi. Modda turli ko'rinishdagi obyekt va sistemalar holida, xossa, aloqa, munosabat hamda harakat shakllarining asosi sifatida mavjud. Materiya tabiatda bevosita ko'z bilan ko'radigan narsa va jismlargina emas, balki ilmiy-texnika taraqqiyotining o'sishi natijasida kelajakda aniqlanishi mumkin bo'lgan narsalarni ham o'z ichiga oladi. Butun olamdagi narsalar harakatdagi materiyaning ko'rinishidir. Materiyaning abadiyligi, uning yo'qdan bor bo'lmasligi va izsiz yo'qolib ketmasligi minglab yillar davomida aksiomaga aylanib ketdi.

Materiya qator universal xususiyatlarga ega. Dunyoning moddiy birligi ham uning ana shu xususiyatlarida o'z aksini topadi. Materiyaning vaqtda abadiy mavjudligi hamda fazoda cheksizligi, strukturalarining bitmas-tuganmasligi uning universal xususiyatlari qatoriga kiradi.

Materiya harakatining shakllari turli-tumandir. Jismlarni isitish va sovitish, nurlanish, qorning erib suvga aylanishi, suvning muzga o'tishi, kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga va ba'zi jarayonlarda ajraluvchi issiqlik energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi, kosmik hodisalar, biologik jarayonlar shular jumlasidandir. Bunday aylanish va o'zgarishlar materiya harakati ko'rinishlarining birligi va uzluksiz bog'liqligidan dalolat beradi. Materiya harakatining bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga o'tishi tabiatning asosiy qonuni – materiya va uning harakati abadiyligi qonunidan kelib chiqadi.

Kimyo – moddalar, ularning tarkibi, xossalari, tuzilishi va ularda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni o'rganuvchi fan hisoblanadi.

Materiyaning ma'lum fizik xossalarga ega bo'lgan har bir ko'rinishi (masalan, kimyo fanida suv, temir, tosh, qum, kislorod, azot va boshqalar) **modda** deyiladi. Aluminium kumushrang yengil metall bo'lib, zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$, yoqlari markazlashgan kub panjarada kristallanadi, $658,6^\circ\text{C}$ da eriydi, 2447°C da qaynaydi. Bularning hammasi aluminiumga xos fizik xossalardir.

Moddaning fazoda chegaralangan qismi **jism** deb ataladi. Bu moddaga nisbatan nisbiy tushuncha bo'lib, aniq bir narsani anglatadi. Modda iborasi jism tushunchasiga nisbatan umumiydir.

Hozirgi vaqtda moddalar to'rt guruhga: elementar zarrachalar, oddiy moddalar, murakkab moddalar (kimyoviy birikmalar) hamda aralashmalarga bo'lib o'rganiladi.

Elektron, proton, neytron, pozitron, neytrino, mezon, myuon va boshqalar **elementar zarrachalarni** tashkil qiladi. Hozirda ularning soni 100 dan ortdi. Oddiy moddalar kimyoviy elementning erkin holda mavjud bo'la oladigan bir turidir. **Murakkab moddalar** (kimyoviy birikmalar) ma'lum nisbatlarda ikki yoki undan ortiq elementning o'zaro birikishi natijasida vujudga keladi. Bunday moddalar tabiatda ko'p uchraydi. **Aralashmalar** ham tabiatda ko'p tarqalgan, biroq ular o'z xossalari bilan kimyoviy birikmalardan farq qiladi. Ba'zi aralashmalardagi alohida modda miqdorini optik mikroskoplarda ham aniqlab bo'lmaydi. Aralashmalarga tog' jinslari, loyqa va mineral qazilma boyliklari misol bo'la oladi.

Kimyoning qisqacha tarixi. Mamlakatimizda kimyo fani va sanoatining rivojlanishi.

Kimyo inson amaliy faoliyatining mahsuli sifatida vujudga kelgan fundamental fanlarning biridir. Kimyo faniga Misrda asos solinganligi haqida ma'lumotlar bor. Qadimgi davrlarda kimyoviy jarayonlardan Xitoy, Hindiston, Movarounnahr va ularga yaqin mamlakatlarda ham foydalanilganligi ma'lum.

Qadimda olimlar tabiiy hodisalarni o'rganar ekanlar, atrofdagi materiya tuzilishiga ahamiyat berdilar, uni o'zgartirishga va o'z ehtiyojlariga moslashtirishga urindilar. Bu borada yunon olimlarining xizmatlari katta bo'ldi. Ularning fikricha, moddalarning asosi yagona bo'lib, turli-tuman ko'rinishda namoyon bo'ladi. Suv, havo, olov, keyinroq ular qatoriga tuproqni qo'shib, elementlarga nom (Empedokl) berishdi. Shu davrda materiya tuzilishini falsafiy jihatdan tushuntiruvchi yo'nalish ham vujudga keldi. Mazkur yo'nalishning mashhur vakili bo'lgan Demokrit tabiatdagi barcha jismlar mayda, qattiq va bo'linmas zarrachalardan tashkil topganligi haqida fikr bildirib, ularni atomlar deb ataganligi ma'lum.

O'rta asrlarda kimyo fani alkimyogarlarning tomonidan rivojlantirishga harakat qilindi. Arab alkimyogarlari bu borada munosib hissa qo'shishdi.

Alkimyogarlarning maqsadi oddiy metallardan qimmatbaho metallar hisoblangan oltin yoki kumush olish bo'lgan. Buni transmutatsiya, ya'ni gipotetik modda – «Falsafa toshi» yordamida amalga oshirish g'oyasini ilgari surishgan. Alkimyogarlarning o'z faoliyatini *scientia immutabilis* – «o'zgarmas fan» sifatida ta'riflashgan. Mazkur faoliyat uch bosqichni o'z ichiga oladi.

Birinchi bosqich (II–IV asrlar)da Iskandariyadagi ellinistik falsafiy qarashlar hukmron bo'lgan. Olib borilgan kuzatuv va tajribalar «aurifikatsiya» (Oltinsimon imitatsiya) va «aurifaksiya» (muayyan dunyoqarash doktrinasi) dan o'tmadi. XXI asrgacha na amaliy, na nazariy fan boyitilmadi. Ikkinchi bosqich XII–XIV asrlarni o'z ichiga olib, alkimyogarlarning fani Yevropada faoliyat ko'rsatdi – bu faqat yangi davr fani rolini bajardi, xolos. Uchinchi bosqich (XV–XVII asrlar) yevropalashgan o'rta asr tafakkurining (neoplatonizm renessansi) tangligi bilan

xarakterlanadi. Paratsels (XVI asr) oltin-kumush qidirish alkimyosini dori-darmon (iatros – yunoncha do‘xtir) tomon yo‘naltiradi.

XVII asrga kelib fan tabiat hodisalarini o‘rganishning sxolastik yondashuvlaridan voz kechdi hamda o‘zining tajribaga asoslangan xulosalariga suyana boshladi. Bunda R. Boyl ishlarining ahamiyati katta bo‘ldi. U birinchi bo‘lib fan tajriba va undan kelib chiquvchi qonuniyatlarning mujassamlashuvi asosidagi fikrlarni ilgari surdi. U kimyogarning vazifasi tajriba qilish, natijalarni tahlil qilgan holda nazariya yaratish mumkinligini uqtirdi.

Reaksiyaga kirishgan moddalarning massasi reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalarning massasiga tengligi qonuni XIX asrdan boshlab fan rivojini tezlashtirdi.

Bunda M.V. Lomonosov bilan A. Lavuazyening xizmatlari katta bo‘ldi. Lavuazye kimyoviy reaksiyalarda moddalarning umumiy massasigina emas, balki o‘zaro birikayotgan moddalar tarkibiga kiruvchi har bir element massasi ham saqlanishini isbotladi. 1905-yili A. Eynshteyn jism massasi (m) va energiyasi (E) orasida quyidagi nisbat bilan ifodalanuvchi bog‘lanish borligini ko‘rsatdi:

$$E=mc^2$$

bu yerda c – nurning vakuumdagi tezligi, u $2,997925 \cdot 10^8$ m/s yoki taxminan 300 000 km/s ga teng. Bu *Eynshteyn tenglamasi* nomi bilan ma‘lum: massa o‘zgarganda tegishli energiya ham o‘zgaradi.

O‘tgan asrning 40-yillaridan boshlab Vatanimizda o‘g‘it sanoati uchun asos bo‘lgan ammiak ishlab chiqarila boshlandi, ko‘plab sement, qurilish materiallari, tibbiyot va qishloq xo‘jaligi preparatlari yaratildi. Hozir kimyo sanoati ishlab chiqarayotgan mahsulotlardan foydalanmayotgan biror sohani ko‘rsatish qiyin.

Mustaqillik yillarida mamlakatimizda kimyo fani va sanoati tez o‘sib, rivojlandi. Misol uchun «Navoiyazot» AJ korxonasining ishlab chiqarish quvvati, texnika va texnologiyalari taraqqiyoti jihatdan mustaqil O‘zbekistonning faxriga aylandi. Olmaliq kon-metallurgiya kombinatining rux-qo‘rg‘oshin, mis-oltin, molibden, texnik selen, tellur, mis kuporosi, ammoniy perrenat, sulfat kislota va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish sexlari yangi. hozirgi zamon texnologiyasiga o‘tkazildi.

Qo‘ng‘irot soda zavodining ikkinchi bosqichi qurib bitkazildi, mahsulot ishlab chiqarish ko‘paydi. Surg‘ul koni negizida Ustyurt kimyo majmuasi ishga tushirildi.

«Sho‘rtan gaz-kimyo» majmuasi, Dehqonobod kaliyli o‘g‘itlar zavodi, «Surxondaryo nefteorgsintez» korxonasi ishlab chiqarayotgan mahsulotlar mamlakatimiz qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat sanoati, tibbiyot, farmatsevtika, qurilish va boshqa qator sohalarni plastmassa buyumlari, plyonka, o‘g‘it, ofislar, uy-joylar uchun zaruriy narsalar bilan ta‘minlab turibdi. Bular bilan bir qatorda texnologik ishlarning asosiy qismi avtomatlashtirildi, mehnat muhofazasi, ekologiya, sog‘liqni saqlash va xavfsizlik masalalariga ahamiyat kuchaytirildi, ekoanalitik laboratoriyalar ishga tushirildi.

Toshkentda tashkil etilgan «Yuqori texnologiyalar» markazi rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilgan eng yangi tahlil asbob-uskunalarini bilan ta'minlandi, nanokimyo darajasida ilmiy tadqiqot olib borishga to'la imkon yaratdi. Bu sa'y-harakatlar yaqin kelesh yillardagi dars jarayonlari sifat va samaradorligini oshirish, innovatsion ta'lim texnologiyalarini faol qo'llash, ijodiy muhit yaratish, ilg'or tajribalarni ommaviylashtirish, talabalarning o'quv jarayoniga munosabatlarni faollashtirish, korxonalar ma'lumotlarini tinglovchilarga yetkazish, Internet, axborot texnologiyalari, pedagogik hamda ta'lim-taqdimot texnikasidan to'laroq foydalanishni taqozo etadi. Mazkur darslik o'z mazmun-mohiyati bilan yuqori saviyali kadrlar tayyorlash, sanoat va ishlab chiqarish oldida turgan muhim ilmiy muammo va qiyinchiliklarni yengib o'ta oladigan mutahassialar tayyorlashga yordam berishi shubhasiz. Shu bois ham darslik UNESCO tasdiqlagan elementlar davriy sistemasi asosida yozildi, bioneorganik moddalar, metalloorgik birikmalar kimyosi, izomorfizm, polimorfizm hodisalari kabi boshqa yo'nalishlar bilan boyitildi.

Berilayotgan materiallarning ayrim qismlari zamon talabidagi korxonalar sxemalari bilan boyitildi, reaksiya mexanizmlari chuqurroq mazmunda tahlil qilindi, kinetika, termodinamika, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, elektrokimyoviy jarayonlar va koordinatsion birikmalar kimyosi mamlakat xo'jalik korxonalari talablari yo'nalishlariga uyg'unlashtirildi.

Mualliflar ushbu darslikni yanada takomillashtirishga yordam beradigan fikrlarni bildirgan mutahassislarga avvaldan o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar va keyingi nashrlarda inobatga oladilar.

I BOB

UMUMIY KIMYO

1.1. O'LCHOV VA BIRLIKLARNING METRIK SISTEMASI

Miqdoriy o'lchovlarning ahamiyati haqida XVIII asrda Lavuazye qayd etib o'tgan edi. 1881-yili metrik sistemaga asoslangan birliklarning SGS sistemasi (uzunlik birligi – santimetr, massa birligi – gramm, vaqt birligi – sekund) qabul qilindi. Hozirgi vaqtda o'lchovlarni miqdoriy topishda turli asboblardan foydalaniladi. Qo'llaniladigan standartlar esa birliklarning metrik sistemasida ifodalanadi. Amaliyotda metrik sistema va undan kelib chiqadigan birliklardan foydalanish ko'zda tutiladi. Bular hozirda xalqaro miqyosda qabul qilingan.

Xalqaro birliklar sistemasi – SI (Systeme Internationale – SI) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal sistemasi bo'lib, u 1960-yili qabul qilindi. Bu sistemada oltita asosiy, ikkita qo'shimcha kattalik va shularga mos holda oltita asosiy, ikkita qo'shimcha birlik hamda juda ko'p hosilaviy kattaliklar va ularga mos birliklar qabul qilingan. 1971-yili o'lchov va tarozilar Xalqaro birliklar sistemasining XIV Bosh konferensiyasida yettinchi asosiy birlik sifatida mol qabul qilindi hamda unga quyidagicha ta'rif berildi: **mol** – massasi 0,012 kg bo'lgan ^{12}C uglerodda qancha atom bo'lsa, tarkibida shuncha strukturaviy elementi bo'lgan modda miqdoridir. «Massa» va «modda» miqdori bir xil tushuncha emas.

SI sistemasining asosiy birliklarini aniqlash uchun qo'llaniladigan dastlabki standartlar ular qaytadan o'lchanganda aynan takrorlanganligi va aniq o'lchovlarda qo'llanilishi mumkinligiga qarab tanlangan. Masalan, kilogramm Fransiyadagi Sevra shahrida joylashgan tarozi va o'lchovlar Xalqaro byurosida saqlanuvchi platinairidiy silindri standart massasi sifatida berilgan. Metrik sistemada qo'llaniluvchi o'nlik kasr yoki o'nlik qismlar uchun asosiy nomlarga qo'shimchalar qo'shib ishlatiladi.

1.2. ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT

Atom-molekular ta'limot asoslarini M.V. Lomonosov kimyoga tatbiq etdi. U o'zining «Matematik kimyo elementlari» (1741-y.) nomli maqolasida modda tuzilishining korpuskular nazariyasini e'lon qildi. Bu nazariya kimyo fanining rivojlanishida muhim ahamiyatga ega (korpuskular so'zi hozirgi molekula atamasiga mos

keladi). Olimning fikricha, barcha moddalar mayda zarrachalardan tarkib topgan bo'lib, fizik jihatdan bo'linmaydi va o'zaro tortishib turadi. Moddaning xossalari, xususan, uning agregat holati shu zarralar xossasi bilan aniqlanadi, ya'ni moddalar xossalarining har xilligi zarrachalar xossalarining turlicha bo'lishiga va o'zaro bog'lanish usuliga bog'liq bo'ladi.

Atom-molekular nazariyaga muvofiq barcha moddalar «korpuskula»lardan tuzilgan bo'lib, ular bir-biridan fazo oralig'i bilan ajralgan va to'xtovsiz harakatda bo'ladi: korpuskulalar, o'z navbatida, «elementlar»dan (atomlardan) tarkib topgan, aniq massa hamda o'lchamga ega. Oddiy moddalarning korpuskulalari bir xil elementlardan, murakkab moddalarniki esa turli elementlardan tuzilgan. Korpuskulalar boshqa mexanik jismlar kabi harakatda bo'ladi.

Jismlarning isish yoki sovish hodisalari korpuskulalarning harakati natijasida sodir bo'ladi, deb tushuntirildi. Shuningdek, unda moddaning holati korpuskulalar harakati bilan bog'liq ekan, kimyoviy o'zgarishlar ham kimyoviy usullar bilan bir qatorda fizik va matematik usullar yordamida o'rganilishi kerakligi ta'kidlangan edi. Lomonosov ilgari surgan fikrlar yangi asbob va uskunalar yordamida keyinchalik o'tkazilgan aniq miqdoriy tajribalar va fanda qo'lga kiritilgan ilmiy dalillar asosida to'la isbotlandi. Lomonosovning metall qizdirish bo'yicha o'tkazgan tajribalarini fransuz olimi Antuan Lavuazye 1773-yili takrorlaganligi va olingan ma'lumotlarning bir xilligi qiziqarli bo'ldi. Lavuazye idish ichida metall bilan reaksiyaga kirishayotgan gazning kislorod ekanligini aniqladi. Idishda reaksiyaga kirmay qolgan gazni «azot» deb atadi. Lavuazyening yonish hodisasini aniqlab berishi kimyodagi ko'p hodisalarni to'g'ri tushunishga olib keldi. Avvalo, bu flogiston nazariyasiga katta zarba bo'ldi: kuyindi va flogistondan iborat deb qaralgan metallar oddiy moddalar bo'lib chiqdi. Aksincha, kuyindi yoki «yerlar» esa murakkab birikmalar sifatida qaralishi kerak bo'lib qoldi. Shunda suv ham murakkab birikma (u vodorodning kislorod bilan birikmasi) ekanligi isbotlandi. Havoning kislorod bilan azotdan tashkil topganligi, azot yonishga yordam bermasligi amalda tasdiqlandi. Ilgari elementlar deb hisoblab kelingan suv, havo, kuyindilar murakkab moddalar yoki aralashmalar ekanligi aniqlandi. Haqiqiy elementlar: metallar, kislorod, azot, vodorod, oltingugurt va boshqalar kimyoviy jihatdan bo'linmaydigan moddalardir.



1.1- rasm. Antuan Lavuazye.

A. Lavuazye fanda katta ishlar qilishiga qaramay, issiqlikni «og'irligi bo'lmagan» (massasiz) element deb qaradi, uni «teplorod» deb atashgacha bordi va elementlar ro'yxatiga kiritdi. Bu xato fikr edi, albatta.

XIX asr boshlarida ingliz olimi J. Dalton o'zining fizik-kimyoviy tadqiqotlari asosida modda tuzilishining atomistik ta'limotini yaratdi. Bu ta'limotga

ko'ra, moddalar nihoyatda mayda zarrachalar – atomlardan tuzilgan, bular yanada kichikroq zarrachalarga bo'lina olmaydi: har qaysi kimyoviy element faqat o'ziga xos «oddiy» atomlardan tuzilgan: ya'ni har bir elementning atomi o'ziga xos massa va o'lchamga ega bo'ladi; kimyoviy reaksiya paytida turli elementlarning «oddiy» atomlari o'zaro aniq va o'zgarmas butun sonlar nisbatida birikib «murakkab» atomlar hosil qiladi: har xil xossalarga ega bo'lgan atomlarga faqat o'zaro birika oladi, bir element atomlari o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, ular bir-biridan qochadi.



1.2- rasm. Jon Dalton.

Dalton gazlarning parsial bosimi va karrali nisbatlar qonunini kashf etdi. U kimyoviy element tushunchasini aniq ta'rifladi: **Kimyoviy element – bir xil xossalari bilan tavsiflanadigan atomlar turidir.**

Dalton kimyoga atom-massasi tushunchasini kiritdi, vodorodning atom massasini shartli ravishda birga teng deb qabul qilishni taklif qildi.

Dalton ta'limotida oddiy moddalar molekularini inkor qilishdek katta xatoga yo'l qo'yilgan edi. U «bir elementning bir atomi ikkinchi elementning faqat bir atomi bilan birikadi», deb o'yladi. Bunday holda suv formulasini bitta kislorod va bitta vodoroddan, benzolni bitta uglerod va bitta vodoroddan tuzilgan deb, suvni OH va benzolni CH formulalar ko'rinishida yozish kerak bo'lar edi. Murakkabroq formulali sulfat va nitrat kislotalar, marmartosh, minerallar, qand moddalari va sellulozalarni yozish imkoniga ega bo'lmagan bo'lardik. Bu Daltonning ikkinchi katta xatosi va ta'limotidagi kamchiligi edi.

1.3. KIMYOVIY ELEMENT

Kimyoviy element oddiy va murakkab moddalarning tarkibiy qismi hisoblanadi. Kimyoviy element yadro zaryadi bir xil bo'lgan atomlar to'plamidan iborat. Hozirgi vaqtda 126 ta kimyoviy element ma'lum bo'lib, ularning 92 tasi tabiatda uchraydi, qolganlari esa yadro reaksiyalari natijasida sun'iy ravishda olingan. **Kimyoviy ta'rifga ko'ra: kimyoviy element – oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan va ma'lum atom massasiga ega bo'lgan atomlar turidir.**

Elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlik davriy sistemada o'z aksini topgan. Elementning atom raqami proton zaryadi birligida ifodalangan yadro zaryadiga; son jihatdan esa atom yadrosidagi protonlar soniga teng. Element yadrosidagi neytronlar soni protonlar sonidan farq qilishi mumkin.

Masalan, vodorod izotopi tritiy (${}^3\text{H}$) da bir proton, ikki neytron va bir elektron bor.

Yadrosi aniq protonlar va neytronlar soniga ega atom nuklid deyiladi. Yadrodagi protonlar va neytronlarning umumiy soni massa soni deb yuritiladi.

Kimyoviy elementning nisbiy atom massasi uning tabiatda tarqalishi hisobga olingan tabiiy izotoplari massalarining o'rtacha qiymatiga teng. U, odatda, massaning atom birligi (m.a.b.)da ifodalanadi. Buning uchun ^{12}C atom nuklidi massasining $1/12$, ulushi qabul qilingan. Massaning atom birligi taxminan $1,66057 \cdot 10^{-27}$ kg ga teng.

Kimyoviy elementlarning tabiatda mustaqil mavjud bo'la oladigan shakli oddiy modda tushunchasiga mos keladi. Har bir kimyoviy element atomi o'z birikmalarida o'ziga xos oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Kimyoviy reaksiyalarda atomlar saqlanadi, chunki atomlarning tashqi qobiqlaridagi elektronlar qaytadan taqsimlangani holda atom yadrosi o'z holicha saqlanib qoladi.

Kimyoviy elementlar shartli ravishda metall va metallmaslarga bo'linadi. Davriy jadvaldagi 22 ta element metallmas element (H, B, C, Si, N, P, As, O, S, Se, Te, galogenlar va inert gazlar) bo'lib, qolganlari esa metallardir. Shuni aytib o'tish joizki, ba'zi metallmaslar ma'lum sharoitlarda metallik xossalarini, ba'zi metallar esa metallmaslik xossalarini namoyon qilishi kuzatiladi. Masalan uglerod, fosfor, kremniy, qalay va boshqalar. Shuning uchun elementlarni metallar va metallmaslar turkumiga ajratishda fizik xossalari bilan bir qatorda, ularning struktura tuzilishlarini va kimyoviy xossalarini hisobga olish lozim.

1.4. TOZA MODDA VA ARALASHMALAR

Tabiatdagi minglab moddalar kimyoviy elementlardan tarkib topgan (ularning hammasi ham o'ta zarur moddalar bo'lmazligi mumkin). Yer qa'ridan qazib olinadigan foydali qazilmalar ko'proq besh element: kislorod, kremniy, aluminiy, temir va kalsiydan tarkib topgan. Inson organizmining katta qismi kislorod, uglerod va vodoroddan tashkil topgan. Shuningdek, 20 ga yaqin element tabiatda juda oz miqdorda uchraydi yoki sun'iy usulda radioaktiv reaksiyalar yordamida olinmoqda. Ular topilishi qiyin va noyob elementlar hisoblanadi.

Tabiatda sof holda oltin, kumush, platina yombilari bor. Uglerod, oltingugurt, simob va boshqa ba'zi elementlar nisbatan toza holda uchraydi. Qolgan elementlar tabiatda, asosan, aralashmalar va minerallar tarkibida bo'ladi.

Moddalarni tozalashning zamonaviy usullari. Kimyogarlar ko'pincha aralashmalar bilan ish ko'radilar. Aralashmalardan toza moddani ajratib olishda filtrlash, haydash va xromatografiya usullaridan foydalaniladi.

Mayda, ko'p teshikli to'siq orqali suyuqliklardan qattiq zarrachalarni ajratib olish usuli *filtrlash* deyiladi. Ichimlik suvi qum va loyqadan ana shunday oddiy yo'l bilan tozalanadi. Eritmalardan moddalarni ajratib olishda ularning eruvchanligidan ham foydalaniladi. Masalan, 10 g osh tuzi va 10 g ichimlik soda aralashmasini bir-biridan ajratish uchun uni 70°C gacha isitilgan 100 ml suvda eritish, so'ngra temperaturani 0° gacha sovitish kerak. Temperatura pasaytirilganda osh tuzining eruvchanligi deyarli o'zgarmaydi, u eritmada qoladi, ichimlik soda esa 0°C atrofida eritmadan deyarli qattiq holda ajraladi (eritmani filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi).

Haydash (distillash) usuli moddalar uchish xususiyatining har xilligiga asoslangan. Dengiz suvidan ichimlik suvi olish maqsadida suv ma'lum vaqt ichida qaynatiladi. Suv bug'i boshqa idishga o'tkazilib kondensatlanadi. Tuz haydalayotgan idish tagida qoladi. Bug' kondensatlanishidan hosil bo'lgan suyuqlik *distillat* deyiladi. Haydash usulida fraksion kolonnalardan foydalaniladi. Bu usul bir-biridan ajralishi qiyin yoki qaynash temperaturalarini yaqinroq bo'lgan suyuqliklarni bir-biridan ajratish uchun qo'llaniladi. Neftni haydashda shunday kolonnalar ishlatiladi. Neft sifatiga qarab benzin 60–150°C atrofida, kerosin 150–250°C da, surkov moylari 250–350°C da ajratiladi. Dizel yoqilg'isi, mazut, vazelin va boshqa mahsulotlar ham ma'lum temperaturada haydalib, fraksiyalanadi. Qoldiq sifatida smola (bitum) qoladi.

Hozirgi vaqtda turli aralashmalar (suyuqliklar aralashmasi, suyuqlik bilan gaz aralashmasi va hokazo) tarkibidagi moddalarni bir-biridan ajratishda xromatografiya usuli keng qo'llanilmoqda. Bu usul moddalarning qattiq holatdagi inert materiallarda adsorbilanish xususiyatiga asoslangan. Inert material (sorbent) sifatida alumosilikatlar, inzen g'ishti, pemza, chinni kukuni, qum va boshqalar ishlatiladi. Moddalarning adsorbilanish tezligiga muvofiq olingan xromatogrammalar asosida qilingan hisoblar bo'yicha aralashmadagi u yoki bu moddaning miqdori aniqlanadi. Xromatografik analizning afzalligi shundaki, u sekund yoki minutlar ichida o'tkaziladi. Bu usuldan sanoat korxonalarida uzluksiz ravishda o'tkaziladigan analiz va nazorat maqsadlarida ham foydalaniladi. Xromatografik usul aralashmada qancha modda bo'lsa, hammasini aniqlashga imkon beradi. Aralashmadagi 20–30 moddani bir yo'la bir necha daqiqalarda aniqlashning xromatografik yo'li «ekspress usul» deb ham yuritiladi. Shu bilan birga sanoatda kolonkali xromatografiya usuli, qog'ozdagi xromatografiya usuli va boshqa usullar qo'llaniladi.

1.5. ANORGANIK BIRIKMALAR NOMENKLATURASI

Kimyoviy birikmalarning nihoyatda ko'pligi (ularning soni 4 milliondan ortiq) ularni ma'lum tartibda aniq nomlashni talab qiladi. Tabiiyki, bularning ma'lum bir qismi o'zining xususiy nomiga ega (masalan: suv, ammiak). Lekin ko'pgina birikmalarni nomlashda har bir moddani informativ yoki sistematik ravishda nomlashga imkon beradigan ma'lum qoidalarga amal qilinadi.

Dastlabki nomenklatura sistemasi anorganik va organik birikmalar orasidagi tafovutni ko'rsatish asosida tuzilgan edi. Vaqt o'tishi bilan bunday nomenklatura talabga javob bera olmay qoldi. Anorganik moddalar ko'proq jonsiz tabiatga, organik moddalar esa jonli tabiatga hamohang ravishda nomlangani ham ma'lum. Anorganik moddalar nomenklaturasida bunday birikmalar shartli ravishda ikki qismga – «musbat» va «manfiy» qismlarga bo'linadi. Ion birikmalar musbat va manfiy zaryadli ion yoki atomlar gruppasidan tarkib topadi.

Ion birikmalarda ionlar *kation* va *anion* sifatida mavjud. Oddiy kationlarni ko'pincha metall elementlari hosil qiladi. Ular element nomi bilan ataladi. Masalan,

Na^+ – natriy ioni, Ca^{2+} – kalsiy ioni, Fe^{2+} – temir (II) ioni, Fe^{3+} – temir (III) ioni va hokazo. Oddiy anionlarga F^- – fluorid-ion, O^{2-} – kislorod-ion, S^{2-} – sulfid-ion, N^{3-} – nitrid-ionlarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

Oksianionlarda kislorod kam bo'lganda, ularning nomi – *it*, ko'p bo'lganda – *at* qo'shimchasi bilan tugaydi. Masalan, NO_2^- – nitrit-ion; SO_3^{2-} – sulfit-ion; NO_3^- – nitrat-ion; SO_4^{2-} – sulfat-ion va hokazo.

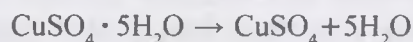
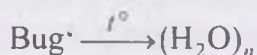
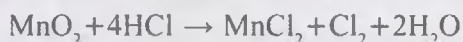
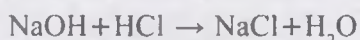
Kislotalar uchun eski nomenklatura saqlanib qolgan. Bularni vodorod ioni (yoki bir necha shunday ionlar) va oddiy yoki kompleks aniondan tashkil topgan deb qaraladi. Agar kislotalar tarkibida oddiy anion bo'lsa, ular quyidagi misollarda keltirilganidek nomlanadi. Muhim kislotalar nomi shu kislotalar tarkibidagi anionlar nomidan keltirib chiqariladi; HCl – xlorid kislota; H_2S – sulfid kislota, HClO – gipoxlorit kislota, HClO_2 – xlorit kislota, HClO_3 – xlorat kislota va HClO_4 – perxlorat kislota.

1.6. KIMYONING STEXIOMETRIK QONUNLARI

Tarkibning doimiylik qonuni. Biror toza moddaning turli namunalari analiz qilinar ekan, doimo bir xil natijalarga ega bo'linadi. Masalan, yaxshilab tozalangan okean suvi, daryo suvi, dengiz suvi, quduq suvi, ko'l suvi, yog'och yondirilganda yoki murakkab modda parchalanganda hosil bo'luvchi suv – tajribada 1 qism vodorodga 8 qism kislorod to'g'ri keladi. Uglerod monoksid yoki uglerod dioksid turli yo'llar bilan olinsa-da, ular tarkibi bir xilligicha qolaveradi. Boshqa har qanday modda uchun ham shunday natijani olish mumkin, ya'ni:

mazkur kimyoviy birikma qanday usul va sharoitda olinishidan qat'i nazar, bir xil tarkibga ega bo'ladi. Bu qoida tarkibning doimiylik qonuni deb ataladi. Mazkur qonun J. Prust nomi bilan bog'liqdir.

Masalan: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$



Keltirilgan musollarda turli sharoitda va usulda olingan suvning tarkibi – H_2 – 11,1%, O_2 – 88,9% ni tashkil qiladi. Ba'zi kristall strukturaga ega bo'lgan moddalarni tarkibning doimiylik qonunidan chetga chiqish holatlari ham kuzatilgan. Bunday holatni «anomaliya» deb ataladi. Ushbu qonundan chetga chiqadigan moddalarni birinchi bo'lib Bertolle aniqlagan bo'lgani uchun, bertollidlar deb yuritiladi.

Ekvivalentlar qonuni. XIX asrda kimyoviy birikmalar tarkibi va oʻzaro birikkan elementlarning miqdoriy nisbatlariga ahamiyat berildi. Ingliz olimi J. Dalton kimyoviy elementlarning muayyan miqdordagina oʻzaro birika olishini aniqladi va mazkur miqdorlarni «birikuvchi miqdorlar» sifatida taʼrifladi. Vaqt oʻtishi va fanning rivojlanishi natijasida bu ibora oʻrniga ekvivalent iborasi ishlatila boshlandi. Masalan, suvda 1,008 massa qism vodorodga 8 massa qism kislorod toʻgʻri keladi. 1,008 massa qism vodorod uning ekvivalenti sifatida qabul qilingan boʻlib, bu miqdor bilan birikuvchi sakkiz massa qism kislorodning bir ekvivalentidir. Oʻzga elementlar ekvivalentlarini aniqlashda vodorod bilan kislorod elementlarining ekvivalentlari birlik sifatida qabul qilingan. Har bir elementning 8 massa qism kislorod yoki 1,008 massa qism vodorod bilan birika oladigan miqdori mazkur elementning **ekvivalenti** deyiladi. Masalan: 1,008 massa qism vodorod bilan 18,9984 (yaxlitlanganda 19) massa qism fluor birikadi yoki almashinadi, bundan fluor elementining ekvivalenti 19 ga tengligi maʼlum boʻladi. Shu yoʻl bilan natriy elementi uchun uning ekvivalentini 23 ga, kaliyniki 39 ga teng qilib olinadi.

Ekvivalent soʻzi teng miqdorli, teng qiymatli degan maʼnoni anglatadi. Xulosa qilib aytganda, elementlarning bunday miqdorlari qoldiqsiz birikishi va almashinishi mumkin. Shu asosda ekvivalentlar qonuni vujudga keldi, u shunday taʼriflanadi:

Elementlar oʻz ekvivalentlariga proporsional miqdorda oʻzaro birikadi va almashinadi.

Ekvivalent iborasi qisqacha *E* harfi bilan belgilanadi. Baʼzi elementlarning ekvivalenti turli miqdorlarda boʻladi. Masalan, uglerod yonganda (oksidlanganda) kislorod moʻl boʻlsa, uglerod dioksid (CO_2), kamroq boʻlsa, uglerod monoksid (CO) hosil boʻladi. Bu birikmalarda uglerod ekvivalenti tegishli 3 va 6 boʻladi. Bu ekvivalentlar oʻzaro hamisha kichik va butun sonlar nisbatida, masalan, $3:6=1:2$ kabi nisbatda boʻladi. Ekvivalent tushunchasini qator murakkab moddalar (kislota, asos, tuzlar) ga ham tatbiq qilish mumkin.

Kislotaning metallarga almashina oluvchi 1,008 massa qismining vodorodli miqdori mazkur kislotaning ekvivalenti sifatida qabul qilinadi. Xlorid kislotaning ekvivalenti $E_{\text{HCl}}=36,461$ boʻlganidan uning ekvivalenti oʻzining molekular massasiga teng deb olinadi.

Quyida baʼzi kislotalarning ekvivalenti keltirilgan:

$$E_{\text{HNO}_3} = \frac{M}{1} = \frac{63,0146}{1} = 63,0146;$$

$$E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{M}{2} = \frac{98,077}{2} = 49,039;$$

$$E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{M}{3} = \frac{97,9953}{3} = 32,665.$$

Asos va tuzlarning ekvivalentlari ularning bir ekvivalent metallga to'g'ri kelgan miqdorlaridir, ya'ni mol massalarini metallning umumiy valentligiga bo'lib aniqlanadi.

$$E_{\text{KCl}} = \frac{M}{1} = \frac{74,55}{1} = 74,55;$$

$$E_{\text{MgCl}_2} = \frac{M}{2} = \frac{95,218}{2} = 47,609;$$

$$E_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{M}{6} = \frac{342}{6} = 57;$$

$$E_{\text{KOH}} = \frac{M}{1} = \frac{56,1811}{1} = 56,1811;$$

$$E_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = \frac{M}{2} = \frac{171,4982}{2} = 85,7491;$$

$$E_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{M}{3} = \frac{234}{3} = 78.$$



1.3- rasm. Gey-Lyussak.

Hajmiy nisbatlar qonuni. Havo isitilganda kengayadi, shunda uning zichligi kamayadi. Shu bog'lanish ham issiq havo bilan to'ldirilgan havo sharlari havoga ko'tariladi. Bunday o'zgarishni o'z tajribalarida (shuning jumladan, havo sharlarida ham) sezgan fransiyalik olimlar Gey-Lyussak (1778–1850) bilan Jak Sharl (1746–1825) issiqlikning gaz bosimiga ta'sirini miqdoriy jihatdan birinchi bo'lib o'ldiradilar. Reaksiyaga kirishayotgan va reaksiya natijasida hosil bo'layotgan gazlarning hajmlarini o'lchab, Gey-Lyussak o'zining hajmiy nisbatlar qonunini quyidagicha ta'rifladi:

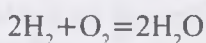
Kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gazlarning hajmlari o'zaro va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazlarning hajmlari bilan oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo'ladi.

Bitta gazning har xil temperatura va hajmdagi namunalari (faqat doimiy bosimda) solishtirib, Gey-Lyussak qonuni uchun quyidagi matematik ifodani qo'llasa bo'ladi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ yoki } \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

bu yerda: V_1, V_2 – gazning turli temperaturadagi hajmi; T_1, T_2 – temperaturalarning miqdoriy sonlari; P_1, P_2 – gazning turli temperaturadagi bosimi.

Masalan, ikki hajm vodorod bir hajm kislorod bilan yuqori haroratda birikkanda 2 hajm suv bug'i hosil bo'ladi (bir xil harorat va bosimda). Bu qonun Avogadro qonuni asosida juda oson izohlanishi mumkin. Buni o'sha suv misolida tushuntirsa bo'ladi. 2 hajm vodorod bilan 1 hajm kislorod o'zaro reaksiyaga kirishib, ikki hajm suv bug'ini hosil qilishini tushuntiraylik. Kislorod va vodorodning har qaysi molekulasini ikki atomdan tashkil topgan bo'lib, kislorodning bir molekulasini vodorodning ikki molekulasini bilan birikadi va bir molekula suv hosil qiladi, demak, quyidagi reaksiya amalga oshadi:



Avogadro qonuni. Italian olimi Amedeo Avogadro birikmalarning sifat va miqdoriy tarkibini ular hosil qiladigan gazsimon moddalar hajmlari nisbatidan sistemali ravishda aniqlashni boshlab berdi. Natijada u qator gazlarning formulalarini to'g'ri aniqlashga erishdi. Avogadro vodorod, azot va kislorod atom holda emas, balki ikki atomli molekular holda mavjud bo'lishini amalda ko'rsatdi. U gazlarning molekular massalarining nisbiy massalarini aniqlashning oddiy hamda ishonchli usulini topdi. Molekulani moddaning eng kichik zarrachasi sifatida qabul qilib, moddaning barcha xossalari o'zida namoyon qiluvchi bu zarracha o'zida atomni ham mujassamlaganini bilgan holda masalani to'g'ri hal qildi. Shunda u 1811-yili o'z qonunini quyidagi ko'rinishda e'lon qildi:

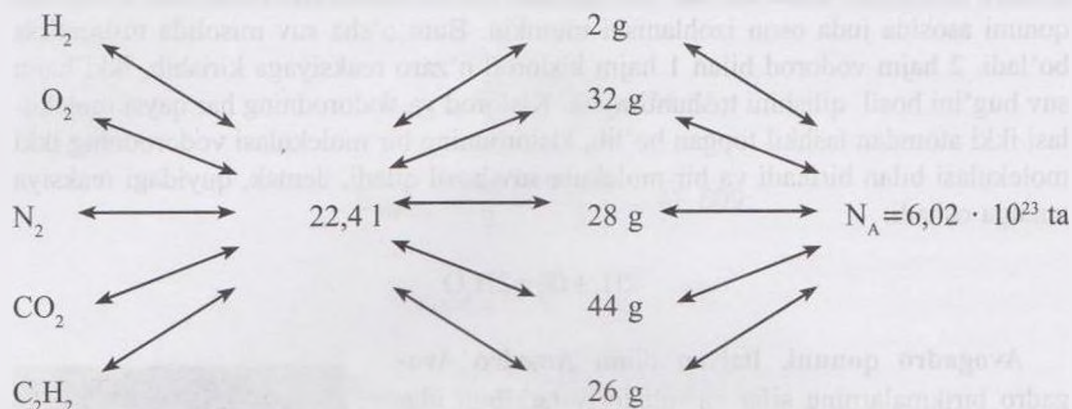


1.4- rasm. Amedeo Avogadro.

Bir xil temperatura va bosimda olingan gazlarning baravar hajmida bo'lgan molekular soni teng bo'ladi.

Fransuz fizigi Perren atom va molekular avval mavjudligini tekshirish maqsadida olib borgan tajribalariga asoslanib zarrachalarda doimiy harakat mavjudligini isbotladi. Suspenziyadagi zarrachalarning o'rtacha tezligini aniqladi, kinetik energiyasini hisoblashga muvaffaq bo'ldi. Zarrachalar kinetik energiyasi gaz molekulasini kinetik energiyasiga mos tushib, kinetik nazariyasini tasdiqladi. Perren zarrachalari vodorod molekulasiga qaraganda 10^{12} baravar og'ir bo'lishiga qaramay, ularning kinetik energiyasi deyarli bir xil chiqdi. Mana shu ma'lumotlar atom va molekularlarning real mavjudligini to'raligicha isbotladi. Perren tajribalari bir gramm-molekula gazdagi molekular sonini hisoblab topishga imkon berdi. Mana shu kattalik endilikda **Avogadro soni** nomi bilan ma'lumdur. Avogadro sonining aniq qiymati $5,02296 \pm 0,0006$ bo'lsa-da, uni $6,02 \cdot 10^{23}$ ga teng deb qabul qilingan. Normal sharoitda (n.sh.) $P_0 = 101,325 \text{ kPa}$, $T = 273 \text{ K}$ deb qabul qilingan.

Avogadro qonunidan quyidagi xulosa kelib chiqadi:



Har qanday gazning gramm-molekulasi normal sharoitda 22,4 l (normal sharoitda $P=101,325 \text{ KPa}$, $T=273^\circ\text{K}$) hajmini egallaganligi tufayli 1 ml gazda shu sharoitda $2,7 \cdot 10^{10}$ ta molekula mavjud bo'ladi. Molekulalar diametri juda kichik sonlarni tashkil etadi. Agar molekulani sharsimon deb belgilasak, unda uning diametri santimetrning milliondan bir ulushiga ham to'g'ri kelmaydi. Masalan, kislorod molekulasi diametri taxminan $3,2 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$, vodorodniki $2,6 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ va vodorod atominiki esa $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ atrofidadir. 1 sm^3 hajmdagi molekulalar soni yer sharidagi barcha odamlar soniga baravar kelishi mumkinligi hisoblangan. Atom va molekulalarning chiziqligi kattaligi angstrom (A) yoki nm larda o'lchanadi.

Karrali nisbatlar qonuni. J. Dalton (1766–1844) ko'pgina tajribalar o'tkazib, karrali nisbatlar qonunini kashf etdi. Uglerod monoksid bilan uglerod dioksididagi bir element – uglerodning teng miqdoriga to'g'ri keladigan ikkinchi element – kislorodning miqdori hisoblansa, uglerod monoksid (CO)da 12 massa qism uglerodga 16 massa qism kislorod to'g'ri keladi, uglerod dioksid (CO_2)da 12 massa qism uglerodga 32 massa qism kislorod to'g'ri keladi. Bu nisbatlar to'g'ri qisqartirilsa, uglerod monoksidda 3 massa qism uglerodga 4 massa qism kislorod, uglerod dioksidda esa 3 massa qism uglerodga 8 massa qism kislorod to'g'ri keladi, boshqacha qilib aytganda bu ikki birikmada uglerodning teng miqdoriga to'g'ri keladigan ikkinchi element (kislorod) miqdorlari o'zaro kichik va butun karrali sonlar nisbatida bo'ladi ($8:4=2:1$). Dalton topgan karrali sonlar nisbati qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Agar ikki element o'zaro birikib, bir necha birikma hosil qilsa, bu birikmalarda bir elementning teng miqdorlariga to'g'ri keladigan ikkinchi element miqdorlari o'zaro karrali kichik sonlar nisbatida bo'ladi.

Ya'ni : N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5

28:16 14:16 28:48 14:32 28:80

7:4 7:8 7:12 7:16 7:20

Dalton gazlar bosimini hisoblashda parsial bosimdan foydalanishni ko'zda tutib, quyidagi qonunni ham ta'rifladi:

Gazlar aralashmasining umumiy bosim P alohida olingan gazlarning parsial bosimlari ($P_1, P_2, P_3, \dots P_n$) yig'indisiga teng.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n$$

Boyl-Moriott qonuni. Doimiy haroratda gaz bosimi bilan hajmi orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan qonun. Qonunga muvofiq, gaz hajmi qanchalik katta bo'lsa, bosim shunchalik kichik bo'ladi va aksincha, bosimning hajmga ko'paytmasi $PV = \text{const}$ (bu yerda: P – bosim, V – hajm) bo'ladi.

Odatda, gazlar hajmi normal sharoitda o'zgacha holatlarda o'lchanadi. Shu bois gaz hajmini normal sharoitlarga keltirish uchun Boyl-Moriott bilan Gey-Lyussakning gaz qonunlarini birlashtiruvchi tenglamasidan foydalaniladi:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

bu yerda: V – bosim P ga tengligi va T – haroratdagi hajm; V_0 – normal bosim P_0 va T_0 haroratdagi (273 K) gazning hajmi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Mavzularning qisqacha mazmuni. *Atrofimizni o'rab turgan borliq materiya ko'rinishidir. Turli xil moddalar, birikmalar, minerallar, foydali qazilma va boshqalar shular jumlasiga kiradi. Materiya doimiy harakatda bo'lib, quyosh sistemasi, qola-versa, Koinotdagi borliq narsalar to'xtovsiz harakatdadir.*

SI sistemasida asosiy birliklari va ular ta'rifi keltiriladi. O'lchov sistemasi birliklari, keng qo'llaniladigan fizik-kimyoviy kattaliklar va ularning belgilariga to'xtab o'tiladi.

O'tilgan bobni o'rganishdan maqsad

1. Metrik sistema bilan chuqurroq tanishish, asosiy birliklarni bilib olish, olingan natijalarni metrik sistemaga o'tkaza bilish, haroratni Selsiy shkalasiga o'tkazish, undan Kelvin yoki Farengeytga o'tkaza olish.

2. Zichlik va shu kabi boshqa fizik birliklar uchragan hollarda hisoblar olib borishni o'rganish.

3. Olingan sonlar miqdorini turli birliklarda ifodalay olish.

Mashqlar

1. Materiyaning ko'zga ko'rinmaydigan turlaridan misollar keltiring. Bir energiya turini boshqasiga o'tishini misollar yordamida tushuntiring.

2. SI sistemasida hovuzdagi suv hajmi, kondan topib olingan oltin yombisi, radioizotoplarning yarim yemirilish davri qanday birliklarda ifodalanishini ayting.

3. Metallardan qilingan reaktor kattaligi $4.5 \times 14 \times 24$ sm ga teng bo'lsa, uning hajmi kub santimetr va kub metrda qanday miqdorga teng bo'lishini hisoblang.

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. Bir gramm oltin oddiy sharoitda qanday hajmni egallaydi ($r = 10,21 \text{ sm}^3/\text{mol}$)?

- A) 0,0420; B) 0,0845; C) 0,0518; D) 0,0381.

2. Normal sharoit ($101,325 \text{ KPa}$ bosimi va 273K) da havoning zichligi qanday miqdorga ega bo'ladi?

- A) $2,29 \text{ g/l}$; B) $3,12 \text{ g/l}$; C) $1,79 \text{ g/l}$; D) $2,67 \text{ g/l}$.

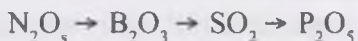
3. Xlorid, sulfat va nitrat kislota eritmalari bo'lgan uchta idish berilgan. Quyida berilgan qaysi reaktiv yordamida xlorid kislota aniqlash mumkin?

- A) Kumush nitrat; B) Natriy gidroksid;
C) Bariy xlorid; D) Kalsiy gidroksid.

4. Normal sharoitda so'ndirilgan ohak quyidagi qaysi birikma bilan reaksiyaga kirishadi.

- A) NO ; B) H_2O ; C) HF ; D) N_2O .

5. Quyida berilgan yo'nalishda moddalarning kislotali xossalari qanday o'zgarishini aniqlang.



- A) Kamayadi; B) Ortadi;
C) O'zgarmaydi; D) Avval ortadi, keyin kamayadi.

II BOB

ATOM TUZILISHI

2.1 ATOMLAR

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

Kimyoviy elementning xossalarini saqlovchi eng kichik zarracha **atom** deyiladi.

Moddaning xossalarini o'zida saqlaydigan, bir nechta atomdan tarkib topgan va mustaqil mavjud bo'la oladigan eng kichik zarrachasi **molekula** deb ataladi.

Atom – protonlar va neytronlardan tarkib topgan musbat zaryadlangan yadrodan va uning atro-fida harakatlanadigan manfiy zaryadli elektronlardan iborat. Ko'pgina atomlar barqaror bo'lib, juda uzoq muddatgacha o'z holatini saqlay oladi. Lekin ba'zi atomlar ma'lum vaqtdan keyin yadroda bo'ladigan o'zgarishlar tufayli boshqa atomlarga aylanib ketadi. Bunday atomlar **radioaktiv atomlar** deb ataladi. Ularni Pyer Kyuri va Mariya Kyurilar o'rganganlar. Atom elektroneytral bo'lib, yadro atrofidagi elektronlarning umumiy soni yadroning musbat zaryadiga teng. Agar atomdan bir yoki bir necha elektron chiqarib yuborilsa, **musbat zaryadli ion** – **kation**, atom elektron biriktirib olsa, **manfiy zaryadli ion** – **anion** hosil bo'ladi. Atomdagi elektronlar soni va musbat zaryadlangan yadro zaryadi ayni atomning kimyoviy reaksiyadagi ahamiyatini tavsiflaydi.



2.1- rasm. Mariya Kyuri.

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

Avogadro soni. Har qanday elementning bir molidagi atomlar soni **Avogadro soni** deb ataladi va N harfi bilan belgilanadi. Aniq o'lchashlar bu sonning $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ mol – l ga teng ekanligini ko'rsatdi. Har qanday moddaning bir molida ham xuddi shuncha molekula bo'ladi. Bu miqdor universal o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, uglerod atomi massasining o'n ikkidan bir ulushi bilan tavsiflanib, moddaning tarkibi va agregat holatiga bog'liq bo'ladi.

Avogadro soni hozirgi vaqtda bir-biriga aloqador bo'lmagan 60 ga yaqin usul bilan aniqlanadi. Biz quyida ulardan ikkitasi bilan tanishib chiqamiz.



2.2- rasm. Ernest Rezerford.

Rezerford usuli. Bu usulni E.Rezerford 1911-yili kashf etgan. Radioaktiv elementlar parchalanishi natijasida o'zidan oc-zarrachalar chiqaradi. Bu zarrachalar biror moddaga to'qnashib qarshilikka uchraydi. Natijada o'ziga ikkita elektron biriktirib, geliy atomiga aylanadi.

Hosil bo'lgan geliy miqdorini mikrousul yordamida aniqlash mumkin. Bir gramm radiyning bir yilda parchalanishi natijasida 159 mm^3 yoki sekundi-ga $5,03 \text{ nm}$ geliy hosil bo'lishi tajribada aniqlangan. Geliy atomi hosil qiladigan oc-zarrachalar ko'z bilan kuzatish mumkin bo'lgan energiyaga ega. Shuning uchun ma'lum miqdordagi radioaktiv modda chiqar-gan a-zarrachalarni hisoblash mumkin. Masalan: 1 g radiy bir sekunda $13,6 \cdot 10^{10}$ ta a-zarracha chiqaradi.

Bizga ma'lumki, 1mol geliy oddiy sharoitda $22,4 \text{ l}$ hajmni egallaydi. Shunga asoslanib proporsiya tuziladi:

$$\begin{aligned} 5,03 \cdot 10^{-9} \text{ sm}^3 \text{ He da} &- 13,6 \cdot 10^{10} \text{ ta atom bor} \\ 22,4 \cdot 10^3 \text{ sm}^3 \text{ He da} &- N_A \text{ ta atom bor} \end{aligned}$$

bu yerda:

$$N_A = \frac{22,4 \cdot 10^3 \cdot 13,6 \cdot 10^{10}}{5,03 \cdot 10^{-9}} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ atom.}$$

Topilgan miqdor Avogadro sonidan juda kam farq qiladi. Bu farq α – zarrachalarni kuzatishda yo'l qo'yilgan xato natijasida kelib chiqqan.

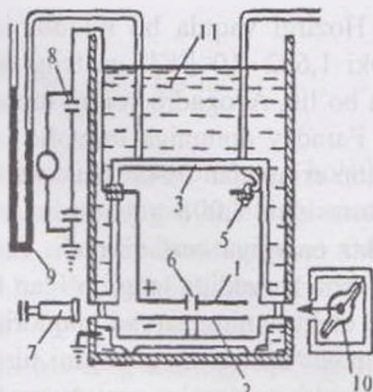
2. Milliken usuli. Avogadro tajribasini birinchi bo'lib 1909-yili Milliken elektronlar zaryadini o'lchash orqali amalga oshirgan. Milliken tomonidan yaratilgan qu-rilma sxemasi 2.3- rasmda ko'rsatilgan.

Bu qu-rilma teimostatga joylashtirilgan metallsimon kameraga (3) o'rnatilgan ik-kita (1,2) latun plastinkadan tashkil topgan kondensatordan iborat.

Purkagich (5) yordamida teshikchadan (6) o'tib, kondensatorga tushadigan bir tomchi moy tumani hosil qilinadi. Hosil qilingan moy tumanining harakatini kuzat-

2.3-rasm. Elektron zaryadini o'lchashda qo'llaniladigan Milliken qurilmasining sxemasi:

- 1, 2 – kondensator plastinkalari; 3 – metall kamera;
4 – termostat; 5 – moy purkagich; 6 – plastinka teshikchasi; 7 – kuzatkich nay; 8 – akkumulator;
9 – monometr; 10 – rentgen naychasi; 11 – issiqlikni izolatsiyalovchi suyuqlik (kerosin).



kich (7) orqali ko'rish mumkin. Kameradagi havo rentgen naychasidan (10) yuborilgan rentgen nurlari ta'sirida ionlanadi. Natijada hosil bo'lgan musbat zaryadli ionlar moy tomchilari bilan to'qnashib zaryadlanadi. Bu zaryadlanish e_k bilan belgilanadi. Kondensator plastinkalarida hosil bo'lgan kuchlanishni o'zgartirib, shunday qiymat tanlab olinadiki, bu qiymat elektr maydonida zaryadlangan tomchining tortishish kuchiga teng bo'lsin, ya'ni:

$$mg = e_k \cdot E \quad (2.1)$$

Bu yerda m – tomchi massasi; g – erkin tushish tezlanishi, E – elektr maydon kuchlanishi.

Tekis sirtli kondensator uchun elektr maydoni kuchlanishi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$E = V/d \quad (2.2)$$

Bu yerda V – plastinkaga berilgan kuchlanish; d – plastinkalar orasidagi masofa. Birinchi va ikkinchi tenglamani umumlashtirsak,

$$e_k = mg \cdot d/V \text{ hosil bo'ladi.} \quad (2.3)$$

(2.3) tenglamadan tomchining massasini bilgan holda e_k miqdorni topish mumkin (tomchining massasini elektr maydoniga kiritmasdan turib, havoda erkin tushish tezligi orqali ham aniqlab olish mumkin).

Tomchi zaryadi doimo elektron zaryadiga nisbatan karrali bo'lishini Milliken aniqladi. Elektron zaryadidan kichik bo'lgan tomchi zaryadi kuzatilmagan. Bunga sabab, tomchi bitta, ikkita, uchta elektronni (yoki ionni) o'zi bilan olib ketishi mumkin. Hech qachon tomchi elektronning bir qismini birlashtirib olmaydi, chunki elektron bo'linmasdir. Shuning uchun tomchining eng kam qiymatga ega bo'lgan zaryadi elektron zaryadiga teng bo'ladi.

Milliken juda ko'p o'lchashlar natijasida elektron zaryadining miqdori $e_k = 4,77 \cdot 10^{10}$ elektrostatik birlik (yoki $1,603 \cdot 10^{19}$ Kl)ka tengligini aniqladi.

Hozirgi vaqtda bu miqdor juda aniq hisoblangan bo'lib, $e = 4,803 \cdot 10^{10}$ e.s.b. (yoki $1,602 \cdot 10^{-19}$ Kl) ga teng deb qabul qilingan. Bu miqdor o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, Avogadro sonini topishda qo'llaniladi.

Faradey qonuniga muvofiq elektroliz jarayonida 1 mol-ekv modda ajratib olish uchun eritmadan 96485 kulon elektr energiya o'tkazish kerak. Demak, xlorid kislotasi eritmasidan 1,008 g vodorod va 35,453 g xlor ajratib olish uchun 96485 kulon elektr energiya sarf qilinadi. Chunki vodorod xlorid eritmasi elektroliz qilinganda elektron zaryadiga teng bo'lgan H^+ va Cl^- ionlari hosil bo'ladi. U holda Faradey sonini elektronning zaryad miqdoriga bo'lib, 35,453 g xlor yoki 1,008 g vodorod nechta atomdan tashkil topganligini hisoblab topish mumkin. Umuman, 1 mol har qanday elementdagi atomlar soni Avogadro sonini tavsiflaydi. U holda,

$$N_A = E/e \quad (2.4)$$

yerda: N_A – Avogadro soni,

$$N_A = 96485 / 1,602 \cdot 10^{-19} = 6,023 \cdot 10^{23}$$

Avogadro soni juda katta qiymatga ega. Masalan, agar biz hajmi $0,3 \text{ sm}^3$ ga teng bo'lgan Avogadro soniga teng sharchalarni qutiga joylashtirsak, $0,3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ sm}^3 = 1,8 \cdot 10^5 \text{ km}^3$ hajmni egallaydi. Bunday kubsimon qutichaning qirralari 565 km uzunlikka ega bo'lar edi. Avogadro sonidan kimyogarlar uchun ikkita muhim xulosa kelib chiqadi.

1. Optik mikroskopda juda oz miqdordagi kichik zarracha kuzatilganda ham u juda ko'p atomlardan tarkib topgan bo'ladi. Shuning uchun modda mikroskopda uzluksiz namoyon bo'laveradi.

2. Har qanday toza modda tarkibida ham oz miqdorda bo'lsa-da, turli elementlarning atomlari aralashgan bo'ladi. Hozirgi vaqtda tarkibida birorta ham boshqa element atomi bo'lmagan absolut toza modda olish mumkin emas. Lekin tarkibida $10^{-5} \cdot 10^{-8} \%$ gacha qo'shimcha element atomlari bo'lgan moddalar (kremniy, germaniy) olishga erishilgan. Bunday holatda ham 1 g mutloq toza moddada juda ko'p qo'shimcha atomlar bo'lar ekan.

2.2. ATOM MASSASI VA UNING O'LCHAMI

Avogadro sonini bilgan holda har qanday atomning grammda ifodalangan massasini va o'lchamini topish mumkin. Atom massa Avogadro soniga bo'lish orqali topiladi:

$$m = A/N_A \quad (2.5)$$

U holda vodorod atomi uchun:

$$m_H = \frac{1,008}{6,023 \cdot 10^{23}} 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

Uran atomi uchun esa:

$$m_u = \frac{238}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3,95 \cdot 10^{-23} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Qattiq holatdagi 1 mol oddiy modda egallagan hajmni Avogadro soniga bo'lib, bitta atomga to'g'ri keladigan hajm – V ni aniqlash mumkin. Qattiq holatdagi moddalarda atomlar bir-birlariga yaqin joylashganligi uchun o'lchashda qilinadigan xato kam bo'ladi. U holda bitta atomga to'g'ri keladigan hajmni kub ildizdan chiqarib, atom diametrini ham aniqlasa bo'ladi.

Bunday hisoblashni mis atomi misolida ko'raylik. Misning zichligi $8,93 \text{ g/sm}^3$ bo'lgani uchun bir mol misning hajmi $7,12 \text{ sm}^3$ ni tashkil qiladi. Bundan bir atomga to'g'ri keladigan hajmni topamiz:

$$V_{Cu} = \frac{7,12}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,182 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$$

Mis atomning diametri esa

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{V_{Cu}} = \sqrt[3]{1,182 \cdot 10^{-23}} = 2,28 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$$

ni tashkil qiladi va atom radiusi $1,14 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ ga teng bo'ladi.

Atomlar o'lchamini juda aniqlik bilan hisoblash uchun ularning qattiq modda kristallida joylashgan o'rnini bilish kerak. Buni rentgen struktura analizi yordamida aniqlash mumkin. Bu usulda ko'pgina metallarning atomlari jipslashgan sharchalar kabi joylashganligi aniqlangan.

Jipslashib joylashgan sharchalarning hajmi umumiy hajmning 74% ini tashkil etadi. Shunga asosanib kristalldagi mis atomi radiusining qiymatini quyidagicha hisoblash orqali aniqlash mumkin. Bundan:

$$V_{Cu} = 1,182 \cdot 10^{-23}. \quad 0,74 = 0,872 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3 \text{ kelib chiqadi.}$$

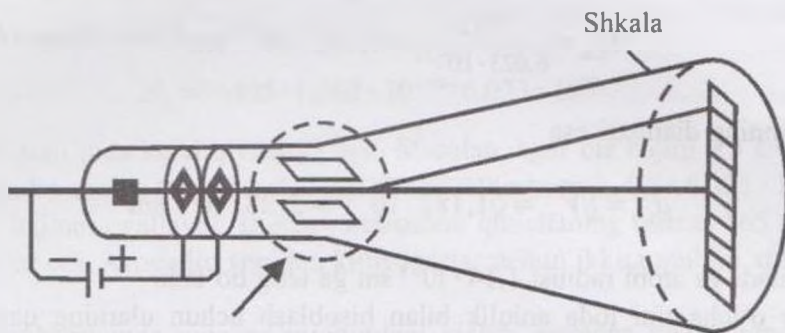
Ko'rinib turibdiki, mis atomi radiusining aniq qiymati yuqoridagi taxminiy topilgan qiymatdan uncha katta farq qilmaydi. Shuni aytib o'tish kerakki, kristalldagi atom uni o'rab turgan bo'shliq bilan aniq chegara sirtiga ega emas. Shuning uchun atom o'lchamlari shartli belgilanadi. Atom o'lchamlari deyilganda oddiy modda kristallidagi atom radiusini tushunish kerak. Atom radiusi esa qo'shni atomlar yadrolari orasidagi masofaning yarmiga tengdir. Barcha atomlar radiusi 10^{-9} nm bilan o'lchanganidan moddaning tuzilish nazariyasida hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida yaxlitlangan birlik qabul qilingan. Bu birlik nanometr deb ataladi va nm harfi bilan belgilanadi. Demak, mis atom radiusi $r_{Cu} = 0,128 \text{ nm}$ ga teng. Misning bir million atomini ketma-ket joylashtirib chiqsak faqatgina $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ masofani egalaydi.

2.3. ATOM TUZILISHI

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kimyoviy elementlarning atomlari yadrodan va uning atrofida harakatlanadigan elektronlardan tarkib topgan. O'tgan asrning o'rtalarida zarrachalar oqimi hosil qilingandan keyingina elektronlarning xossasi o'rganilgan. Bunda, birinchi navbatda, elektron zaryadining uning massasiga nisbati o'lchangan. Bu miqdor elektronlar oqimining elektr va magnit maydon ta'sirida chetga chiqishini aniqlash orqali belgilangan. Bunday tajribani birinchi bolib 1897-yili Tomson o'zi tayyorlagan asbobda o'tkazdi (2.4-rasm).

Tajriba natijalariga asoslanib $e/m_e = 5,273 \cdot 10^{17}$ elektrostatik birlik taqsim gramm (e.s.b./g)ga teng ekanligi aniqlangan.

Elektron zaryadining miqdori yuqorida ko'rsatilgan usul bilan aniqlanadi: elektron zaryadi e/m_e va e ning miqdorini



2.4-rasm. Elektronlarning e/m miqdorini aniqlaydigan asbob sxemasi.

bilgan holda elektron massasini hisoblab topish mumkin, ya'ni:

$$m_e = \frac{4,80286 \cdot 10^{-10}}{5,273 \cdot 10^{17}}; \quad m_e = 0,91084 \cdot 10^{-27} \text{ g.}$$

Elektron massasini belgilash uchun uni yuqorida hisoblab topilgan vodorod atomi massasi bilan taqqoslab ko'ramiz:

$$m_e/m_H = (0,9108 \cdot 10^{-27}) / (1,674 \cdot 10^{-24}) = 1/1837$$

Demak, elektronning massasi eng yengil hisoblangan vodorod atomining massasidan 1837 marta kichik ekan. Shunday qilib, atomning hamma massasi yadroga to'g'ri kelishiga (tegishli ekanligiga) ishonch hosil qilish mumkin. Yadroning o'lchami esa juda kichik. Agar atom o'lchami taxminan 10^{-10} m bo'lsa, u holda atom yadrosining radiusi taxminan $10^{-14} - 10^{-15}$ m bo'ladi. Zaryadlangan zarrachalarda bo'lgan yadro va elektronlar o'z atrofida elektr maydon hosil qiladi.

Atomda yadro mavjudligini birinchi bo'lib Rezerford (1909–1911-yillarda) aniqladi. Metall plastinkalar sirtiga a- zarrachalar yog'dirib, ularning metallidan o'tish

yo'llarini tekshirish natijasida ajoyib natijalar kuzatilgan. Yog'dirilgan a- zarrachalarning ko'pchilik qismi metall plastinkadan to'g'ri o'tib ketaveradi, zarrachalarning juda oz qismi o'zining dastlabki yo'lidan ma'lum burchakka og'adi, lekin ba'zi zarrachalar (o'n mingtadan bittasi) dastlabki yo'lidan qarama-qarshi tomonga qaytadi. Bu hodisani faqat oc-zarrachalarning musbat zaryadlangan yadro bilan to'qnashishi natijasi deb tushuntirish mumkin.

Atom yadrosi ikki elementar zarrachalar – proton va neytronlardan tuzilgan. Yadroning bunday tuzilishga ega ekanligini 1932-yili D.D. Ivanenko, E.N. Gapon va Geyzenberg asoslab bergan. Protonning massasi taxminan 1 m.a.b ga, zaryadi +1 ga tengdir.

Neytron elektroneytral zarracha bo'lib, uning massasi taxminan proton massasiga teng. Proton massasi elektron massasidan 1836,12 marta, neytronning massasi esa 1838,65 marta katta.

Yadroning zaryadi yadrodagi protonlar soni bilan aniqlanadi. Yadrodagi protonlar soni Z va neytronlar soni N, yig'indisi massa soni A ga teng bo'ladi:

$$A = Z + N$$

Elementning yadro zaryadlari bir xil bo'lib, atom massalari bilan bir-biridan farq qiladigan atomlar shu elementning izotoplari deyiladi. Ma'lum elementning izotoplari bir-biridan atom yadrosidagi neytronlar soni bilan farqlanadi.

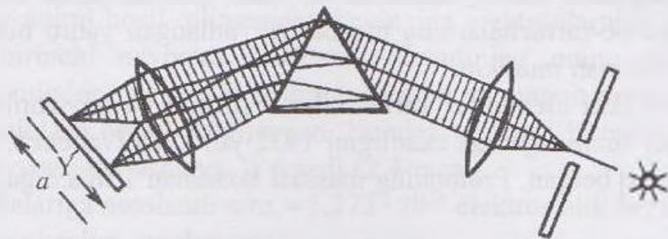
Turli moddalardan elektronlar ajralishi mazkur zarrachalarning barcha atomlar tarkibiga kirishidan dalolat beradi. Buni 1895-yili ochilgan Rentgen nurlari va keyingi yili ixtiro qilingan radioaktivlik hodisalari ham tasdiqlaydi. Uran, radiy, poloniy va boshqa ba'zi elementlar nurlanishi bilan bir qatorda, e'nergiya chiqarishi amalda isbotlandi. Ig radiy elementi 1 soatda 137 kal energiya ajratishi tajribalar yordamida o'lchangan. Atom tuzilishini chuqur o'rganishga o'zining mislsiz katta hissasini qo'shgan Mariya Kyuri-Skladovskaya ikki marta Nobel mukofoti bilan taqdirlandi.

2.4. ATOM SPEKTRLARI

Kimyoviy elementlarning spektrlarini o'rganishga doir tajribalarda to'plangan ma'lumotlar atomning tuzilishi nazariyasini yaratishga asos qilib olingan dalillardan biri bo'lib xizmat qildi. Hozirgi vaqtda spektr chiziqlari chastotasi 10,001% aniqlikda o'lchanmoqda. Shuningdek, spektr chiziqlarining ravshanligini ham aniq o'lchash mumkin. Shubhasizki, atom tuzilishi haqidagi tushunchalar ishonchli tajribalar natijalariga asoslangan.

1. Spektrografning ishlash prinsipi. *Spektr turlari.* Yorug'lik manbayidan teshikcha orqali taqsimlagich qurilmaga nur beriladi. Bu taqsimlagich yutilgan nurni fotoplastinkaga tushiradi. Fotoplastinkada nur ma'lum to'lqin uzunligiga mos holda shakllanadi. Ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlarni tekshirishda optik spektrograflardan foydalaniladi. Bu spektrograflar ishi nurni shishadan yoki kvarsdan tayyorlangan prizma orqali o'tkazishga asoslangan. 2.5-rasmda ana shunday spektrograf ko'rsatilgan.

Prizmadan o'tayotgan nurning taqsimlanishi nur to'liq uzunligining o'zgarishi bilan sindirish ko'rsatkichining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Ba'zan nurning to'liq uzunligi ortishi bilan sindirish ko'rsatkichi kamayadi.



2.5-rasm. Spektrografning ishlash sxemasi.

Jismning nurlanishi natijasida hosil qilingan spektrlar **emission spektrlar** deyiladi. Emission spektrlar uzluksiz, chiziqsimon va yo'l-yo'l bo'ladi. Cho'g'latilgan qattiq va suyuq jismlar uzluksiz spektrlar hosil qiladi. Gazlarni qizitish yoki elektrod zaryadi ta'sirida nurlantirish natijasida esa alohida chiziqlardan tashkil topgan **chiziqsimon yoki yo'l-yo'l** spektrlar hosil bo'ladi.

Hozirgi vaqtda atomlar nurlanishi natijasida chiziqsimon spektrlar, molekular nurlanishi natijasida uzluksiz yoki yo'l-yo'l spektrlar hosil bo'lishi aniqlangan.

Uzluksiz (tutash) spektrlar. Quyosh nurlarining yoki yoy fonari nurlarining spektri uzluksiz spektrdir. Bu spektrda barcha uzunlikdagi to'liqlar bo'ladi, demakdir. Spektrda uzilish bo'lmaydi. Shuning uchun spektrograf ekranida har xil rangli spektrlarning tasviri yaxlit ko'rinadi. Energiyaning chastotalar bo'yicha taqsimlanishi har xil jismlar uchun turlicha bo'ladi. Harorat ko'tarilganda nurlanish energiyasining maksimumi qisqa to'liqlar tomon siljiydi. Tajriba natijalarining ko'rsatishicha, qattiq yoki suyuq holatdagi moddalargina uzluksiz spektrlar hosil qiladi. Uzluksiz spektrlar hosil qilish uchun moddalar qizdirilishi kerak. Uzluksiz spektrning tabiati va mavjudlik faktori nur chiqaruvchi ayrim atomlarning xossalrigagina emas, balki ularning o'zaro ta'siriga ham ko'p darajada bog'liq bo'ladi. Gazlar uzluksiz spektr hosil qilmaydi. Chunki suyuqlik va qattiq moddalarda atomlar bir-biriga juda kuchli ta'sir etadi. Temperaturasi yuqori bo'lgan plazma ham uzluksiz spektr beradi. Bu, asosan, elektronlar bilan ionlar to'qnashuvi natijasida sodir bo'ladi.

Chiziqsimon spektrlar. Agar gaz gorelkasi alangasiga osh tuzi eritmasi bilan ho'llangan bir bo'lak asbest kiritilib, unga spektroskop orqali qaralganda alanganing zo'rg'a ko'rinadigan uzluksiz spektrida ravshan sariq chiziq paydo bo'ladi. Bu rang chiziqni natriy bug'i hosil qiladi. Natriy bug'i esa osh tuzi molekularlarining alangada parchalanishidan vujudga keladi. Bu 100% spektrlar chiziqsimon spektrlar deb ataladi.

Chiziqsimon spektr hosil bo'lishi moddaning muayyan uzunlikdagi (juda ensiz muayyan spektral oraliqlaridagi) to'liqlar chiqarishini bildiradi. Chiziqsimon spektrlarni molekular holatdagina emas, balki atomlar holidagi barcha gazsimon moddalar ham hosil qiladi. Bu holda yorug'lik nurlari bir-biriga ta'sir etmaydigan atomlardan chiqadi. Bu xildagi spektr spektrlarning eng asosiy turi hisoblanadi. Berilgan ayni bir

kimyoviy elementning yakkalangan atomlari ma'lum uzunlikdagi to'qlinlarni chiqaradi. Atom holatdagi gazning zichligi orttirilganda ayrim spektr chiziqlarining kengayishini va nihoyat, gazning zichligi juda katta bo'lganda, ya'ni atomlarning o'zaro ta'siri kuchli bo'lganda esa spektr chiziqlari bir-birini qisman qoplab, uzluksiz spektr hosil qilganligini ko'rish mumkin.

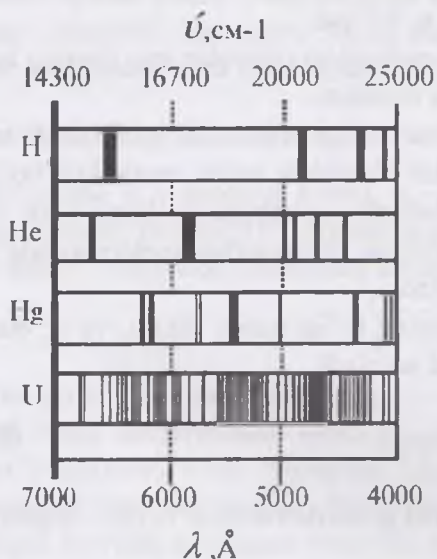
Yo'l-yo'l spektrlar. Yo'l-yo'l spektrlar bir-biridan ma'lum oraliq bilan ajralgan ayrim yo'llardan iborat. Har bir yo'l bir-biriga juda yaqin joylashgan ko'pdan ko'p zich chiziqlardan iborat ekanligini spektr qurilma yordamida aniq payqash mumkin.

Yo'l-yo'l spektrlarni atomlar emas, balki bir-biri bilan bog'lanmagan yoki zaif bog'langan molekularlar hosil qiladi. Molekular spektrlarni kuzatish uchun chiziqli spektrlarniki kabi bug'ning yoki zaryadlangan gazning alangada shu'lalanişidan foydalaniladi.

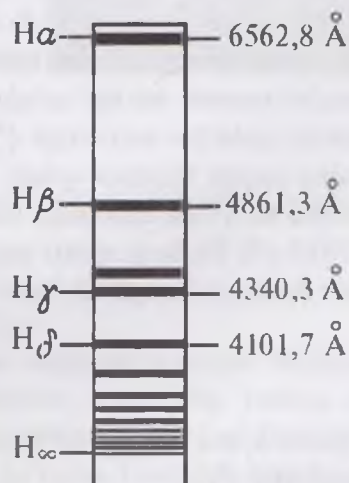
Har qaysi moddaning atom yoki molekulası to'qlin uzunligiga mos keladigan spektr chiziqlari to'plamiga ega bo'ladi (2.6-rasm).

Ko'pgina elementlarning spektrlari juda murakkab. Masalan, temir spektrida besh mingdan ortiq chiziqlarni sanab ko'rsatish mumkin.

Atom spektrlarining chiziqlari bir-biriga juda yaqin joylashganligini juda sezgir asboblarda kuzatish orqali aniqlangan. Agar nurlanish manbayi magnit maydoniga kiritilsa, spektrdagi bitta chiziqli atrofida unga juda yaqin joylashgan chiziqlichalar hosil bo'lishi kuzatiladi. Bunday chiziqlichalar **Zeeman effekti** deb ataladi.



2.6-rasm. Ba'zi elementlar spektrlarining sxemasi.



2.7-rasm. Ko'zga ko'rinadigan vodorod spektri va unga yaqin bo'lgan ultrabinafsha spektr sohasi (Balmer seriyasi).

Nurlanish manbayi elektr maydoniga kiritilganda ham spektr chiziqlichalari hosil bo'ladi. Bunday chiziqlichalar **Shtark effekti** deb ataladi.

Vodorod spektri. Eng oddiy spektr vodorod spektridir. Ko'rinadigan sohada faqatgina H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} lar bilan belgilangan to'rtta spektr chiziqni kuzatish mumkin (2.7-rasm). Shuningdek, bu chiziqlar bilan birga bir nechta ultrabinafsha soha spektri hosil bo'lishi ham kuzatiladi. Bu soha **Balmer seriyasi** deb ataladi.

Balmer seriyasi chizig'i to'liq sonini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$\bar{V} = \left(\frac{R}{n_1^2} \right) - \left(\frac{R}{n_2^2} \right)$$

bu yerda: R – Ridberg doimiysi bo'lib, uning qiymati $R=109678 \text{ sm}^{-1}$ ga teng, $n=3, 4, 5...$ Bundan tashqari, vodorod spektrini ultrabinafsha va infraqizil sohalarda tekshirish yo'li bilan yana bir qancha chiziqlar seriyasi topilgan. Ultrabinafsha sohada topilgan chiziqlar seriyasi **Layman seriyasi**, infraqizil sohada topilgan chiziqlar seriyasi **Pashen, Brekket va Pfunda** seriyalari deb ataladi. Bunday chiziqlar seriyasining to'liq soni xuddi Balmer formulasidagiga o'xshash topiladi. Lekin formuladagi 2^2 o'rniga 1^2 , 3^2 , 4^2 va 5^2 lar qo'yiladi.

Shunday qilib, vodorod spektri quyidagi umumiy formula bilan ifodalanadi:

$$\bar{V} = \left(\frac{R}{n_1^2} \right) - \left(\frac{R}{n_2^2} \right)$$

bu yerda: n_x va n_y lar butun sonlar bo'lib, $n_2 > n_1$ bo'ladi.

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, vodorod spektridagi chiziqlar soni cheksiz ko'p bo'lishiga qaramay, ularni juda oddiy ifodalash mumkin.

Boshqa elementlarning spektrlari. Ko'prina boshqa elementlar spektrlarida ham chiziqlar seriyasi borligi aniqlangan. Bu spektr chiziqlari ancha murakkab bo'lib, vodorod spektrlari seriyasiga o'xshab turli sohalarda joylashgan bo'lmay, balki bir-birining ustiga taxlanib qoladi. Shunday bo'lishiga qaramasdan spektroskopda bu chiziqlar seriyasini ajratishga muvaffaq bo'lingan.

1889-yili Ridberg spektr seriyasi chiziqlarining to'liq sonini ikki n_1 va n_2 butun sonlar funksiyasi orqali ifodalash mumkinligini aniqladi:

$$\bar{V} = T(n_1) - T(n_2) \quad (2.6)$$

bu yerda: $n_2 > n_1$. Bu sonlar funksiyalari **spektral term** deb ataladi (*term* – algebraik tenglamalar a'zosi ma'nosini anglatadi).

Tarkibida faqat bitta elektroni bo'lgan vodorod atomi, bitta zaryadli geliy He^+ ioni, ikki zaryadli litiy Li^{+2} ioni va boshqa zarrachalar uchun spektrlarning termi quyidagi formuladan topiladi:

$$T = \frac{Re^2}{n^2} \quad (2.7)$$

Vodorod atomi uchun $Z=1$, bitta zaryadli geliy He^+ ioni uchun $Z=2$, ikki zaryadli Li^2 , ioni uchun $Z=3$ bo'ladi. Boshqa elementlar uchun term quyidagi formuladan topiladi:

$$T = R_{\infty}^2 / (n+a)^2 \quad (2.8)$$

Bu yerda a ning miqdori birdan kichik o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, muayyan chiziqlar seriyasini ifodalaydi. Turli xildagi chiziqlar seriyasi uchun $a = s, p, d, f$ harflari bilan belgilanadi. Yuqoridagi (2.7) formuladagi kabi neytral atomlar uchun $Z=1$, bitta zaryadli ionlar uchun $Z=2$ va hokazo.

Shunday qilib, spektral chiziqlar juda murakkab va turli-tuman bo'lishiga qaramay, seriyalar butun chiziqlardan iborat bo'lgani sababli ular oddiy ifodalanishi mumkin.

Kvant nurlari haqida tushuncha. M. Plank 1900-yilda qizdirilgan jismlar spektrlari energiyasining taqsimlanishini tushuntiradigan nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq energiya atomdan uzluksiz ravishda emas, balki mayda-mayda zarrachalar – kvantlar tarzida ajratiladi. Har qaysi kvantning qiymati shu nur to'liqlarining bir sekunddagi tebranish soniga bog'liq bo'ladi. Har qanday tebranma sistema energiyani faqat kvantlar holida yutadi yoki energiya o'zidan kvantlar holida chiqaradi. Har qaysi kvant kattaligi quyidagi Plank tenglamasi bilan hisoblanadi:

$$E = h \bar{\nu} \quad (2.9)$$



2.8-rasm. Maksim Plank.

Bu yerda: E – energiya kvanti, h – Plank doimiysi, uning qiymati $h=6,62519^{27}$ erg.sek yoki $h=6,625 \cdot 10^{-34}$ Joul-sek, $\bar{\nu}$ – tebranish chastotasi, uning to'liq uzunligi bilan tavsiflasak, u holda:

$$\bar{\nu} = \frac{C}{\lambda} \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda: C – yorug'lik tezligi, λ – to'liq uzunligi.

M. Plank nazariyasidan kelib chiqadigan xulosalar tajribada topilgan natijalarga to'la muvofiq keldi. Yorug'lik kvantlarining haqiqatan mavjudligi boshqa xil tajribalarda ham isbotlangan. Plank tenglamasidan foydalanib spektrdagi har qaysi chiziqqa muvofiq keladigan yorug'lik energiyasining Kvantini hisoblash mumkin.

Masalan, vodorod spektrining H_{α} chizig'i uchun E ni quyidagicha hisoblaymiz:

$$\lambda = 6562,8 \text{ \AA} = 0,656 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

u holda:

$$\bar{\nu} = \frac{C}{\lambda} = \frac{2,9979 \cdot 10^{10}}{0,656 \cdot 10^{-4}} = 4,57 \cdot 10^{14} \text{ sek}^{-1}.$$

$$E = h\nu = 6,625 \cdot 10^{-27} \cdot 4,57^{14} = 3,03 \cdot 10^{-12} \text{ erg yoki } 3,03 \cdot 10^{19} \text{ J.}$$

Bu misoldan ko'rinib turibdiki, ko'zga ko'rinadigan nurning kvant energiyasi uncha katta bo'lmagan qiymatga ega. Atom o'zidan yorug'lik kvantini chiqarib birinchi energetik holatdan ikkinchi energetik holatga o'tadi. Demak, spektral term atomdagi elektronlar energiyasining o'zgarishini ifodalaydi. Shunga ko'ra, energiya o'zgarishini Plank tenglamasiga muvofiq quyidagicha yozish mumkin:

$$h\bar{\nu} = E_2 - E_1,$$

yoki

$$\bar{\nu} = \left[\frac{E_2}{hC} \right] - \left[\frac{E_1}{hC} \right] \quad (2.10)$$

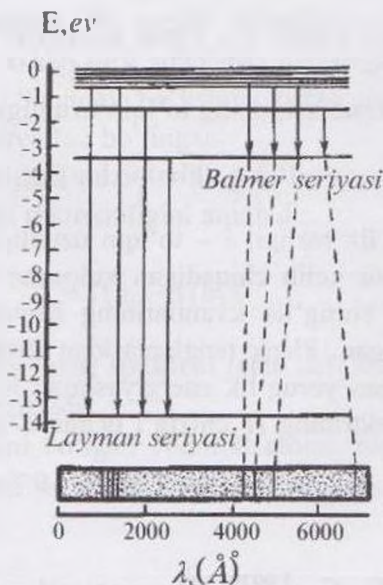
Yuqorida keltirilgan (2.6) va (2.10) tenglamalarini taqqoslasak, ular orasida o'xshashlik borligini ko'rish mumkin.

Bundan ko'rinib turibdiki, atomdagi elektron energiyasi spektral term miqdori bilan bog'langan, ya'ni:

$$E = -h \cdot C \cdot T \quad (2.11)$$

Energiyaning manfiy qiymatga ega bo'lishiga sabab shuki, atomda elektronlar cheksiz masofaga chiqarib yuborilgan holatdagi energiya qiymati nolga teng deb olingan. Demak, atomdagi elektron energiyasi har doim noldan kichik bo'ladi. Yuqorida keltirilgan tenglama (2.7) ni (2.11) formulaga keltirib qo'ysak, vodorod elektronining energiyasini aniqlaydigan tenglama hosil bo'ladi:

$$E = -h \cdot C \cdot R/n^2 \quad (2.12)$$



2.9-rasm. Vodorod atomi elektronining energetik sathi.

Shunday qilib, atomdagi elektronlar ma'lum qiymatdagi energiyaga ega. Shuning uchun atomda elektronlar energetik pog'onachalar bo'yicha taqsimlanadi. Molekular spektrlarni o'rganish har bir molekulada ham elektronlar energetik pog'onachalar bo'ylab joylanishini tasdiqlagan. 2.9-rasmda vodorod atomidagi elektronning energiya pog'onachasi ko'rsatilgan. Energiya birligi qilib elektron volt (eV) qabul qilingan. *Elektron volt – elektronning potentsiallar ayirmasi bir voltga teng bo'lgan elektr maydonidagi energiyasini ifodalaydi:*

$$1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{19} \text{ J.}$$

Atomdagi elektronlar ma'lum bir energiya miqdoriga ega ekanligi spektral ma'lumotlardan tashqari boshqa dalillar bilan ham tasdiqlangan. 1912-yili Frank va Gers gaz atomlarini elektronlar bilan bombardimon qilib, elektronlarning bunda yo'qotgan energiyasi miqdorini hisoblash mumkinligini isbotladilar. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, agar elektron energiyasi ma'lum miqdordagi atom energiyasidan kichik bo'lsa, u holda elektron gaz atomlariga hech qanday energiya bermasdan orqaga qaytadi. Bunday hodisa simob bug'lari energiyasi 4,9 eV dan kichik bo'lgan elektronlar bilan bombardimon qilinganda kuzatilgan. Agar bombardimon qilayotgan elektron energiyasi 4,9 eV dan katta bo'lsa, u holda elektron energiyasining bir qismini simob atomlariga o'tkazadi. Demak, 4,9 eV simob atomini eng kichik energetik sathdan keyingi energetik sathga o'tkazish uchun sarf bo'lgan energiyadir.

Simob atomlari energiyasi 4,9 eV dan yuqori bo'lgan elektronlar bilan bombardimon qilinganda atomda to'lqin uzunligi 253,7 nm bo'lgan nurlanish hosil bo'ladi. Nurlanish miqdori simob atomining 4,87 eV ga teng bo'lgan energiya kvantiga teng bo'lib, atomning nurlanishi uchun sarflangan energiya miqdoriga (4,9 eV) taxminan ekvivalentdir. Shunday qilib, katta energiyaga ega elektronlar bilan atomlarni bombardimon qilish yo'li orqali, atomdagi elektronlarni uchinchi, to'rtinchi pog'onalariga ko'chirish mumkin. Agar bombardimon qilayotgan elektron energiyasi juda katta qiymatga ega bo'lsa, u holda bombardimon qilinayotgan atomdan elektron uzilib chiqadi va gazlarning ionlanishi kuzatiladi. Simob atomining ionlanishi uchun 10,4 eV energiya kerakligi shu usul bilan aniqlangan.

2.5. ATOM TUZILISHI NAZARIYALARINING RIVOJLANTIRILISHI

Rezerford yuqoridagi tajriba natijalariga asoslanib, atom tuzilishining **planetar nazariyasini** yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq, har qanday element atomi markazida juda kichik o'rinni egallovchi yadro joylashadi, uning atrofida elektronlar xuddi planetalar quyosh atrofida harakat qilgani kabi o'z orbitalari bo'ylab aylanadi. Elektrodinamik nazariyadan ma'lumki, yadro atrofida aylanib turgan manfiy zaryadli elektron elektromagnit tebranish manbayi hosil qiladi. Shu sababli elektron nurlanib, ma'lum miqdorda uzluksiz energiya chiqarib turadi. Natijada ma'lum vaqtdan keyin elektron energiyasi tugab, yadroga qulab tushishi kerak edi. Lekin tajriba buni tasdiqlamadi. Bor atomda statsionar orbitalar mavjudligini, bu orbitalarda harakatlanayotgan elek-

tronlar o'zidan energiya yo'qotmasligini aniqladi. Bunday holatda quyidagi munosabat bajarilishi kerak:

$$m_e V \cdot r = n \left\{ \frac{h}{2\pi} \right\} \quad (2.13)$$

bu yerda: $m_e \cdot Vr$ – elektronning impuls momenti, V – elektron tezligi, m_e – elektron massasi, r – orbita radiusi, n – orbita soni – 1, 2, 3, ..., h – Plank doimiyligi.

$\frac{h}{2\pi}$ – miqdor o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun H bilan belgilasak, (2.13) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_e V \cdot r = nH \quad (2.14)$$

Bu formulaga asoslanib Bor vodorod atomining tuzilish sxemasini yaratdi. Haqiqatan ham, elektronning yadroga nisbatan tortilish kuchini markazga intilma kuchga tenglashtirib, quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{m_e \cdot V^2}{r} = \frac{e^2}{r^2} \quad (2.15)$$

(2.14) va (2.15) tenglamalar sistemasini yechib, statsionar orbitadagi elektronning tezligi hamda yadrogacha bo'lgan masofani topish mumkin:

$$V = \frac{e^2}{nH} \quad (2.16)$$

$$r = \frac{n^2 H^2}{m_e \cdot e^2} \quad (2.17)$$

(2.17) tenglamadagi o'zgarmas qiymatlarni o'rniga qo'ysak, statsionar orbita radiusi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$r = 0,0529 \, n^2 nm \quad (2.18)$$

(2.18) tenglamadan Bor birinchi orbitasining radiusi 0,0529 nm ga tengligi ko'rinib turibdi.

Elektron energiyasi kinetik va potensial energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi:

$$E = T + U$$

bu yerda: E – elektron energiyasi, T – elektronning kinetik energiyasi, U – elektronning potensial energiyasi. E – turli zaryadli r masofada joylashgan q_1 va q_2 zarrachalarining potensial energiyasi nolga teng bo'lgan holat bir-birlari bilan cheksiz masofada

joylashgan zarrachalarni siljitishi natijasida bajarilgan ish bilan tavsiflanadi. Bajarilgan ish kulon qonuniga asosan quyidagi integral tenglama bilan ifodalanadi:

$$\int_0^n (q_1, q_2 / r^2) dr = (q_1, q_2 / r) \quad (2.19)$$

Bir xil zaryadli zarrachalar uchun yuqoridagi tenglamani musbat ishora bilan ifodalash mumkin. Vodorod atomida yadro va elektron zaryadlar teng. Shuning uchun elektron energiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$E = \frac{Me \cdot v^2}{2} + \left[- \left(\frac{e^2}{r} \right) \right] \quad (2.20)$$

Bu tenglamaga yuqorida keltirilgan (2.16) va (2.17) tenglamalardagi v va r larning qiymatlarini qo'ysak, vodorod elektronining energiyasini aniqlaydigan tenglamaga ega bo'lamiz:

$$E = - \left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{m_e \cdot e^4}{n^2 h^2} \right) = - \left(\frac{\text{const}}{n^2} \right) \quad (2.21)$$

(2.21) tenglama vodorod atomi pog'onasidagi elektron energiyasini topish formulasi (2.12) ga mos keladi. Bu ikki tenglamani tenglashtirib, Ridberg doimiysi uchun nazariy nisbatni hosil qilamiz:

$$R = 2\pi \cdot m_e \cdot e^4 / ch^3 \quad (2.22)$$

Bu tenglama orqali hisoblab topilgan R miqdori tajribada aniqlangan miqdorga mos keladi.

Demak, Bor vodorod spektrini nazariy jihatdan hisoblagan.

Bor nazariyasi vodorod spektri chiziqlarining hosil bo'lishini tushuntirib berdi. Agar elektron uchinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa, vodorod spektrining H_α chizig'i hosil bo'ladi. To'rtinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa, H_β , beshinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa, H_γ chizig'i vujudga keladi.

Agar elektron to'rtinchi, beshinchi va hokazo orbitalardan uchinchi orbitalarga o'tsa, vodorod spektrining infraqizil sohasida **Pashen seriyasi** vujudga keladi:

$$V = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 4, 5, 6, \dots$$

Agar elektron ikkinchi, uchinchi va hokazo orbitalardan birinchi orbitaga ko'chsa, vodorod spektrining ultrabinafsha sohasida **Layman seriyasi** hosil bo'ladi:

$$V = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 4, 5, 6, \dots$$

$$V = 3,3 \cdot 10^{15} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

bu yerda, $n = 2, 3, 4 \dots$

Shunday qilib, Bor nazariyasi atomdagi elektronlar energiya darajalari haqidagi tasavvurni hosil qildi. Boshqacha qilib aytganda, Bor atomdagi har qaysi orbitalning o'ziga xos energiya darajasi bo'lishini izohlaydi. Energiya darajalari quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$E = - \left(\frac{2\pi \cdot m_e \cdot e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \right)$$

Bu tenglamadagi n – **bosh kvant son** deb ataladi. Mana shu tenglamadan foydalanib, vodorod atomining ionlanish energiyasini hisoblab topish mumkin. Agar tenglamadagi o'zgarmas kattaliklar o'rniga ularning son qiymatlari qo'yilsa, unda tenglama birmuncha soddalashadi:

$$E = \frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Demak, vodorod atomining birinchi orbitali bo'ylab harakat qilayotgan elektronni atomdan butunlay chiqarib yuborish uchun:

$E = \frac{13,6}{n^2} 13,6 \text{ eV}$ energiya talab qilinadi. Ikkinchi orbitaldagi elektronni chiqarib

yuborish uchun esa $E = \frac{13,6}{2^2} 3,4 \text{ eV}$ energiya sarf bo'ladi.

1916–1925-yillarda Zommerfeld va boshqalar Bor nazariyasini rivojlantirib, ko'p elektronli **atomlarning tuzilishi nazariyasini** yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra atomlarda kvantlangan orbitallar doira shaklidagina emas, balki ellips shaklida ham bo'lishi mumkinligi ko'rsatildi. Orbitallar faqat tekislikka joylashibgina qolmay, balki fazoda turli vaziyatda bo'lishi mumkin. Bu nazariya spektrlarda kuzatiladigan juda ko'p hodisalarni to'g'ri tushuntirib berdi. Biroq Bor-Zommerfeld nazariyasi bir qadar kamchiliklarga ega bo'lgani sababli kimyoviy bog'lanishni miqdoriy jihatdan tushuntirishga ojizlik qildi. Masalan, molekular geliy ioni He_2^+ ning bog'lanish energiyasi bu nazariya asosida hisoblaganda manfiy qiymatga ega bo'lib chiqdi, ya'ni bunday ion borligi tasdiqlanmadi. Vaholanki bunday ion mavjud bo'lib, uning bog'lanish energiyasi $+2,55 \cdot 10^5 \text{ J/mol}$ ga teng. Bor-Zommerfeld nazariyasi keyinchalik to'liqin-mexanik tasavvurlar bilan almashtirildi.

2.6. ZARRACHALARNING TO'LQIN XUSUSIYATLARI

Hozirgi zamon molekula va atom tuzilish nazariyasi **mikroobyekt** deb ataluvchi juda kichik massaga ega bo'lgan zarracha va elektronlar harakatini ifodalaydigan qonunlarga asoslanadi. Bu qonunlar, asosan, 1925–1926-yillarda yaratilgan bo'lib, makroobyekt deb ataluvchi oddiy ko'z va mikroskop orqali ko'rinadigan buyumlar harakati qonunlaridan keskin farq qiladi. Mikroobyektlar ikki xil – zarracha va to'lqin xossasini namoyon qiladi, ya'ni ular bir vaqtning o'zida korpuskular va to'lqin xossalarga ega bo'ladi.

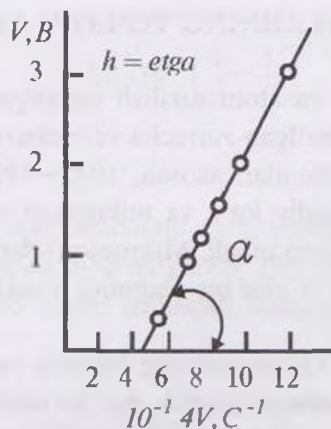
Nurning ikki xil tabiati. O'tgan asrning birinchi yarmida nurning interferensiya va difraksiya hodisalari tajribada o'rganilib, nur ko'ndalang elektromagnit tebranishga ega ekanligi aniqlangan edi. Ma'lum sharoitda interferensiya va difraksiyaning hosil bo'lishiga qarab har qanday nurni tavsiflash mumkin. XX asrga kelib nur oqimi natijasida vujudga kelgan zarrachalar harakatini **nur kvantlari** yoki **foton** deb atala boshlandi. Nurning korpuskular xossasi esa, asosan, **Kompton effekti** va **fotoeffekt** hodisalarida namoyon bo'ladi.

Fotoeffekt hodisasi 1887-yil G. Gers tomonidan o'rganilgan. Keyinchalik A.G. Stoletov tomonidan rivojlantirilgan bo'lib, bu hodisa metallarning yorug'lik nuri ta'sirida o'zidan elektronlar chiqarishiga asoslandi. Fotoeffekt hodisasini nurning to'lqin nazariyasi asosida tushuntirib bo'lmaydi.

Elektron o'lchamlari nihoyatda kichik bo'lganligi sababli, unga tushayotgan elektromagnit to'lqinlari orqali berilayotgan energiya shunchalik kamki, elektronni metallardan chiqarish uchun kerak bo'lgan energiyaning to'planishi uchun quyosh nuri ta'sirida uni bir necha soat davomida nurlantirish kerak bo'lar edi. Vaholanki, nurlantirgan zahoti elektronlarning metallardan chiqishi kuzatiladi. Bundan tashqari, to'lqin nazariyasiga asosan metall chiqarayotgan elektronlar energiyasi tushayotgan yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsional bo'lishi kerak edi. Lekin elektron energiyasi yorug'lik nurining intensivligiga emas, balki uning chastotasiga bog'liqligi aniqlangan. Yorug'lik nurining chastotasi ortishi bilan elektron energiyasi ham ortib boradi. Yorug'lik nurining intensivligi ortganda metallardan uchib chiqayotgan elektronlar soni ortadi, xolos.

1905-yili Eynshteyn nurni zarrachalar oqimi – **fotonlar** deb qarab, **fotoeffekt** hodisasini talqin qilish mumkinligini ko'rsatdi.

Fotonlar va elektronlarning to'qnashishi natijasida Plank tenglamasi bilan aniqlangan energiya miqdori $h\nu$ ga teng bo'ladi. Shu bilan birga to'lqinsimon nurlanish fotoeffekt hodisasini vujudga keltirmasligi ham aniqlandi. Bunday holda fotonlar energiyasi elektronlarni metallardan uzib chiqarish uchun yetarli bo'lmay qoladi. Fotonlardan olgan energiyasini metall atomiga bermasdan uchib chiqayotgan elektronlar maksimal energiyaga ega bo'ladi. Bunday elektronlarning energiyasi foton energiyasi $h\nu$ bilan metallardan elektronni chiqarishga sarflangan kuchni yengishga ketgan ish ayirmasiga teng bo'ladi:



2.10-rasm. Fototok tugatilgan holatdagi kuchlanish bilan tushayotgan nur chastotasi o'rtasidagi bog'lanish grafigi.

$$(E)_{maks} = h \cdot \nu - A \quad (2.23)$$

Bu tenglama fotoeffekt uchun **Eynshteyn qonuni** deb atalib, tajriba natijalariga batamom mos keladi. Bu hodisani 1916-yili Milliken tajribada ko'rib chiqayotgan elektronning maksimal energiyasini o'lchashga muvaffaq bo'ldi:

$$V_e = m_e \cdot V \cdot \frac{1}{2} = (E_e)_{maks} \quad (2.24)$$

Bu yerda; m_e – elektron massasi, e – elektron zaryadi, V – elektron tezligi, V_e – elektron maydoni kuchlanishi.

Eynshteyn qonuni asosida Plank doimiyligini topish mumkin. Buning uchun elektronning maksimal energiyasi (E_e) maks, bilan tushayotgan nur chastotasi orasidagi bog'lanishni aniqlash kerak (2.10-rasm).

Yuqorida keltirilgan (2.23) va (2.24) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, to'g'ri chiziqning og'ishi $U - V$ koordinatasida – nisbatga tengdir. Bu usul Plank doimiysini aniqlashda eng qulay usullardan biridir. Nurning korpuskular tabiatini – **Kompton effektini** tushuntirishdan oldin massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonunlarini ko'rib chiqamiz.

2.7. MASSA BILAN ENERGIYA ORASIDAGI BOG'LANISH QONUNIYATLARI

1903-yili Eynshteyn nisbiylik nazariyasiga asosan harakatdagi zarrachaning massasi tinch holatda turgan zarracha massasidan ortiq bo'lishini isbotlagan. Bunda quyidagi nisbat bajariladi:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{V^2}{C^2}\right)}} \quad (2.25)$$

Bu yerda: m – harakatdagi zarrachaning massasi, m_0 – tinch holatdagi zarracha massasi, V – zarrachaning harakat tezligi, C – vakuumdagi nur tezligi.

Shunday qilib, zarracha harakati tezligining ortishining energiyasi va massasi-ning ortishiga olib keladi. Eynshteyn zarrachaning massasi bilan energiyasi orasidagi bog'lanishni quyidagi tenglama bilan ifodaladi:

$$E = m \cdot c^2 \quad (2.26)$$

Bu tenglama massa bilan energiyaning o'zaro bog'lanish nazariyasini ifodalaydi. Holbuki nisbiylik nazariyasi vujudga kelgunga qadar massa bilan energiya o'zaro bog'liq emas deb qarab kelingan edi. (2.26) tenglama har qanday jarayon uchun mas-salar o'zgarishi Δm va energiya ΔE orasidagi bog'lanishni ifodalagani uchun uni quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

Lekin bu tenglamaga asosan massa energiyaga aylanadi, deb hisoblash mumkin emas, bundan materiya energiyaga aylanadi degan ma'no kelib chiqqan bo'lur edi. Massa bilan energiya faqatgina materiyaning xossaligidir. Massa materiyaning inertligini, energiya esa harakat o'lchamini belgilaydi. Shu sababli (2.26) tenglama zarrachalar massasini ifodalagani hola, uning harakatga bog'liqligini ham ko'rsatadi. Plank va Eynshteyn tenglamalar nurning to'lqin uzunligi bilan foton massasi orasidagi munosabatni tavsiflab beradi. Foton tinch holatda massaga ega emas. Lekin u yorug'lik nuriga teng tezlikda harakatlanadi. (Agar foton (2.25) tenglamaga asosan statik massaga ega bo'lganda edi, uning massasi energiyasiga nisbatan cheksiz katta qiymatga ega bo'lar edi.) Shuning uchun fotonning hamma massasi dinamik xususiyatga ega, ya'ni u doimo harakatda bo'ladi. Modomiki shunday ekan, foton energiyasini (2.26) tenglama bilan hisoblash mumkin. Ikkinchidan, Plank tenglamasiga muvofiq

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (2.27)$$

(11.26) va (11.27) tenglamalardan $mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$ ni hosil qilish mumkin. Undan:

$$\lambda = \frac{h}{mc} \text{ hosil bo'ladi} \quad (2.28)$$

(2.28) tenglama foton impuls mc bilan nurning to'lqin uzunligi orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Bu holda tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (2.29)$$

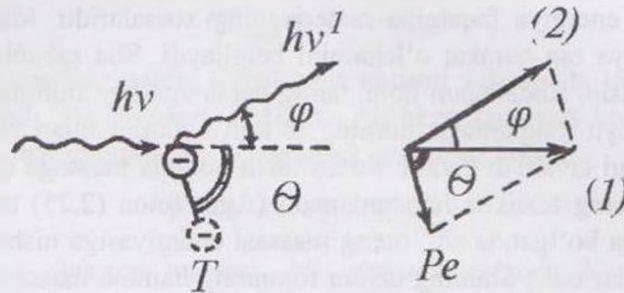
bu yerda P – foton impulsi.

Kompton effekti. Fotonlar elektronlar bilan ta'sirlanishi natijasida o'zining bir qism energiyasini uzatadi. Natijada to'lqin uzunligi ortib, nurlanishning tarqalish yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni sochilish sodir bo'ladi. Bu effektini 1923-yili Kompton (AQSH) ochgan. U turli moddalarni rentgen nurlari bilan nurlantirish natijasida so-

chilgan nurning to'liq uzunligi birinchi holatdagidan katta bo'lganligini aniqlagan. Chunonchi, to'liq uzunligining o'zgarishi moddalarning tabiatiga va nurning birinchi holatdagi to'liq uzunligiga bog'liq bo'lmasdan, birinchi boshlang'ich nurlanish burchagi bilan sochilgan nurlanish yo'nalishi orasidagi burchakka bog'liqligini aniqlagan (2.11-rasm).

Foton va modda elektronlarining bir-biri bilan to'qnashuvi energiya hamda impulsning saqlanish qonuniga bo'ysunadi deb qaralsa, Kompton effektini aniq ifodalaydigan tenglamani hosil qilish mumkin.

Bir foton $h\nu$ ga teng energiya elektronlar bilan to'qnashganda energiya va impuls nolga teng deb qabul qilinadi. To'qnashgandan keyin foton energiyasi $h\nu'$ ga teng bo'lib qoladi. Sochilgan foton boshlang'ich foton yo'nalishiga nisbatan burchak hosil qilib harakatlanadi. Fotondan ma'lum miqdorda energiya olgan elektron boshlang'ich foton yo'nalishiga nisbatan θ burchak hosil qilib uchadi. Energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq elektronning fotondan olgan kinetik energiyasi T quyidagicha aniqlanadi:



2.11-rasm. Kompton effektini tushintirish sxemasi.

a – foton va elektronlarning harakat sxemasi,

b – elektron bergan va tarqatgan foton impulsining vektor yig'indisi.

$$T = h\nu - h\nu' = -\{V' - V\} = -h\Delta V \quad (2.30)$$

Zarrachalarning kinetik energiyasi $(1/2)mv^2$ bo'lib, uning impuls $P=mu$ ga bog'liq bo'ladi (m va u – zarracha massasi va tezligi). U holda tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$T = \frac{P^2}{2m} \quad (2.31)$$

(2.30) va (2.31) tenglamalarini bir-biriga tenglashtirib, energiya olgan elektron impulsini topish mumkin:

$$P_c^2 = -2m_e \cdot h \Delta V \quad (2.32)$$

Impulsning saqlanish qonuniga asosan sochilgan foton va elektron energiyalarining vektor yig'indisi boshlang'ich fotonning impulsiga tengdir. Kosinuslar teoremasiga muvofiq quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$P_c^2 = P_F^2(1) + P_F^2(2) - 2P_F(1)P_F(2) \cdot \cos\varphi \quad (2.33)$$

Bu yerda, $P_F(1)$ va $P_F(2)$ boshlang'ich va sochilgan fotonlar impulslarining miqdori. $P_F(1)$ va $P_F(2)$ qiymatlari jihatidan bir-biridan uncha katta farq qilmaydi, shuning uchun tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$P_F^2(1) = P_F^2(2) \quad (2)$$

U holda (2.31) tenglama quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$P_e^2 = 2P_F^2(1) (1 - \cos\varphi)$$

$$1 - \cos\varphi = 2\sin^2\left\{\frac{\varphi}{2}\right\} \text{ bo'lgani uchun} \quad (2.34)$$

$$P_e^2 = 4P_F^2(1) \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \text{ bo'ladi.}$$

Foton impulsi (2.29) tenglamaga asosan quyidagiga teng:

$$P = \left(\frac{h}{\lambda}\right) \quad (2.35)$$

Yuqoridagi (2.35) va (2.34) tenglamalarga qiymatlarini qo'ysak

$$P_e^2 = \left(\frac{h^2}{\lambda^2}\right) \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \quad (2.36)$$

hosil bo'ladi. (2.32) va (2.36) tenglamalarni o'ng tomonlarini tenglashtirib, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$-m_e \Delta V = 2\left(\frac{h}{\lambda^2}\right) \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \quad (2.37)$$

Agar $V = C/\lambda$ tenglamani differensiallasak

$$d_v = -\left(\frac{C}{\lambda^2}\right) \Delta\lambda \text{ hosil bo'ladi.}$$

ΔV ning qiymati V ga nisbatan uncha katta bo'lmaganligi tufayli uni quyidagicha izohlash mumkin:

$$\Delta V = -\left(\frac{C}{\lambda^2}\right) \Delta\lambda \quad (2.38)$$

Bu tenglamani (2.37) tenglamaga qo'ysak Kompton effektini ifodalaydigan tenglama kelib chiqadi:

$$\Delta\lambda = 2\left(\frac{h}{m_e} \cdot c\right) \sin^2\left(\frac{\lambda}{2}\right) \quad (2.39)$$

Keltirib chiqarilgan (2.39) tenglamadagi $\left(\frac{h}{m_e \cdot c}\right)$ miqdor uzunlik o'lchami bo'lib,

0,00242 nm ga teng. Bu miqdor ko'pincha elektronning *kompton to'lqin uzunligi* deb atalib, foton massasi elektron massasiga teng bo'lgan holatdagi nurlanish to'lqin uzunligini ifodalaydi. Bu (2.39) tenglama tajriba natijalariga aniq mos keladi.

De-Broyl to'lqinlari. Fotoeffekt va Kompton effektlari ko'rinadigan yorug'lik va rentgen nurlanishlarining korpuskular tabiatga egaligini ko'rsatdi. Interferensiya va difraksiya jarayonlari esa nurning to'lqin tabiatli ekanligini tasdiqladi. Fotonlar harakati ham korpuskular, ham to'lqinsimon xususiyatga ega.

1924-yilda De-Broyl fotonlar harakatining ikki yoqlama, ya'ni ham korpuskular, ham to'lqinsimon tabiatga ega ekanligi haqidagi nazariyani har qanday zarracha harakati uchun ham qo'llash mumkin degan xulosaga keldi:

$$\lambda = \frac{h}{mV} \quad (2.40)$$

bu yerda: m – zarrachalarning massasi, V – ularning tezligi.

Bu to'lqinlar **De-Broyl to'lqinlari** deb ataladi. De-Broylning bu xulosasi keyinchalik elektronlarga ham difraksiya jarayoni xosligi ma'lum bo'lishi bilan tasdiqlandi. Elektronlar oqimi difraksion to'rdan o'tishi natijasida fotoplastinkada hosil bo'lgan difraksion tasvir (2.40) tenglama orqali hisoblangan X to'lqin uzunligiga teng bo'lgan nurlanish natijasiga mos keldi. Difraksion to'r sifatida metallar kristalidan foydalanildi, chunki bunday kristallarda atomlar difraksion to'g'ri tor hosil qilib joylashgan. Bunday tajriba birinchi marta 1927-yili Devisson va Djermerlar tomonidan o'tkazilgan. Xuddi shunday elektronlar difraksiyasini Tomson va Tartakovskiylar ham kuzatishgan. Hozirgi vaqtda elektronlar difraksiyasidan moddalarning strukturasini o'rganishda keng foydalanilmoqda. Elektronlar difraksiyasini kuzatishda ishlatiladigan asbob – **elektronograf** deb ataladi. Bundan tashqari moddalarning struktura tuzilishini neytronlar difraksiyasi yordamida o'rganish ham mumkin. Vodorod molekulasi, geliy atomi va boshqa zarrachalarning elektron difraksiyalari shu usulda batafsil o'rganilgan. Bularning hammasi zarrachalar harakati ikki yoqlama – korpuskular va to'lqin tabiatga ega ekanligini batamom tasdiqladi.

Agar biz (2.40) tenglama bo'yicha turli xil obyektlar uchun to'lqin uzunlikni hisoblasak makroobyektlar uchun bu miqdor juda kichik qiymatga ega ekanligi ma'lum bo'ladi.

Shunday qilib, mikrozzarrachalarning taqsimlanish ehtimolligi ham to'lqinsimon harakat qonunlari orqali ifodalanishi mumkin. Bunda mikrozzarrachalarning harakat trayektoriyasi korpuskular va to'lqin tabiatga ega ekanligi namoyon bo'ladi. Ko'pgina hollarda De-Broyl to'lqinlari – **to'lqin ehtimolliklari** deb ataladi.

2.8. KVANT MEXANIKASI. SHREDINGER TENGLAMASI

De-Broyl tenglamasi mikrozarrachalar harakatining mexanikasini ochishga asos bo'ldi. 1925–1926-yillarda Geyzenberg va Shredinger – bir-birlaridan mutlaqo bexabar holda harakat mexanikasining ikki variantini taklif qildilar. Keyinchalik bu ikki variant ham to'g'ri deb topildi. Shredinger usuli mikrozarrachalar harakatini hisoblashda juda qulay bo'lib qoldi. Shuning uchun atom va molekullarning tuzilish nazariyasi shu usulga asoslandi. Mikroobyektlar mexanikasi – kvant mexanikasi nomi bilan ataladi va Nyuton qonunlariga bog'liq ravishda talqin qilinadi. Oddiy zarrachalarning harakati esa klassik mexanikaga bog'lanadi.

Shredinger tenglamasi differensial tenglama bo'lib, atom-molekular ta'limotni o'rganishda qo'llaniladi. Chunonchi, bitta zarracha uchun Shredinger tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$-\frac{h^2}{8\pi^2m}\left[\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}\right] + U\varphi = E\varphi \quad (2.41)$$

bu yerda h – Plank doimiysi; m – zarracha massasi, U – potensial energiya, e – to'lqin energiyasi; x, y, z – koordinatalar.

Bu tenglamadagi o'zgaruvchan φ – to'lqin funksiyasi deyiladi. φ – ma'lum fizik ma'noga ega bo'lib, zarrachalarning sistemaning V – hajmida bo'la olish ehtimoliligini, ya'ni elektron buluti zichligini ifodalaydi. Fizik ma'nosiga ko'ra to'lqin funksiya maksimal, uzluksiz va bir qiymatli bo'lib, zarracha mavjud bo'la olmaydigan holatda u nolga teng bo'lishi mumkin. Masalan, elektronning yadrodan cheksiz katta masofada bo'lgan holatini nazarda tutsak, φ ning qiymati bu holda nolga teng bo'ladi.

Ma'lum E energiyaga va xossaga ega bo'lgan atom hamda molekullar tuzilish nazariyasi haqidagi masalani hal qilishda Shredinger tenglamasidagi funksiyani aniqlashning o'zi kifoya. Biroq ko'pgina hollarda Shredinger tenglamasi ancha qiyin matematik masala hisoblanadi. Atom va molekullarni kvant mexanik asosda tushuntirish uchun alohida birlik sistemasi qabul qilingan. Bu sistema foydalanilayotgan va olinayotgan tenglamalarni yozishni birmuncha soddalashtirish imkonini beradi. Bu sistemada uzunlik birligi qilib vodorod atomida harakatlanayotgan elektron radiusi

qabul qilingan, ya'ni $a_0 = \frac{h}{m_e v} = 0,529 \text{ nm}$ energiya birligi qilib, ana shu orbitadagi elektronning potensial energiyasi, ya'ni $E = \frac{m_e v^4}{n^2} = \frac{e^2}{a_0} = 27,2 \text{ ev}$ qabul qilingan.

Elektr zaryadi va massa birligi qilib, elektron massasi va zaryadi qabul qilingan. Bu birliklar ingliz olimi Xartri tomonidan taklif qilangani uchun **Xartri birliklari** yoki **atom birliklari** deb yuritiladi.

Atom birliklaridan foydalanib bitta elektron uchun Shredinger tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$-\frac{1}{2}\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}\right) + U\varphi = E\varphi \quad (2.41a)$$

Bu yerda: U – potensial energiya, E – umumiy energiya, x, y, z – koordinatalar.

Differensial to'liqin tenglamasida kvant mexanikasi tushunchasi umumiy tushunchalardan keskin farq qiladi. Kvant mexanikasi zarrachalarning trayektoriyasi, koordinatalari va ma'lum bir holatdagi tezliklar tushunchasini ifodalamasdan, balki zarrachalarni bo'la olish ehtimolligini ko'rsatadi. Lekin kvant mexanikasida zarrachalarning impuls momenti, energiyasi va massa miqdorlari saqlanib qolgan.

Kvant mexanikasidagi asosiy holatlardan biri Geyzenberg tomonidan kashf qilingan noaniqlik prinsipidir. Bu prinsipga muvofiq bir vaqtning o'zida zarrachalarning holatini va uning impulsi $P = mv$ ni bir-biriga nisbatan aniqlab bo'lmaydi. Agar zarrachalarning turgan o'rni (koordinatalari) qanchalik aniq o'lchansa, shunchalik uning impulsi noaniq yoki aksincha, qanchalik impuls aniq bo'lsa, shunchalik ularning joylashgan o'rni noaniq bo'ladi. U holda noaniqlik nisbatlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

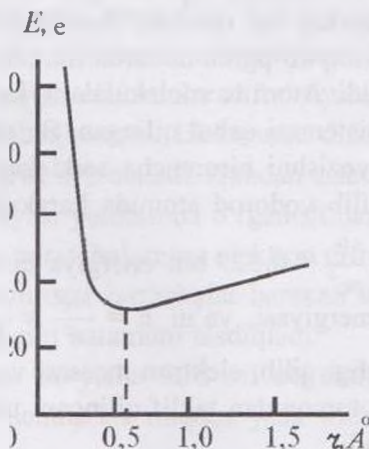
$$\Delta X \cdot \Delta P_x \geq h \quad (2.42)$$

Yoki

$$\Delta X \cdot \Delta V_x \geq \frac{h}{m} \quad (2.43)$$

bu yerda ΔX – zarrachalarning noaniqlik holatlari (ya'ni, kuzatilayotgan vaqtdagi X o'qidagi joylashgan o'rni), ΔP_x va ΔV_x – X o'qi bo'yicha zarrachalarning tezligi va impulsdagi noaniqlik miqdorlari.

Xuddi shunga o'xshash nisbatlarni y va z o'qlari bo'yicha ham yozishimiz mumkin. Bunday noaniqlik nisbatlari ko'pgina hodisalarni oson izohlab beradi. Bunga misol qilib vodorod atomidagi elektron harakatining noaniqlik darajasini ko'rib chiqamiz. Agar elektron harakati r – radius ichida sodir bo'ladi deb hisoblasak, u holda noaniq harakati r ga teng deb qabul qilinishi mumkin.



2.12-rasm. Elektronning energiyasi bilan harakatlana oladigan radiusi orasidagi bog'lanish.

Bu yerda yuqoridagi tenglamaga asosan elektron minimal noaniqligi ΔP_{nm} elektron impulsi P ga teng bo'lgan holatda $\Delta X \cdot \Delta P_x \geq h$ ga baravar deb olishimiz mumkin (2.42). Bizga ma'lumki impuls qiymati noaniqlik qiymatidan kichik bo'lishi mumkin emas. Shuning uchun impulsning minimal qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \frac{h}{r} \quad (2.44)$$

Elektron energiyasi $\frac{p^2}{2me}$ qiymat asosida hosil bo'lgan kinetik energiya bilan yadrodan r – masofada mavjud bo'lgan $\frac{e^2}{2}$ potensial energiya yig'indisiga teng bo'ladi. Bu holda vodorod atomidagi elektronning umumiy energiyasi E quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$E = \left(\frac{h^2}{2me \cdot r} \right) - \left(\frac{e^2}{r} \right) \quad (2.45)$$

Elektronning umumiy energiyasi E bilan radiusi r orasidagi bog'lanish 2.12-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, E minimal qiymatga ega bo'lganda r_0 qiymatini oson topishimiz mumkin, chunki minimum nuqtasida $d = 0$ ga teng bo'ladi. Yuqoridagi tenglamani differensiallab,

$$\left(\frac{h}{me \cdot r_0} \right) + e^2 = 0 \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Tenglamadan h^2

$$R = \left(\frac{h^2}{m_e \cdot e^2} \right) \text{ bo'ladi.} \quad (2.46)$$

Topilgan r_0 qiymatini (2.45) tenglamaga qo'yib, vodorod atomidagi elektronning minimal energiya qiymatini topishimiz mumkin:

$$E_{\min} = -\left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{m^e \cdot e^4}{h^2} \right) \quad (2.47)$$

Olingan natijalar chuqur ma'noga ega. Klassik tasavvurlarga asosan elektron yadroga qulab tushgan vaqtda uning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi. Lekin kvant mehanikasi elektronning tinch holatdagi emas, balki r_0 bo'lgan chegaradagi energiyasi minimal qiymatga ega ekanligini ko'rsatadi. Bunday holatda esa by chegara ichida elektronning aniq holatini tavsiylash mumkin emas.

Shuning uchun, $r < r_0$ bo'lganda elektron energiyasi ortib boradi. (2.46) va (2.47) tenglamalarni tenglashtirib r_0 ning qiymati birinchi orbita radiusi qiymatiga teng ekanligini ko'rishimiz mumkin (2.12-rasm).

(2.47) va (2.21) tenglamalarni taqqoslab esa noaniqlik nisbati asosida topilgan E ning qiymati Bor nazariyasida ko'rsatilgan va vodorod spektrini tekshirish natijasida topilgan vodorod atomidagi elektronning minimal qiymatiga mos kelishi aniqlangan.

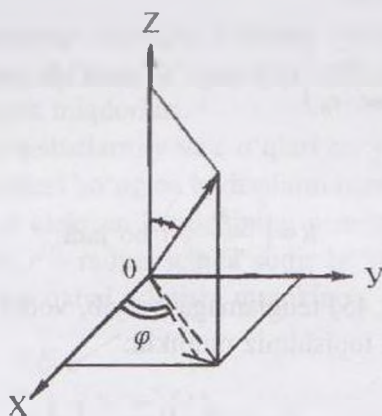
Yuqorida keltirilgan xulosalar taxminiydir, chunki elektronning atomdagi harakatini aniq sfera bo'ylab chegaralab bo'lmaydi. Shunga qaramasdan bu xulosalar, elek-

tron nima uchun yadroga qulab tushmasligi va uning energiyasi minimal qiymatga ega ekanligini izohlab berishda katta ahamiyatga ega. Vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasi yechilganda ham xuddi shunday natijalar olinishi mumkin. Lekin buning uchun murakkab elektron hisoblash mashinalaridan foydalanish talab etiladi.

2.9. VODOROD ATOMINING TUZILISHINI KVANT-MEXANIK NAZARIYA ASOSIDA TUSHUNTIRISH

Vodorod atomi juda sodda tuzilgan bo'lib, uning yadro maydonida bittagina elektron harakatlanadi. Bunday holatda Shredinger tenglamasiga muvofiq potensial energiya U funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U = -\left(\frac{e^2}{r}\right) \quad (2.48)$$



2.13-rasm. Qutb koordinatalar sistemasi.

(2.48) tenglamaning yechimi murakkab matematik masala bo'lgani sababli uni bu yerda ko'rib chiqish imkoni yo'q. Shuning uchun tenglama yechimining asosiy xossalari va fizik ma'nolarinigina belgilab chiqamiz. Bunday masaladagi elektron harakatini markazi atom yadrosiga mos keladigan qutblangan sistema koordinatalarida kuzatish birmuncha qulay (2.13-rasm).

Agar, to'g'ri burchakli sistema koordinatalarida zarrachalarning holati x , y va z bilan berilsa, qutblangan sistemada vektor radius r – (markazdan olingan masofa) burchagi (kenglik burchagi) va ϕ bilan belgilanadi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, qutbli koordinatalar to'g'ri burchakli koordinatalar bilan quyidagi nisbatda bog'langan:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \sin\theta \cos\phi \\ y &= r \cdot \sin\theta \sin\phi \\ z &= r \cdot \cos\theta \end{aligned} \quad (2.49)$$

U holda φ – funksiyasini faqatgina bitta argumentga bog'liq bolgan uch funksiya ko'paytmasi deb olish mumkin:

$$\varphi = \{r, \theta, \varphi\} = R(r)\Theta(\theta)F(\varphi)$$

$R(r)$ to'liqin funksiyasining radial qismi, $\Theta(\theta)F(\varphi)$ ko'paytma esa L ning **burchak qismi** deb ataladi.

Uchinchi darajali ifodaning hosil bo'lishi, butun sonli qiymatlarga ega bo'lgan masalani yechishda uchta miqdorning hosil bo'lishiga, ya'ni uchta kvant sonining hosil bo'lishiga olib keladi va n, l, m harflari bilan belgilanadi. Bu miqdorlar to'liqin funksiyasini tashkil qilgan radial va burchaksimon miqdorlarni ifodalaydi. Umumiy ko'rinishda vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasini yechish natijalari quyidagicha ifodalanadi:

$$R(r) = f_1(n, l); \Theta(\theta) = f_2(l, m); F(\varphi) = f_3(m, l) \quad (2.50)$$

Kvant sonlar n, l, m va m_s esa quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi:

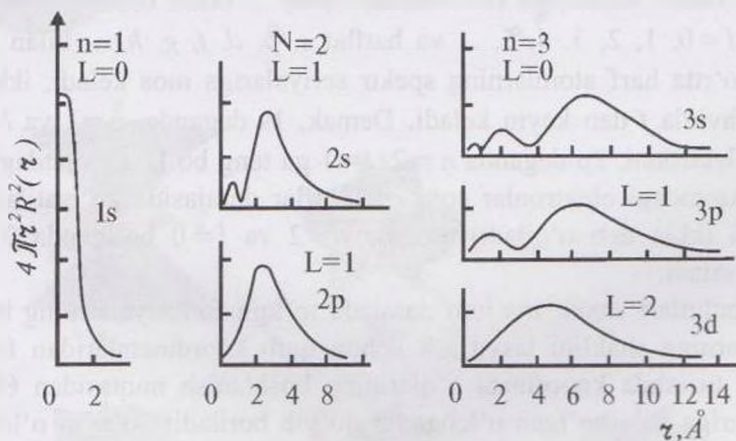
$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, \infty$$

$$l = 0, +1, +2, +3, +4, \dots, (n-1)$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots, \pm l$$

$$m_s = \pm 1/2$$

Ushbu kvant sonlar faqat vodorod atomidagi elektron harakatinigina emas, balki boshqa har qanday atomlardagi elektronlar harakatini ham ifodalaydi.



2.14-rasm. Turli holatdagi vodorod atomi elektronlarining radial taqsimlanish ehtimolligining ko'rinishi.

(2.50) tenglamadan ko'rinib turibdiki, R – funksiya n va l kvant sonlarini o'z ichiga olgan. Shuning uchun R – funksiya atomlardagi elektronlar bo'la olishi-ning radial taqsimlanish ehtimolligini belgilaydi. Bu funksiyalarning vodorod atomi

uchun grafik tasviri 2.14-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda kordinata o'qlari bo'y $R^2(r)$ ning $4\pi r^2$ ga ko'paytirilgan qiymatlari qo'yilgan. Bu ko'paytmani kiritish maqsad qutbli sistema koordinatidagi element hajmi dV ni dr qalinlikka ega bo'l qatlamdagi sharning hajmi deb qarash mumkin:

$$dV=4\pi r^2 dr$$

φ^2 funksiyani $4\pi r^2$ ga ko'paytirib, hajm birligiga nisbatan emas, balki at yadrosi orasidagi masofa birligiga nisbatan olingan radial taqsimlangan elektron zichligi ehtimolligini keltirib chiqaramiz.

Keyinchalik Bor-Zommerfeldlarning elektron ma'lum bir orbita bo'ylab harak lanishi nazariyalari kvant-mexanik nazariya bilan almashtirildi. Bu nazariyaga n vofiq elektron atom hajmining har qaysi nuqtasida bo'lishi mumkin-u, lekin uni yadro atrofidagi fazoning hamma joyida bo'lish ehtimolligi birdek bo'lmaydi. D mak, orbita elektron harakatlanadigan oddiy yo'l emas, balki u elektronning bo'l turish ehtimolligi eng yuqori bo'lgan fazoviy o'midir. Yadro atrofidagi fazoda ele tronning orbita bo'ylab harakatlanib turish ehtimolligini aks ettiradigan manzara quyuq va siyrak sohalarga ega bo'lgan elektron bulut deb tasavvur qilsak, unir shakli orbital nomli maxsus φ^2 funksiyalar bilan tasvirlana oladi. Endilikda o bital atamasi orbita o'rnida ishlatiladi va atomda elektronning harakati o'ziga xc ma'lum to'lqin funksiya bilan belgilanadi.

Atomdagi elektronlarning holatini quyidagicha belgilash qabul qilingan: bos kvant soni n butun sonlar, ya'ni $n=1, 2, 3, 4, \dots$ bilan orbital kvant soni l es butun sonlar $l=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ va harflar $s, p, d, f, g, h, \dots$ bilan belgilanadi

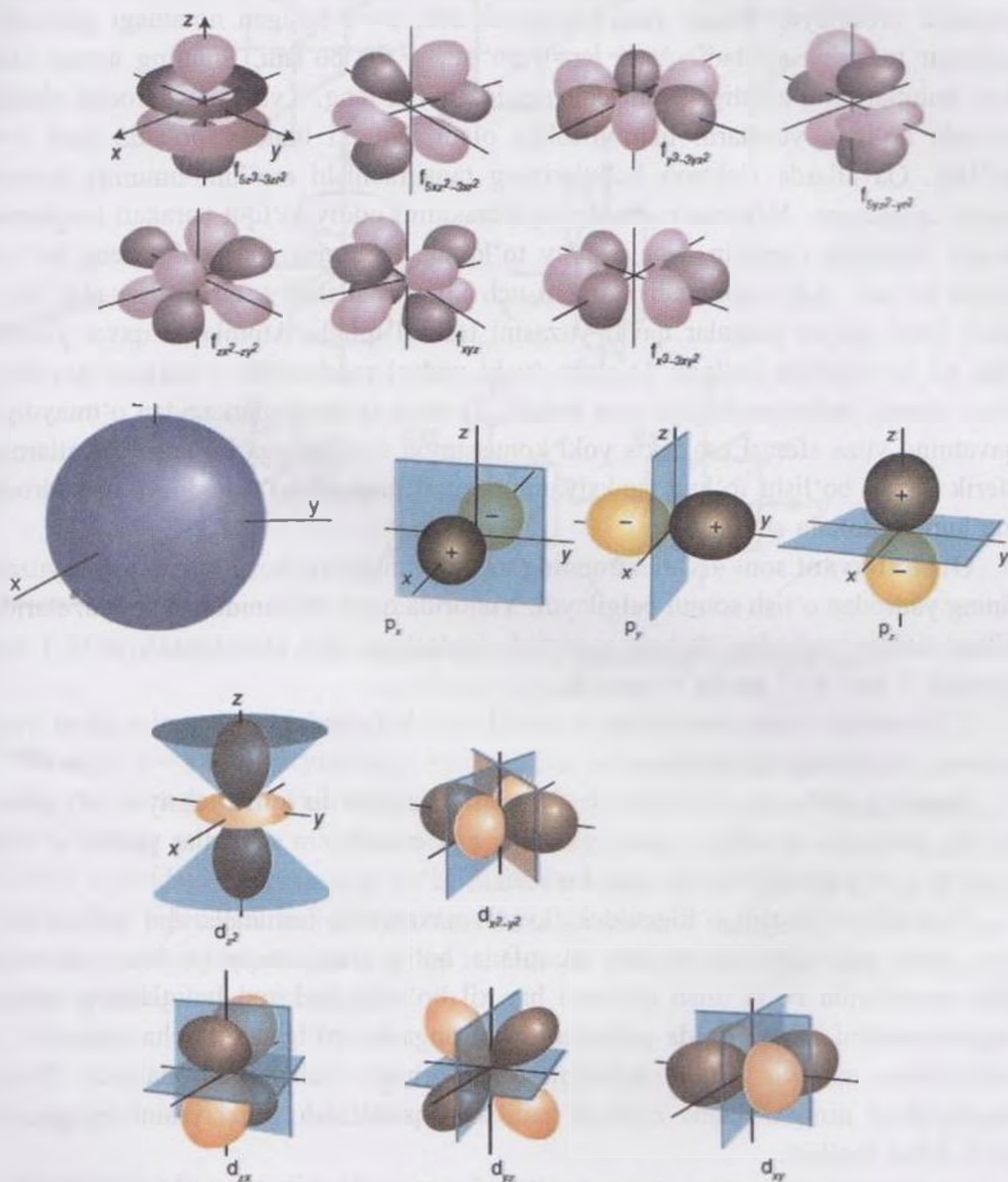
Birinci to'rtta harf atomlarning spektr seriyalariga mos keladi, ikkita oxirgi g va h harfi alfavitda f dan keyin keladi. Demak, $1s$ deganda, $n=1$ va $l=0$ ga teng bo'lgandagi elektronni, $2p$ deganda $n=2, l=1$ ga teng bo'lgan holatdagi elektronlar tushuniladi. Atomdagi elektronlar soni esa harflar darajasida ko'rsatiladi. Masalan $2s^2$ («ikki ES ikki» deb o'qiladi) atomda $n=2$ va $l=0$ bo'lganda 2 ta elektron borligini ko'rsatadi.

Elektron bulutlari shakli ma'lum darajada to'lqin funksiyalarining burchaklarini aniqlaydi. Ularning shaklini tasvirlash uchun qutb koordinataridan foydalaniladi. Diagrammani tuzishda kordinata o'qlarining boshlanish nuqtasidan $\Theta(\theta)F(\varphi)$ lar- ning miqdorlariga mos bo'lgan o'lchamlar qo'yib boriladi. So'nggi o'lcham bo'lagi orbitalning shaklini ko'rsatadi. Ko'p hollarda qutblararo diagramma $\Theta(\theta)F(\varphi)$ qiy- matlari orqali emas, balki ularning kvadratlari orqali belgilanadi.

Bundan tashqari, elektron bulutlari shakli ichida katta qismni (95%ni) egallagan bulutlarni chegaralagan yuza orqali ham ko'rsatish mumkin. Agar rasmda to'lqin funksiyaning aniq miqdorini ko'rsatish talab qilinsa, u holda φ (yoki φ^2) uchun nuqtalarni birlashtiruvchi kontur diagrammalardan foydalaniladi.

2.10. ATOM ELEKTRONLARINING KVANT SONI

Kvant sonlari faqat vodorod atomidagi elektronningina emas, balki har qanday elektronlar harakatining fazoviy yonalishini ham ifodalaydi. Kvant sonlari elementlarning xossalari va kimyoviy bog'lanish tabiatini o'rganishda katta rol o'ynaydi. Shu sababli ularning ma'nosini chuqur anglab olish, zarur bo'lganda ularni nazariy va amaliy maqsadlarda qo'llashni bilish talab etiladi.



2.15-rasm. s, p, d, f orbitallarining sirt ko'rinishi.

Hozirgi vaqtda elektron holatini to'rtta kvant son bilan belgilash qabul qilingan. Bular bosh kvant soni « n », orbital kvant soni « l », magnit kvant soni « m », spin kvant soni « m_s » dir (2.15-rasm).

Kvant sonlari n , l , m , va m_s elektron bulutlarning geometrik shakllari bir-biridan farq qilishini hamda elektron harakatining fizik ma'nosini anglatadi.

Bosh kvant soni « n » qiymati 1 dan ∞ gacha bo'lgan butun sonlarga teng bo'ladi. Bosh kvant son atomdagi elektron qavatini, yoki ma'lum energetik pog'ona yuzasini tavsiflaydi. Kvant yuza chegarasi deb, $\varphi=0$ bo'lgan holatdagi geometrik nuqtalar turlariga aytiladi. Agar ($\varphi=0$ bo'lsa, $\varphi^2=0$ bo'ladi. Shuning uchun elektron bulutlarining zichligi kvant chegarasida nolga teng. Kvantlar yadrodan cheksiz uzoqda bo'lgan yuzalarni ham hisobga oladi, chunki bunday holatda ham $\varphi=0$ bo'ladi. Qavatlarda elektron bulutlarining taqsimlanishi ma'lum umumiy qonuniyatga asoslangan. Mikrozarxalarning harakatini oddiy to'liqin harakati tenglamasi orqali ifodalash mumkin. Har qanday to'liqinda tebranish soni nolga teng bo'lgan nuqta bo'ladi. Agar tebranish jarayoni uch xil yo'nalishda sodir bo'lsa, ular birgalikda hosil qilgan nuqtalar qavat yuzasini tashkil qiladi. Atomlarda qavat yuzalari ikki xil ko'rinishda bo'ladi: 1) atom (yoki yadro) markazidan o'tadigan qavatning yuza sferasi yadro markaziga mos keladi; 2) atom (yadro) markazidan o'tmaydigan qavatning yuza sferasi esa tekis yoki konussimon shaklga ega bo'ladi. Qavatlarining sferik yuzali bo'lishi to'liqin funksiyaning radial qismini ko'rsatadi, ya'ni yadrodan ma'lum masofada $\varphi=0$ bo'ladi.

Orbital kvant soni « l » elektronning to'liqin funksiyasi hosil qilgan qavat yuzalarining yadrodan o'tish sonini belgilaydi. Yuqorida qayd etilganidek qavat yuzalaridan bittasi doimo yadrodan cheksiz masofada joylashgan deb hisoblanadi, ya'ni 1 ning qiymati 0 dan $n-1$ gacha o'zgaradi.

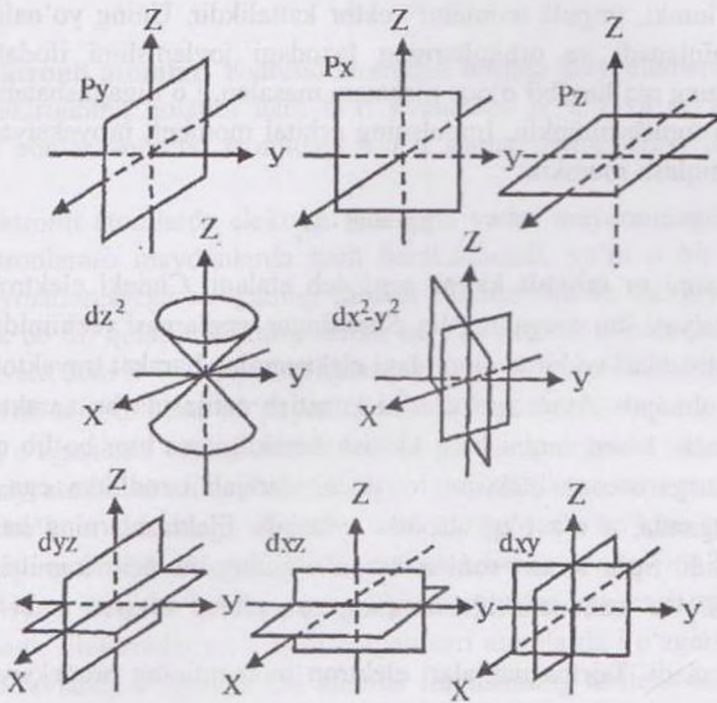
2.16-rasmda atom markazidan o'tuvchi turli holatlardagi elektronlar qavat yuzalarining joylanishi ko'rsatilgan.

Shunday qilib, « l » orbitalar ($l=0$) sferik (burchak to'liqin funksiyasi o'zgarmas bo'lib, yadrodan o'tadigan qavat uzalarga ega emas), r – orbitalar gantel, d – orbitalar to'rt parrakli shaklga ega bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kvant mexanikasi tushunchasiga asosan elektron atom yadrodan har qanday masofada bo'la olishi mumkin, lekin atomning turli nuqtalarida bo'la olish ehtimoli har xil bo'ladi. Elektron bulutlarning atomda taqsimlanishini bilgan holda yadrodan elektrongacha bo'lgan o'rtacha masofani hisoblashimiz mumkin. Bu o'rtacha masofa r orbital o'lchamini ifodalaydi. Shunga asoslanib, r ning o'rtacha qiymati radikal taqsimlanish funksiyasini integrallash yo'li bilan topiladi.

$r_{o'rt}$ qiymati n va l miqdorlar orqali aniqlanadi. Vodorod atomidagi elektron va vodorodga o'xshash ionlar elektronlari uchun bu bog'lanish quyidagi nisbatda bo'ladi:

$$r_{o' rta} = \frac{d_0 n^2}{z} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[1 - \frac{l(l+1)}{n^2} \right] \right\} \quad (2.51)$$



2.16-rasm. Atom markazidan o'tuvchi turli holatlardagi elektronlar qavat yuzalarining joylashishi.

Bu yerda z – yadro zaryadi; d_0 – birinchi Bor orbitasining diametri.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, r ning miqdori taxminan n^2 ga proporsionaldir. Shuning uchun n miqdori orbital o'lchamini aniqlaydi deb aytish mumkin. Vodorod atomidagi elektronning bo'la olish ehtimolining $1s$, $1p$, $3d$, $4f$ va hokazo holatlari Bor orbitallari radiuslariga mos keladi. Vodorod atomidagi elektron energiyasi faqat n ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. U holda Shredinger tenglamasining yechimi quyidagi ifodani beradi:

$$E = -\left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{m \cdot e^2 \cdot z^2}{n^2 \cdot h^2} \right) \quad (2.52)$$

Bu tenglama Bor nazariyasiga mos keladi. Vodorod atomidagi elektronning asosiy xarakteristikasi – energiyasi « n » bilan belgilanganligi sababli uni **bosh kvant soni** deb yuritish qabul qilingan.

Orbital kvant soni « l » elektron impulsi orbital momenti « M »ning miqdorini belgilaydi, ya'ni:

$$M = h\sqrt{l(l+1)}$$

Bizga ma'lumki, impuls momenti vektor kattalikdir. Uning yo'nalishi m_l kvant soni bilan aniqlanadi va orbitallarning fazodagi joylanishini ifodalaydi. Vektor yo'nalishini uning ma'lum bir o'qqa nisbatan, masalan, z o'qiga nisbatan proyeksiyasi miqdori orqali topish mumkin. Impulsning orbital momenti proyeksiyasini quyidagi nisbat bilan aniqlash mumkin:

$$M_z = h \cdot m_l$$

Bu kvant soni **m magnit kvant soni** deb ataladi. Chunki elektron orbitalning magnit proyeksiyasi shu songa bog'liq. Shredinger tenglamasi yechimida ko'rsatilgan n , l va m kvant sonlari vodorod atomidagi elektronning harakat trayektoriyasini to'liq belgilab bera olmaydi. Atom spektrlarini kuzatish natijasida bu xarakteristikalaridan tashqari to'rtinchi kvant sonini ham kiritish kerakligi ma'lum bo'lib qoldi. Chunki tajriba natijalariga asosan elektron to'rtinchi darajali ozodlikka ega, ya'ni oddiy so'z bilan aytganda, u o'z o'qi atrofida aylanadi. Elektronlarning harakati «spin» bilan belgilanadi. **Spin kvant soni** elektron o'zining moment impulsiga ega ekanligini bildiradi. Bu tushuncha elektronning zaryadi va massasi kabi uning asosiy xossasi hisoblanadi. Tajriba natijalari elektron momentining proyeksiyasi, faqat ikkita qiymatga $\left(+\frac{1}{2}n \text{ va } -\frac{1}{2}n\right)$ elektronning turli yo'nalishi bo'yicha aylanishini bildiradi. Ravshanki, spin kvant son m_s – faqat ikkita qiymatga $\left(+\frac{1}{2} \text{ va } -\frac{1}{2}\right)$ ega bo'ladi. Spin kvant sonlarini to'liqin funksiya orqali belgilash uchun unga ko'paytirgichlar kiritiladi.

Demak, to'rttala kvant sonlari n , l , m , m_s atomdagi elektronning harakatini to'liq tavsiflaydi. Elektronning harakatini bulardan boshqa birliklarda ifodalab bo'lmaydi. Zero, vodorod atomidagi elektronning energiyasi n miqdori bilan belgilanadi-yu, boshqa kvant sonlariga bog'liq bo'lmaydi. Bundan bir xil energiyaga ega bo'lgan elektronlar turli holatlarda bo'lishi mumkin, degan xulosa kelib chiqadi. Qanday holatlardagi elektronlar «tug'ma» elektronlar deb ataladi. Elektronlarning bunday tug'ma holatlari tashqi elektr yoki magnit maydoni ta'sirida yo'qotilishi mumkin. Bosh kvant soni n bir xil qiymatga, l , m va m_s turli qiymatga ega bo'lgan holatdagi elektronlarga tashqi maydon ta'siri turlicha bo'ladi. Natijada bunday holatdagi elektronlarning energiyasi har xil qiymatga ega bo'lib qoladi. Buni magnit yoki elektr maydonlari ta'sirida spektr chiziqlarining nurlanishi bilan tushuntirish mumkin (Shtark va Zeyman effektlari).

Vodorod atomi uchun yuqorida aytilgan fikrlarni xuddi shunga o'xshash bitta elektronli sistemalar $-\text{He}^+$, Li^+ va ionlar uchun ham qo'llash mumkin. Bunday holda elektron energiyasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = -\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{m_e Q^2}{n^2 \cdot \pi^2}\right) \quad (2.52, a)$$

Ko'p elektronli atomlar. Vodorod atomidan boshqa ko'p elementli atomlardagi har qaysi elektronning holatini ham to'rt kvant son p , l , t va m_l bilan belgilash mumkin. Bu sonlar vodorod atomidagi kvant sonlar qiymatlariga teng deb qabul qilinadi.

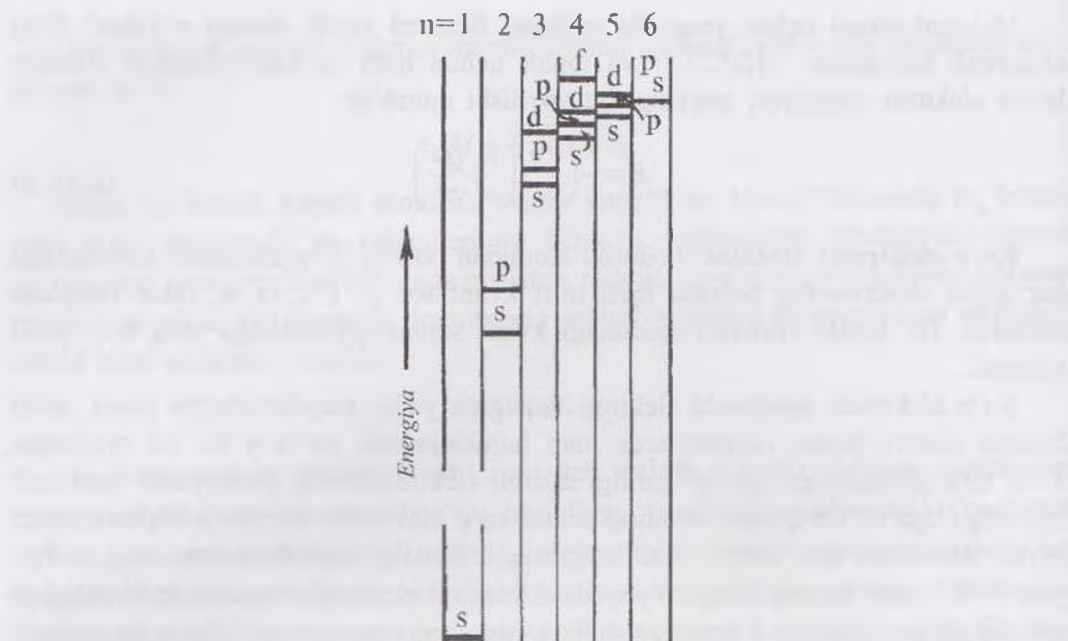
Ko'p elektronli atomlarda elektron faqatgina yadro maydonidagina emas, balki boshqa elektronlararo maydonlarda ham harakatlanadi, ya'ni n bir xil qiymatga, l esa turli qiymatlarga ega bo'lganligi sababli elektronlarning energiyalari ham turli qiymatga ega bo'lib qoladi. Shuning uchun ko'p elektronli atomlarda elektron energiyasi ikki kvant soni n va l bilan belgilanadi. Bunday holatda elektronning energiyasi n va l ortib borishi bilan ko'payadi. Atomdagi elektronlar soni ortib borishidagi energiyaning o'zgarishi l ortib borishidagi energiyaga qaraganda birmuncha sezilarli bo'ladi. Natriy atomidan chiqarib yuborilgan elektronning kvant sonlari $n=3$, $l=0$ (3s)ga teng bo'lgan qavatdagi va $n=3$, $l=1$ (3s)ga teng bo'lgan qavatdagi energiyalarning ayirmasi 2,1 eVga teng. Bu miqdor kvant sonlari $n=3$, $l=0$ (3s) va $g=4$, $l=0$ (4s) ga teng bo'lgan qavatlardagi energiyalar ayirmasi miqdori (3,1 eV) ga yaqinlashadi. Elektronlar soni ortib borgan sari atomlarda l o'zgarishi bilan energiya sezilarli ravishda o'zgaradi. Bu atomlar tuzilishining turlicha bo'lishi bilan tushuntiriladi. Umuman, ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarning o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin va qavatlari energiyalari jihatidan bir-biridan kam farq qilib, n , p qavatlari nisbatan kichkina qiymatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, energiyaning ortib borishi quyidagi energetik qavatlar tartibida tavsiflanadi:

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

2.17- rasmda ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarning nisbiy joylanish sxemasi ko'rsatilgan. Keltirilgan sxema taxminiy bo'lib, bir atomdan ikkinchi atomga o'tgan sari energetik qavatlarning joylanishi sezilarli o'zgarib boradi. Ko'p elektronli atomlarda elektronlarning holatlari Pauli prinsipi asosidagi kvant-mexanik qonunga javob beradi. Ushbu prinsipga muvofiq atom va molekular sistemada to'rttala kvant sonlar bir-biriga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Pauli prinsipi atomda bosh kvant soni n ma'lum qiymatga ega bo'lgan elektronlar sonini cheklab qo'yadi.

Agar $n=1$ bo'lsa, u holda $l=0$ va $m=0$ ga ega bo'ladi. Shuning uchun $n=1$ ga teng bo'lganda elektronlar bir-biridan spin kvant sonlari bilan farq qiladi. Shunday qilib, atomda bosh kvant soni $n=1$ bo'lgan ikki elektron bo'lishi mumkin.



2.17-rasm. Ko'p elektronli atomlarda energetik pog'onalarining joylanishi.

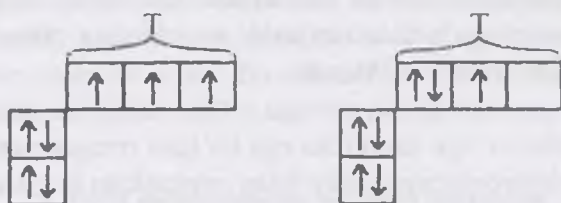
	n	l	m	m_s
1-elektron	1	0	0	$\left(+\frac{1}{2}\right)$
2-elektron	1	0	0	$\left(-\frac{1}{2}\right)$

Shunga o'xshash $n=2$ bo'lgan holatda kvant sonlari bir-biriga o'xshash bo'lmagan 8 elektronning borligini kuzatishimiz mumkin:

n	l	m	m_s	n	l	m	m_s
2	0	0	$+1/2$	2	1	0	$+1/2$
2	0	0	$-1/2$	2	1	0	$-1/2$
2	1	+1	$+1/2$	2	1	+1	$+1/2$
2	1	-1	$-1/2$	2	1	+1	$-1/2$

Xuddi shu usul bilan bosh kvant soni $n=2$ ga teng bo'lganda elektronlarning maksimal soni ko'pi bilan 18 ga, $n=4$ bo'lganda 32 ga teng ekanligini hisoblab topish mumkin. Umuman, bosh kvant son n qiymatga ega bo'lsa, elektronlarning eng ko'p soni $2n^2$ ga teng bo'ladi. Bosh kvant son n ning qiymati elektronlarning yadrogacha bo'lgan o'rtacha masofasini belgilaydi, shu sababli bir xil qiymatga ega bo'lgan elektronlar yig'indisi *elektron qavat* deb ataladi (elektron qavatlarni belgilash yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi).

n qavatda orbital kvant soni, l ning qiymatlari 0 dan $(n-1)$ ga qadar bo'lishi mumkin. Yuqorida ko'rsatilganidek, har qaysi qavatdagi maksimal elektronlar soni l^2 ga teng bo'lgani uchun, ya'ni birinchi qavatda ko'pi bilan 2 ta, ikkinchi qavatda 8 ta vahokazo elektron bo'ladi. Shunga muvofiq, har qaysi qavatlardagi elektronlarning eng ko'p soni esa $2(2l+1)g_s$ teng bo'ladi. Agar s qavatchada bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan 2 ta elektron bo'lishi mumkin bo'lsa, p qavatchada elektronlar soni oltita bo'ladi. U holda elektronlar spinlari qanday taqsimlanadi, degan savol tug'iladi. Masalan: azot atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^3$ formulaga ega (ya'ni, birinchi qavatda 2 ta, ikkinchi qavatda 5 ta) bo'ladi. Bu formulaga asosan elektronlarni ikki xil variantda joylashtirish mumkin:



Har qaysi yacheykalar malum orbitalga mos keladi, ya'ni har qaysi orbitalda bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan ikki elektron joylanishi mumkin. Birinchi sxemada pelektronlar turli m_l qiymatga, ikkinchi sxemada esa ikkita elektronda m_l qiymati bir xil. Shunga o'xshash ko'pgina elementlarda elektronlarning joylanishlar soni 5 ga teng bo'lgani uchun d qavatchada 10 ta, f qavatchalar soni 7 ga teng bo'lgani uchun f qavatchada 14 ta elektron joylashishi mumkin.

Kvant-mexanika va spektr analiz natijalari shuni ko'rsatadiki, kam energetik holatga ega bo'lgan atomlarda kvant yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi quyidagicha sodir bo'ladi: kvant yacheykalarga elektronlar taqsimlanishida, birinchi navbatda, ular magnit kvant m_l soni turli qiymatlarga ega bo'lgan elektronlar bilan to'ldi, keyinchalik elektronlar ko'payib borishi natijasida yacheykalarda spini qarama-qarshi bo'lgan elektronlar joylashadi. Energetik yacheykalarning elektronlar bilan to'lishida ularning spin kvant sonlari yig'indisi eng yuqori qiymatga ega bo'lishiga intiladi. Bu Gund **qoidasi** deb ataladi. Yacheykalarning elektronlar bilan to'lib borishi elementlarning fizik va kimyoviy xossalari davriy o'zgarishini vujudga keltiradi.

Atom spektrlarining hosil bo'lishi

Agar atomlarga tashqaridan hech qanday ta'sir bo'lmasa, u holda elektronlar eng kam energiyaga ega holatda bo'ladi. Bunday holat atomning **normal holati** deb ataladi. Agar atomga tashqaridan biror-bir turdagi energiya ta'sir ettirilsa (ya'ni, atomlar o'zaro to'qnashsa, kvant yorug'lik nuri yuttirilsa, issiqlik energiyasi berilsa, elektron yoki neytronlar bilan bombardimon qilinsa va hokazo), bir yoki bir necha elektronlar energiyasi yuqori bo'lgan qavatchalarga o'tadi. Atomning bunday holatini **qo'zg'algan holat** deb ataladi.

Atomlar qo'zg'algan holatda juda qisqa vaqt (10^5-10^8 sek) davomida mav bo'la oladi. So'ngra elektronlar energiyasi kam bo'lgan qavatchalarni egallaydi. N jada elektronlarning bir yacheykadan ikkinchi yacheykaga o'tishi bosqich bilan s bo'ladi. Energiyasi katta bo'lgan qavatdan energiyasi kichik bo'lgan qavatga elekt o'tishi natijasida atom o'zidan kvant nur chiqaradi. Bu nur Plank tenglamasiga r vofiq quyidagicha aniqlanadi:

$$E_2 - E_1 = h\nu \quad (2.1)$$

Ushbu tenglama nurning spektr chiziqlari chastotasini ifodalaydi. Shunday qil har qaysi spektr chiziqlarining hosil bo'lishi elektronning bir energetik qavat Chad ikkinchi energetik qavat Chaga o'tishiga mos keladi. Binobarin, elektronlarning ka qavat Chadan kichik qavat Chaga o'tishi natijasida atomlarning normal holatga aylar shi elementning spektrlari bilan tavsiflanadi.

Elektronning ichki qavatdan tashqi qavatga o'tishi natijasida ko'rinadigan nurnir to'lg'in uzunligidan kichik to'lg'in uzunlikka ega bo'lgan rentgen nurlari hosil bo'laC Bu ichki qavatlardagi elektronlarning yadro bilan mustahkam bog'langanligidan dara beradi. (2.53) tenglamaga muvofiq elektronlarning ko'chib o'tishi yuqori chastotali v kichik to'lg'in uzunligiga ega bo'lgan nurlanish hosil qiladi. Rentgen spektrlari kar chiziqlardan iborat. Ularning chastotalari elektronlar bir elementdan boshqa element ga o'tishi natijasida yadro zaryadlarining ortishi ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi

Atomlarda tashqi elektronlarning ko'chishida energiya kam o'zgaradi va bu ko'zg' ko'rinadigan ultrabinafsha spektrlarⁿng hosil bo'lishiga olib keladi.

Spektr chiziqlarini o'rganish elementlar atomlarining elektron tuzilishi, ya'ni kvant sonlar qiymatini va atomdagi elektronlar energiyasini aniqlashga imkon beradi (odatda, atomlarning elektron tuzilishi deganda ularning oddiy holati tushuniladi).

2.11. IONLANISH ENERGIYASI VA ELEKTRONGA MOYILLIK

Kimyoviy jarayonlarda atomdagi elektronlarning orbitallarda qay darajada mustahkam joylashganligi katta ahamiyatga ega. Buning uchun, atomlarning ionlanish energiyasi tushunchasidan foydalaniladi.

Normal holatda turgan atomlarda bitta elektronning ajralib chiqishi uchun sarf qilingan energiya miqdori *ionlanish energiyasi* deb ataladi. Bu tushuncha molekularlarga ham taalluqlidir. Ionlanish energiyasi miqdorini aniqlashda ham atomdagi elektronlarning energetik qavatlarini aniqlashdagi kabi spektral ma'lumotlardan foydalaniladi.

Qisqa to'lg'inli spektral seriyasi asosiy holatdagi atomlardan elektronlar chiqib ketganda ajralib chiqqan energiyaga mos keladi, ya'ni atomdan elektronni chiqarib yuborish uchun shuncha energiya sarflash kerak bo'ladi. Shunday qilib, ionlanish energiyasini qisqa to'lg'inli spektrlar chastotasidan Plank tenglamasi yordamida hisoblab topish mumkin. Bu energiya eng kichik energetik qavatni ifodalaydi. Ionlanish energiyasini boshqa usullar bilan ham, chunonchi, fotoionlanish va elektronlar orqali

turtish usullari bilan aniqlash mumkin. Ionlatish energiyasi elektron voltlarda (eV) belgilanadi, bu energiya ko'pincha *ionlanish potentsiali* deb ham yuritiladi.

Vodorod atomining ionlanish energiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$J = \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{m \cdot e^4}{h^2}\right) \quad (2.54)$$

(2.54) formuladagi qiymatlarni o'rninga qo'yib hisoblash natijasida $I = 13,60 \text{ eV}$ ga ega bo'lamiz.

Ko'p elektronli atomlarda ionlanish energiyasi ham bir necha $J_1, J_2, J_3 \dots$ qiymatga ega bo'ladi. Bu energiyalar birinchi, ikkinchi, uchinchi va hokazo elektronlarning uzilish energiyasiga mos keladi. Barcha holatlarda va har doim $J_1 < J_2 < J_3 < \dots$ bo'ladi. Chunki uzilib chiqayotgan elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, ionning musbat zaryadi ham shuncha ortadi. Bu esa, o'z navbatida shuncha elektronni o'ziga tortishiga olib keladi.

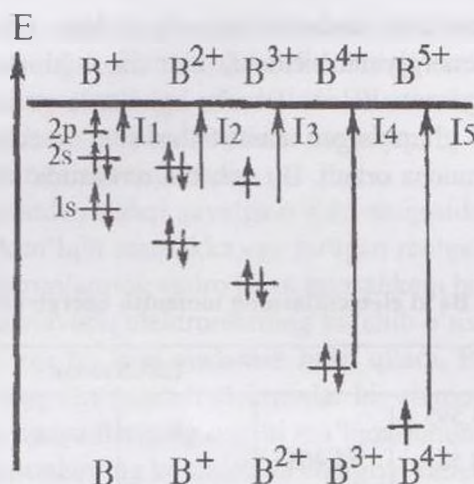
2.1-jadval

Ba'zi elementlarning ionlanish energiyasi

Atom	Elektronlar				
H	13,595				
He	24,581	54,403			
Li	5,390	75,619	122,419		
Be	9,320	18,206	153,850	217,657	
B	8,296	25,149	37,920	259,298	340,127
C	11,256	24,376	47,871	64,48	392,00
N	14,53	25,593	47,426	77,450	97,863
O	13,614	35,146	54,934	77,394	113,873
F	17,418	34,98	62,646	87,23	114,214
Ne	21,559	41,07	63,5	97,16	126,4
Na	5,138	47,29	71,65	98,88	138,60
Mg	7,644	15,031	80,12	109,29	141,23
Al	5,984	18,823	28,44	119,96	153,77
Si	8,149	16,34	33,46	45,13	166,73
P	10,484	19,72	30,156	51,354	65,007
s	10,357	23,4	35,0	47,29	72,5
Cl	13,01	23,80	39,90	53,5	67,80
Al	15,755	27,62	40,90	59,79	75,0
K	4,339	31,81	46,0	60,90	82,6
Ca	6,111	11,868	51,21	67	84,39

2.1- jadvaldan ishqoriy metallar eng kam ionlanish energiyasiga egaligi ko'rinibdi. Bir ionlanish potensialining qiymati, elementda J_1 va J_2 ga o'tganda ionlanish tez o'zgaradi. Masalan, Bor atomidagi 1, 2, 3, elektronlarga nisbatan 4 va 5 elektronlarni uzish uchun o'n barobar ko'p energiya sarf qilinadi. Bu hol elektronlarni qavallarga bo'lishga imkon yaratdi. Bu o'zgarishni jadvaldan ko'rish mumkin.

2.18- rasmda Bor atomi va ionlari uchun pog'onalar energiyasi va ularning $(i=1, 2, 3, 4, 5)$ bo'lgandagi qiymatlari ko'rsatilgan



2.18-rasm. Bor atomi va ionlarining energetik pog'onasi hamda ionlanish energiyasini tasvirlaydigan sxema.

1s va 2s elektronlarning yadro bilan bog'lanish energiyasi ortgan sari ko'payishi, ion radiusining kamayishi va zaryadining ortishi bilan tushuntiriladi. Umuman olganda har qanday atomning ionlanish darajasini hosil qilish mumkin. Lekin kimyogarlarni faqat birinchi ionlanish energiyasi qiziqtiradi, chunki 1 eV $9,664 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$ ga ekvivalentdir. Shuning uchun kimyoviy jarayonlarning energetik effektlari birinchi ionlanish energiyalari bilan o'lchanadi. Haqiqatan ham, energiya yutilishi va ajralishi bilan boradigan kimyoviy jarayonlarda 1 mol moddaga o'nlab, yuzlab Joule energiya sarf bo'lgan yoki ajralib chiqqan bo'lar edi. Masalan, fluor atomidan yettita elektronni chiqarib yuborish uchun $6,276 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$ energiya kerak bo'lgan bo'lar edi. Ravshanki, ionlanish energiyasi atomlarni tavsiflashda katta ahamiyatga ega. Uning qanchalik ahamiyatga ega ekanligini quyidagi misolda yaqqol tasdiqlash mumkin.

1962-yilda Bartlett O_2PtF_6 tarkibli yangi birikma sintez qildi. Nazariy tafsilotlar shuni ko'rsatadiki, bu birikma O^{2+} va $[\text{PtF}_6]^-$ ionlardan tashkil topgan. Shundan so'ng, Bartlett O^{2+} va Xe molekularlarining ionlanish energiyalari miqdori jihatidan bir-biriga yaqinligiga ($12, 2\text{eV}$, $12, 1\text{eV}$) e'tibor berdi va ksenon bilan xuddi shunday birikma olish mumkinligiga ishonch hosil qildi. Haqiqatan ham u Xe bilan $[\text{PtF}_6]$ ni bir-biriga ta'sir ettirib, XePtF_6 birikmasini sintez qildi.

Bu izlanish kimyo fanida inert gazlar birikmalarini olishda katta ahamiyatga ega. Atomda elektronlarni yadro o'z maydonida ushlab turadi. Bu maydon atomga yaqinlashgan boshqa erkin elektronlarni ham tortishi mumkin. Lekin bu erkin elektron atomdagi elektronlarning itarilish kuchiga duch keladi. Nazariy va tajriba natijalari ko'pgina atomlarda qo'shimcha elektronlarning yadroga tortilish energiyasi atomdagi elektronlarning itarilish energiyasidan katta bo'lishini ko'rsatadi. Bunday atomlar o'zlariga tashqaridan bir elektron biriktirib olib, barqaror manfiy zaryadli ion hosil qiladi. Ajralib chiqqan energiya atomning elektronga moyilligi bilan aniqlanadi. Elektronga moyillik ham ionlanish energiyasi kabi elektron voltlarda o'lchanadi.

Kvant-mexanik hisoblashlar ikki va undan ortiq elektronlarning atomga birikishi natijasida hosil bo'lgan itarilish energiyasi har doim tortilish energiyasidan katta ekanligini ko'rsatdi. Shuning uchun atomning elektronga moyilligi ikki va undan ortiq elektronlar uchun manfiy qiymatga ega. Shuning uchun bir atomli ko'p zaryadli manfiy ionlar (O^- , S^- , N_3^- va hokazo) erkin holatda mavjud bo'la olmaydi, ya'ni bunday ionlar molekulada ham, kristallarda ham mavjud emas. Ba'zi moddalar molekulalaridagi Ca^{2+} , S^{2-} , Cu^{2+} , O^{2-} va hokazo ionlarni faqatgina shartli ravishda mavjud deb qarash mumkin. Elektronlarga moyillik hamma atomlar uchun ham ma'lum deb bo'lmaydi, 2.2-jadvalda ba'zi atomlarning elektronga moyilligi qiymatlari keltirilgan.

2.2-jadval

Ba'zi element atomlarining elektronga moyilligi

Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV
H	0,754	O	1,27	Na	0,34—	S	2,08
He	—0,22	^{14}C	0,21	Mg	0,22	Cl	3,61
Li	0,59	F	1,47	Al	0,5	Br	3,37
Be	0,38	Ne	3,45	Si	1,84	J	3,08
B	0,30		0,22	P	0,8	Se	2,02

2.2-jadvaldan elektronga moyillik energiyasiga logenlarda eng yuqori qiymatga egaligi, firdan yodga qarab elektronga moyillik oldin bir necha marta ortishi, keyin esa kamaya borishi ko'rinib turibdi. Bu firdaning elektronga moyilligining yuqoriligi bilan tushuntiriladi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Mavzularning qisqacha mazmuni. Atomlar moddalarning asosiy struktura birligi bo'lib, ko'zga ko'rinmas mayda zarrachalar sifatida mavjud bo'ladilar va sharoit yaratilganda o'zga elementlar bilan birika oladilar. Atomlar **yadrodan** va elektronlardan tashkil topadilar, yadrolar esa, o'z navbatida, **proton va neytronlardan** hamda ular atrofida harakatlanuvchi elektronlarni o'z ichiga oladilar. Elementlarni ularning

atom raqami (yadrodagi protonlar soni) bilan ta'riflash mumkin. **Atomning massa soni** uning yadrosidagi protonlar va neytronlar soni yig'indisidan tashkil topadi.

Atomlar bir-birlari bilan birikib **molekula** hosil qiladilar. Bundan tashqari, atomlar o'zlaridan elektron uzatib yoki ularni biriktirib olib **ionlar** deb ataluvchi zaryadlangan zarralarga aylana oladilar.

O'tilgan mavzularni o'rganishdan maqsad

1. Moddaning fazoviy holatlarini farqlay olish.
2. Elementlar, birikmalar va aralashmalarni bir-biridan ajrata olish.
3. Elementlarning mayda zarrachalarini bilib olish.
4. Moddalarning fizik va kimyoviy xossalarini farqlay olish.

Mashqlar

1. Mis, aluminiy va temir simlarini cho'zish fizikaviy yoki kimyoviy jarayonga kirishini aytib bering.

2. 1807-yili G. Devi kaliy gidroksidini elektroliz qilib oq rangli, reaksiyaga uchta modda olib, uni kaliy elementi deb atashiga qanday ma'lumot asos bo'lgan edi?

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. Quyidagi birikmalardan oddiy moddalar qatorini ko'rsating.
1. H_2S ; 2. SO_2 ; 3. S_8 ; 4. SO_3 ; 5. N_2 ; 6. Tuz; 7. Suv; 8. Shakar; 9. Gafniy; 10. Bo'r; 11. Ohak; 12. Olmos.
A) 1, 3, 5, 7;
B) 3, 7, 11, 12;
C) 3, 5, 9, 12;
D) 4, 5, 7, 8.
2. Quyida keltirilgan ta'riflarning qaysi biri valentlik tushunchasining mohiyatini to'la va to'g'ri ifodalaydi?
A) Ayni element atomining hosil qilgan kovalent bog'lanishlar soni;
B) Ayni element atomidagi toq elektronlar soni;
C) Ayni element atomidagi juft elektronlar soni;
D) Ayni element atomidagi orbitallar soni.
3. Quyida keltirilgan ta'riflarning qaysi biri atom tushunchasini to'g'ri ifodalaydi?
A) Moddaning rangini va hidini o'zida saqlab qoluvchi zarracha qaysi biri hisoblanadi?
B) Elementning kimyoviy xossalarini saqlab qoluvchi eng kichik zarracha;
C) Modda tarkibiga kiruvchi eng kichik zarrachani ayting;
D) Moddaning xossalarini o'zida saqlab qoluvchi eng kichik zarracha.

4. Elektronlar harakat traektoriyasi noaniqlik prinsipining matematik ifodasini ko'rsating.

- A) $\lambda = h/mv$; B) $\Delta E = h\nu$; C) $\Delta g \Delta V \geq \hbar$; D) $E = mc^2$.

5. 4,20 g A_2B_3 modda tarkibida $36,12 \cdot 10^{21}$ dona A atomi bo'lsa, ushbu moddaning molekular massasini hisoblang.

- A) 185; B) 128; C) 142; D) 64.

6. Tarkibida metallmas element bo'lgan qatorni ko'rsating:

A) Sc, Cd, Ta, Mn, As, Ag;

B) Ti, Nb, Co, Ni, Pb;

C) W, Rn, B, Mo, In;

D) Pt, Os, Re, U, Ce.

III BOB

KIMYOVIIY ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

XIX asr boshlarida elementlarni alohida sinflarga ajratish mumkin emas edi. Chunki ularning soni juda kam bo'lganligi bilan bir qatorda, atom massasi, fizik va kimyoviy xossalarning ma'lum qonuniyat asosida o'zgarishi hali to'liq o'rganilmagan edi. Ilmiy izlanishlar natijasida yangidan yangi elementlar kashf etilishi bilan bir qatorda, ularning xossalari, atomlarining tuzilishi o'rganib borildi, ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy gruppalariga o'xshash elementlar gruppalari aniqlana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqida to'plangan ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni sinflarga ajratish vazifasini qo'ydi. A) Lavuazye (1789-y.), Bersellius (1812-y.), Debereyner (1817-y.), Gmelin (1843-y.), Pettenkofer (1850-y.), Dyuma (1850-y.), De-Shankurtua (1862-y.), Nyulends (1863-y.), Meyer (1869-y.) va boshqa olimlar elementlarni sinflarga ajratishga urinib ko'rdilar. Ammo hech kim kimyoviy elementlar orasida mavjud bo'lgan o'zaro uzviy bog'lanish borligini aniq ko'rsata olmadi.

Olimlarning ko'p yillik chuqur ilmiy izlanishlarida elementlarning birikmalar hosil qilish xususiyatini, valentliklarini, birikmalarining shakli hamda xossalarni o'rgandi va ular orasidagi davriylikni kashf etdilar. Nazariy tajribalardan olingan natijalarga asoslanib, D.I. Mendeleyev elementlar davriy sistemasining mazmun-mohiyatini quyidagicha ta'rifladi: «Elementlarning xossalari, birikmalarining shakli va xossalari atom massalariga davriy ravishda bog'liqdir». Bu qonun o'sha davrda ma'lum bo'lgan barcha elementlarning atom massalari ortib borishi bilan ularning xossalari 2,2, 8,8, 18, 18, 32, 32 ta elementdan keyin qaytarilishini izohlab berdi. Demak, elementlar va ular birikmalarining xossalari ma'lum qonuniyat asosida davriy o'zgaradi. Shunga asoslanib, elementlarni ma'lum tartibda joylashtirib, elementlar davriy sistemasi yaratildi.

Atom tuzilishining mukammal o'rganilishi natijasida davriy qonunning mohiyati yaqqol namoyon bo'ldi, elementlarning xossalari davriy ravishda o'zgarishini talqin qilishga, ularning davriy sistemada joylanishi bilan kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish borligini aniqlashga imkoniyat yaratildi. Elementlar davriy sistemasida bir elementdan ikkinchi elementga o'tilgan sari atom yadrosining mus-

bat zaryadi va elektron soni ortib boradi. Bu, o'z navbatida, kimyoviy elementlar xossalari o'zgarishiga olib keladi. Demak, elementning tartib raqami shunchaki bir raqam bo'lmasdan, balki uning atom yadrosining musbat zaryadini va elektronlar sonini bildiradi. Shunga ko'ra, hozirgi vaqtda davriy qonun quyidagicha ta'riflanadi: «Elementlarning xossalari, birikmalarning shakli va xossalari ularning atom yadrolari zaryadiga davriy ravishda bog'liqdir».

3.1. DAVRIY SISTEMANING TUZILISHI

Elementlarning xossalarini davriy ravishda o'zgarishiga asoslanib, elementlar sistemasi bir necha davrga bo'lindi. 1, 2 va 3-davrlar faqat bir qatordan tuzilganligi uchun kichik, 4, 5, 6-davrlarni katta, 8-davrni esa tugallanmagan davr deb atadi. Birinchi davrda 2 ta, ikkinchi va uchinchi davrlarda 8 tadan elementlar joylashgan. To'rtinchi va beshinchi davrlarga 18 tadan, oltinchi, yettinchi davrga 32 ta element joylashgan. Har qaysi davr (birinchi davrdan boshqa) tipik metallardan (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) boshlanib, tipik metallmaslar (F, Cl, Br, J, At), asl gazlar (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) bilan tugallanadi.

Litiydan ftorga va natriydan xlorga qarab elementlarning metallik xossalari kamayib, metallmaslik xossalari esa ortib boradi. Asl gazlar esa davrlardagi tipik metallmaslar bilan tipik metallarni ajratuvchi chegaradir. Birinchi davrda faqat bitta vodorodni geliy keyingi davrdagi tipik metallardan (Li) ajratib turadi.

Elementlar jadvalda IYUPAK tasdiqlagan atom tartib raqamlari o'zgarishi asosida joylashtirilgan. Chunki atomdagi elektronlarning taqsimlanishi va joylashishi elementlar xossalari namoyon bo'lishini fundamental tushuntirib beradi. Elementlar *gorizontal qatorini davrlar, vertikal qatori guruhlar* deb ataladi. Har qaysi guruhda joylashgan elementlar *tipik elementlar* deb ataladi.

Elementlarning xossalari – nisbiy atom massasi, kislorodli birikmalari va gidroksidlarining asos, amfoter yoki kislotali xossaga ega bo'lishi va hokazolar elementlar davriy sistemada davr ichida ham, gruppada ichida ham ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi. Bundan tashqari, davriy sistemada elementlar xossalari o'xshashligini uch yo'nalishda kuzatish mumkin:

Gorizontal yo'nalishda: elementlar xossalari davr bo'yicha o'zgarishida o'xshashlik kuzatiladi. Masalan, aluminiy metalli chap tarafda joylashgan magniy metalliga asosli xossalari bilan o'xshash bo'lsa, o'ng tarafda turgan kremniyga esa kislotali xossa namoyon qilishi bilan o'xshash ketadi.

Vertikal yo'nalishda: davriy sistemaning vertikal ravishda joylashgan elementlari gruppada bo'yicha bir-biriga o'xshaydi.

Diagonal yo'nalishda: davriy sistemada diagonal bo'yicha joylashgan elementlar o'zaro o'xshashlik namoyon qiladi.

Masalan: aluminiy davriy sistemada diagonal bo'yicha berilliy va germaniyga, kremniy esa bor va mishyakka xossalari bilan o'xshashdir va hokazo.

KIMYOVIY ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

guruh 1

1 (I) H 1.00794 1

2 He 4.002602 2

3 Li 6.941 3

4 Be 9.012182 4

5 B 10.811 5

6 C 12.011 6

7 N 14.007 7

8 O 15.999 8

9 F 18.998 9

10 Ne 20.179 10

11 Na 22.98976 11

12 Mg 24.3050 12

13 Al 26.98153 13

14 Si 28.0855 14

15 P 30.97376 15

16 S 32.06 16

17 Cl 35.453 17

18 Ar 39.948 18

19 K 39.0983 19

20 Ca 40.078 20

21 Sc 44.95591 21

22 Ti 47.867 22

23 V 50.9415 23

24 Cr 51.9962 24

25 Mn 54.93804 25

26 Fe 55.845 26

27 Co 58.93319 27

28 Ni 58.6934 28

29 Cu 63.546 29

30 Zn 65.38 30

31 Ga 69.723 31

32 Ge 72.64 32

33 As 74.92160 33

34 Se 78.96 34

35 Br 79.904 35

36 Kr 83.798 36

37 Rb 85.4678 37

38 Sr 87.62 38

39 Y 88.90585 39

40 Zr 91.224 40

41 Nb 92.90638 41

42 Mo 95.94 42

43 Tc 98 43

44 Ru 101.07 44

45 Rh 101.07 45

46 Pd 106.42 46

47 Ag 107.8682 47

48 Cd 112.411 48

49 In 114.818 49

50 Sn 118.710 50

51 Sb 121.757 51

52 Te 127.60 52

53 I 126.90544 53

54 Xe 131.293 54

55 Cs 132.9054 55

56 Ba 137.327 56

57 La 138.90547 57

58 Ce 140.12 58

59 Pr 140.90768 59

60 Nd 144.242 60

61 Pm 144.9127 61

62 Sm 150.36 62

63 Eu 151.964 63

64 Gd 157.25 64

65 Tb 158.925 65

66 Dy 162.500 66

67 Ho 164.9303 67

68 Er 167.259 68

69 Tm 168.9304 69

70 Yb 173.054 70

71 Lu 174.967 71

72 Hf 178.49 72

73 Ta 180.94788 73

74 W 183.84 74

75 Re 186.207 75

76 Os 190.23 76

77 Ir 192.222 77

78 Pt 195.084 78

79 Au 196.9665 79

80 Hg 200.59 80

81 Tl 204.3833 81

82 Pb 207.2 82

83 Bi 208.9804 83

84 Po 209 84

85 At 210 85

86 Rn 222 86

87 Fr 223 87

88 Ra 226 88

89 Ac 227 89

90 Th 232 90

91 Pa 231 91

92 U 238 92

93 Np 237 93

94 Pu 244 94

95 Am 243 95

96 Cm 247 96

97 Bk 247 97

98 Cf 251 98

99 Es 252 99

100 Fm 257 100

101 Md 258 101

102 No 259 102

103 Lr 260 103

104 Rf 261 104

105 Db 262 105

106 Sg 266 106

107 Bh 264 107

108 Hs 277 108

109 Mt 268 109

110 Ds 271 110

111 Rg 272 111

112 Cn 285 112

113 Uut 284 113

114 Fl 289 114

115 Uup 288 115

116 Lv 292 116

117 Uus 294 117

118 Uuo 294 118

atom massasi

ionlanish energiyasi

kimyoviy belgisi

kimyoviy elementlar nomi inglizcha berildi

elektron konfiguratsiyasi

atom raqami

elekt. manfiyligi

oksidlanish darajasi

ishqoriy metallar

ishqoriy yer metallari

boshqa metallar

o'qinchi metallar

lantanoidlar

aktinoidlar

metalloidlar

metallmaslar

galojenlar

asl gazlar

noma'lum elementlar

radioaktiv elementlar

bloklar elektron konfiguratsiyasi

lanthanoidlar

aktinoidlar

3.1-rasm. Kimyoviy elementlar davriy sistemasi.

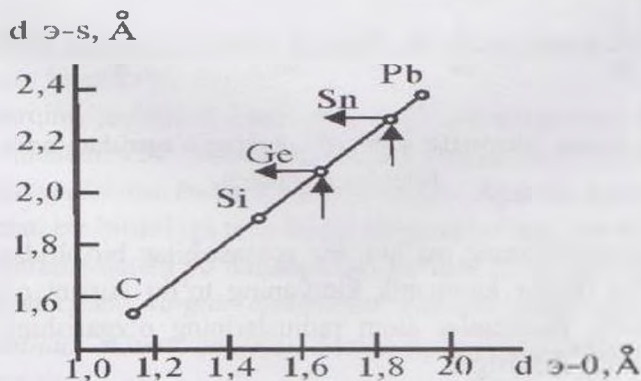
Shularga asoslanib, davriy sistemadagi elementlarning fizik va kimyoviy xossalari bilgan holda noma'lum element xossalarini oldindan aytib berish mumkin. Bunga birinchi bo'lib D.I. Mendeleyev asos solgan: hozirgi vaqtda ikki usul – D.I. Mendeleyev va solishtirib hisoblash usullari bilan aniqlanishi mumkin. Bunda atom radiuslari o'zgarishi ham hisobga olinadi.

Mendeleyev usulida elementlarning xossalari uning atrofida joylashgan elementlarning fizik va kimyoviy xossalari arifmetik yig'indisidan olingan o'rtacha miqdor bilan aniqlanadi. Masalan, galliy, kremniy, mishyak va qalay nisbiy atom massalarining yig'indisi 4 ga bo'linsa, germaniyni nisbiy atom massasi kelib chiqadi. Ya'ni: $69,7 + 28 + 74,9 + 118,7 = 291,2 : 4 = 72,6$ bu son germaniyni nisbiy atom massasi 72,6 ga tengdir. Yoki selenning chap va o'ng tarafida turgan mishyak va brom AsH_3 va HBr tarkibli vodorodli birikmalar hosil qiladi, tepasida va pastida joylashgan oltingugurt va tellur elementlarining H_2S , H_2Te vodorodli birikmalarining xossalarini, ya'ni suyuqlanish va qaynash temperaturalari, suvda eruvchanligi, qattiq va suyuq holatdagi zichliklari miqdorining o'rtacha arifmetik yig'indisini to'rtga bo'lib, selenning vodorodli birikmasi H_2Se ni yuqorida keltirilgan xossalarini aniqlash mumkin. Bu usul hozirgi paytda xossalari noma'lum bo'lgan moddalarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

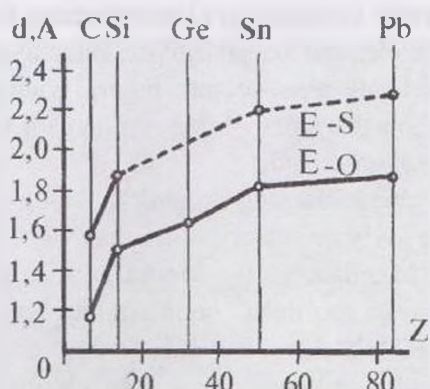
Solishtirib hisoblash usulini M.X. Karapetyans taklif qilgan bo'lib, bir-biriga qo'shni elementlarning turli xil birikmalarining fizik va kimyoviy konstantalarini taqqoslash orqali berilgan noma'lum moddaning konstantasini aniqlash mumkin.

3.2-rasmda, o'n to'rtinchi grupp elementlari C, Si, Pb ning oltingugurt bilan hosil qilgan CS_2 , SiS_2 va PbS_2 birikmalarida, kislorod bilan hosil qilgan CO_2 , SiO_2 , GeO_2 , SnO_2 va PbO_2 birikmalarida element bilan oltingugurt va element bilan kislorod atomlari orasidagi masofalar tartib raqamlari o'zgarishiga bog'liq holda bir-biridan farq qilishini tasvirlash mumkin.

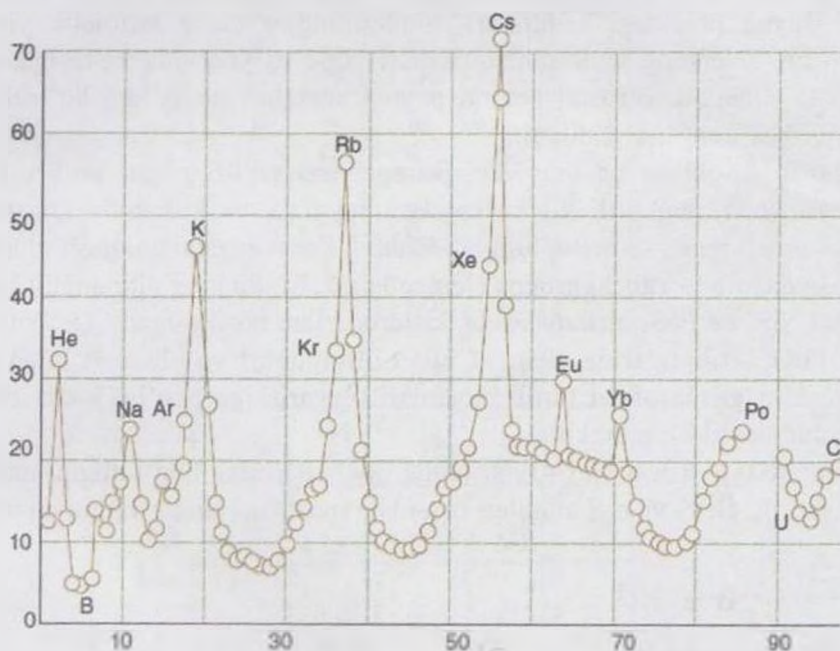
Atomlararo, ya'ni E-S va E-O masofalar qiymatlarining bog'liqligini ma'lum tartibda solishtirib, Ge-S va n-S atomlari orasidagi masofani aniqlashimiz mumkin (3.3-rasm).



3.2-rasm. E-S va E - O lardagi atomlararo masofaning element tartib raqamiga bog'liqligi.



3.3-rasm. E – O va E – S lardagi atomlararo masofaning o'zaro bog'liqligi.



3.4-rasm. Elementlar atom radiuslarining o'zgarishini tartib belgisiga bog'liqligi.

Har qaysi element o'zining ma'lum bir xossasi bilan bir-biridan qisman bo'lsa-da, farq qiladi. Bu farqlar anorganik kimyoning to'liq kursini o'rganish davomida ko'rsatib o'tiladi. Elementlar atom radiuslarining o'zgarishini tartib belgisiga bog'liqligi 3.4-rasmida keltirilgan.

3.2. ATOM TUZILISHI VA ELEMENTLARNING DAVRIY SISTEMASI

Element atomlarining elektron tuzilishi bilan ularning davriy sistemadagi o'rnini orasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz.

Elektronlarning energetik pog'ona va orbitallar bo'ylab joylanishi elementning **elektron konfiguratsiyasi** deb ataladi. Atomda elektronlarni pog'onachalarga taqsimlashda quyidagi uch qoida nazarda tutiladi.

1. *Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi (energiyaning afzallik qoidasi).* Buni Klechkovski taklif qilgan quyidagi qoida asosida tushuntirish mumkin.

Bu qoida ikki qismdan iborat: a) atomlarda elektronlarning orbitallar bo'yicha taqsimlanishida har ikki holat uchun $n+l$ yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda energiya kichik qiymatga ega bo'ladi, natijada shu orbital elektronlar bilan to'ladi (n -bosh kvant soni, l – orbital kvant sonlari); b) agar bu ikkala holat uchun $(n+l)$ yig'indi qiymat jihatidan teng bo'lsa, u holda n - qiymati kichik bo'lgan orbital elektronlar bilan to'ladi.

Bu qoidalarni quyidagicha tushuntirish mumkin:

n	1	2	3	4
l	0	0, 1	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
$n+l$	1	2, 3	3, 4, 5	4, 5, 6, 7
ortallar	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f

Jadvaldagi yig'indi qiymatlariga asoslanib, atomda elektronlarni quyidagi tartibda taqsimlash mumkin:

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

Demak, birinchi navbatda, $1s$ orbital, keyin $2s$ orbital, keyin $2p$, $3s$ va hokazo orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi.

2. Elektronlarning joylanishi Pauli prinsipiga zid kelmasligi lozim. Bu prinsip quyidagicha ta'riflanadi. «*Bir atomda to'rttala kvant sonining qiymati mos ravishda bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas*». Agar bir atomda n , l va m kvant sonlarining qiymati bir-birinikiga teng ikkita elektron bo'lsa, ular to'rtinchi spin kvant son m_s spinlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lishi bilan farq qiladi.

3. *Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarni band qilishga intiladi (Gund qoidasi).* Masalan, d pog'onachadagi 5 ta elektronlar

↑↓ ↑↓ ↑↓ □□

ko'rinishida emas, balki Gund qoidasiga muvofiq ↓↓ ↓↓ ↓↓ ↓↓ ↓↓ ko'rinishda har bir pog'onachaga bittadan joylashadi.

Klechkovskiy va Gund qoidalariga muvofiq atomlardagi orbitallar bo'yicha to'lib borishiga qarab, barcha elementlar to'rtta s , p , d , f bloklarga bo'linadi.

s-blokga I va II gruppning elementlari, shuningdek, vodorod va geliy kiradi. Ya'ni, tashqi elektron qavatida bitta yoki 2 ta s elektronlar bo'lgan elementlar s -elementlar deb ataladi.

p-blokga XIII–XVIII gruppalarining gruppacha elementlari kiradi. Demak, tashqi qavatining p – orbitalida 1 tadan 6 tagacha p – elektronlari bo'lgan, ya'ni p^1 – p^6 bo'lgan elementlar p – elementlar deb ataladi.

d-blokda davriy sistemadagi lantanoid va aktinoidlardan tashqari III–XII guruh elementlari, ya'ni tashqi qavatdan bitta oldingi energetik d orbitalida 1 tadan 10 tagacha **d-elektronlar** bo'lgan d^1 – d^{10} elementlar kiradi.

f-blokni lantanoidlar va aktinoidlar tashkil qiladi, ular atomlarining tashqaridan 2 ta oldingi orbitalida 1 tadan 14 tagacha **f-elektronlar**, ya'ni f^1 – f^{14} elektronlar bo'ladi. Shularga asoslanib, D.I. Mendeleyev davriy sistemasidagi elementlar atomlarida orbitallarning elektronlar bilan to'lib borish tartibini ko'rib chiqamiz.

Har qaysi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan elektronlar soni $N=2n^2$ formula bilan belgilanadi. Bu yerda n – qavat raqami 1 qavatdagi elektronlarning eng ko'p soni $N=2 \cdot 1^2=2$ ta, 2-qavatda $N=2 \cdot 2^2=2 \cdot 4=8$ ta,

3-qavatda $N=2 \cdot 3^2=2 \cdot 9=18$ va 4-qavatda $N=2 \cdot 4^2=32$ taga teng bo'ladi.

Elementlar atomidagi qavatlar soni davriy sistemadagi u turgan davr raqamiga, elektronlar soni esa tartib raqamiga teng bo'ladi.

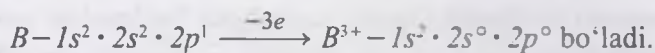
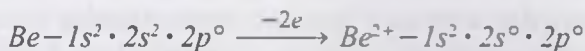
Birinchi element vodorodning tartib raqami $z=1$ ga, elektron konfiguratsiyasi $1s$ ga, atom yadrosi $+1$ ga teng. Shunga muvofiq, vodorod atomi kimyoviy reaksiya natijasida o'zining bitta elektronini boshqa atomlarga berib, musbat ion hosil qiladi. Lekin birinchi qavatning elektron sig'imi 2 ga teng bo'lgani uchun, ba'zi aktiv metallardan elektron olib H^- ionini hosil qila oladi. NaH , KH , CaH_2 , AlH_3 tarkibli gidridlar bunga misol bo'la oladi.

Ikkinchi element geliy, Lining tartib raqami $z=2$ ga, yadrosining zaryadi ham $+2$ ga teng. Uning elektron konfiguratsiyasi $1s^2$ bo'lgani uchun sirtqi elektron qavati tugallangan. Shunga muvofiq geliy atomining inert ekanligi to'g'risida fikr yuritishimiz mumkin.

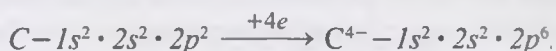
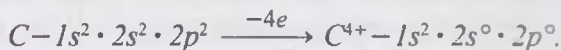
Uchinchi element litiy atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^1$ ko'rinishida yoziladi. Litiy atomida geliyning tugallangan qavati saqlangan bo'lib, unda uchta elektronning ikkitasi joylashadi, uchinchi elektron esa ikkinchi qavatning s – orbita h ga joylashadi. Ikkinchi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan eletektronlarning eng ko'p soni 8 ga teng. Shu sababli, litiy atomi barqaror holatni olishi uchun tashqaridan yettita elektron biriktirib olishi yoki bitta elektron berishi kerak. Lekin yettita qabul qilishdan ko'ra bitta elektron berishda kam energiya sarflanadi. Bu holda uning ichki qavati sirtqi bo'lib qoladi. Bu holda litiy atomi, litiy Li^+ ioniga aylanadi, ya'ni:



Shunga o'xshash:

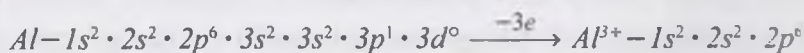
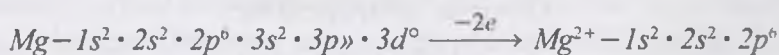


To'rtinchi element – uglerodning elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^2$ dir. Lekin uglerod atomining barqarorlanishi uchun ikkinchi qavatdagi ikkita s^2 va ikkita $2p$ elektronlarini berishi yoki o'zining elektronlar sonini sakkizga yetkazish uchun tashqaridan to'rtta elektron qabul qilish mumkin. Shuning uchun uglerod atomi C^{4+} va C^{4-} – ionlarini hosil qila oladi, ya'ni:

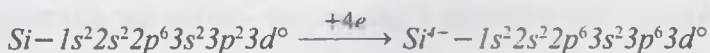
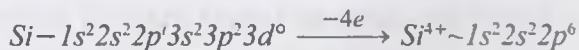


Ulardan keyin keladigan azot, kislorod, fluor elementlarining atomlari ikkinchi qavatida elektronlar soni bittadan ortib boradi. Nihoyat, ikkinchi davrning sakkizinchi elementi hisoblangan neon atomida p-elektronlar soni 6 taga yetadi, natijada sakkizta elektronga ega bo'lgan ikkinchi tugallangan qavat hosil bo'ladi. Neon atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6$ shaklida ifodalanadi. Demak, bu elementlar kimyoviy reaksiya vaqtida o'ziga elektron qabul qilib tashqi qavatidagi elektronlar sonini sakkiztaga yetkazganda ularning elektron konfiguratsiyasi neonnikiga o'xshash holatni egallab barqarorlashadi.

Uchinchi davr elementi ham reaksiya vaqtida o'zining tashqi qavatidagi barcha elektronlarni bersa, uning atomi ham neon konfiguratsiyasini egallab barqarorlashadi.

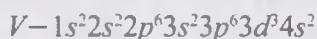
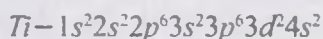
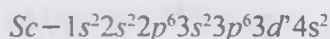


O'n to'rtinchi element kremniy atomi o'zining tashqi elektron qavatidagi to'rtta $s^2 p^2$ elektronlarini berib, elektron konfiguratsiyasini neon atomi elektron konfiguratsiyasiga yoki to'rtta elektron biriktirib argon elektron konfiguratsiyasiga aylantirib, barqaror holatga ega bo'lishi mumkin:

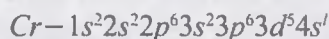


Fosfor, oltingugurt, xlor elementlarida ham elektronlar qo'shila borib, elektron konfiguratsiyalari argon konfiguratsiyasiga erishadi. Lekin uchinchi davr tugasa-da,

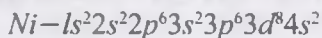
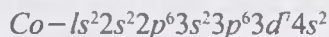
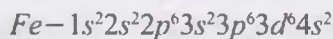
uchinchi qavat elektronlar bilan batamom to'lmaydi, 5 ta 3d orbitallar bo'sh qoladi. Uchinchi davrda natriydan argonga o'tgan sari elementlarning atom radiuslari kichiklashib boradi. Shuning uchun elementlarning elektron qabul qilib olish xususiyati ortadi. Kaliy elementi to'rtinchi davrda joylashgan bo'lganligi uchun elektronlari to'rtta qavatga joylashgan, ya'ni birinchi qavatda s^2 , ikkinchi qavatda s^2p^6 , uchinchi qavatda $s^2p^6d^0$ va to'rtinchi qavatda s^1 elektronlar mavjud. Kaliydan keyingi element kalsiyning tashqi elektron qavatida s^2 elektron bor. Bu elementlarning elektron tuzilishi uchinchi davr elementlarinikiga o'xshashligi bundan ko'rinib turibdi. Lekin kalsiydan keyingi element – skandiy atomida elektronlarning joylanishi kichik davr elementlaridagi joylanishidan farq qiladi. Ma'lumki, Klechkovskiy qoidasiga muvofiq 3d – orbitallar, 4d – orbitallarga qaraganda energetik afzallikka ega. Shuning uchun 3d orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi:



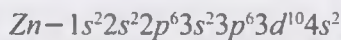
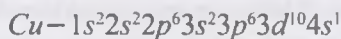
Lekin xrom elementida elektron energiyasining kamayishi sababi tashqi qavatda bir elektron qolib, 3d- orbital 5 ta elektronga ega bo'ladi, ya'ni:



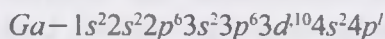
Marganes elementi 4s-orbitalida tashqi qavat, yana 2 ta elektronga ega bo'ladi. Marganesdan keyingi temir, kobalt, nikel elementidan esa 3d – orbital elektronlar bilan to'lib boradi:

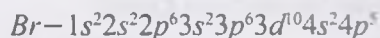
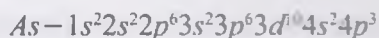
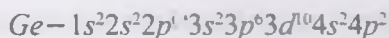


Mis elementida esa 4s – orbitaldagi bitta elektron 3d – orbitalga o'tib, elektronlar soni 10 taga yetadi, mis tashqi qavatda bitta elektronga, rux elementi esa ikkita elektronga ega bo'ladi:



Galliydan kripton elementlariga o'tgan sari 4p – orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi:





Kripton elementi bilan to'rtinchi davr tugaydi. Beshinchi, oltinchi va yettinchi davr elementlari atomlarining elektronlar bilan to'lishi ham shu tartibda boradi.

Lekin lantanoidlarda $4f$, aktinoidlarda esa $5f$ – orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi. Bundan element atomlarida elektronlarning joylanishi bilan ularning kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish mavjudligi ko'rinadi. Ravshanki, elementlar xossalari davriy ravishda o'zgarishi atomda elektronlarning davriy ravishda joylanishi natijasidir.

Ko'pgina holatlarda atomlarning elektron formulalarini yozishda, orbitallari to'lgan qavatlardagi elektronlarni to'liq elektronli elementlar orqali belgilash qabul qilingan.

Masalan: $C - [He]2s^2 2p^2$, $N - [He]2s^2 2p^3$, $O - [He]2s^2 2p^4$, $Al - [Ne]3s^2 3p^1$, $Si - [Ne]3s^2 3p^2$, $P - [Ne]3s^2 3p^3$, $S - [Ne]3s^2 3p^4$, $Ca [Ar]4s^2$, $Ga - [Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^1$, $Ge - [Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$, $As - 3d^{10} 4s^2 4p^3$

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Davriy jadval elementlar atom raqamlari orta borishi tartibida ularning o'xshash xossalari asosida vertikal ustunlarda joylashtirilgan elementlar majmuasidir. Bir vertikal ustunga joylashgan elementlar oila yoki gruppacha tashkil etadilar. Davriy jadvalning chap qismida joylashgan va elementlarning katta qismini tashkil etuvchi metall elementlar bilan bir qatorda uning o'ng qismida nometall (metallmas) elementlar joy olgandir. Jadvalning hozirgi vaqtda to'rt yuzdan ortiq varianti, jumladan, o'zbek olimlari taklif etgan variantlari ham ma'lumdir.

Mashqlar

1. Quyida keltirilgan ikki juftlikdagi elementlar majmuasida qaysilarining fizikaviy va kimyoviy xossalari bir-biriga yaqinroq turadi? *Javobingizni asoslang.* A) Ca, P, Si, J, Sr, Ag, Ni; B) As, Br, Nb, Mo, Sb, N.

2. Quydagi molekular formulalarga, ya'ni P_4H_{10} , C_4H_x , C_6H_{14} , SiO_2 , $Na_2B_4O_7$, $C_4O_4H_2$ larga mos keluvchi empirik formulalarni yozing.

Mavzularni mustahkamlash uchun testlarlar

1. Quyidagi elementlarning qaysi jufti xossalari jihatdan bir-biriga yaqin turadi?

- A) K, Si; B) Cr, Zn; C) Be, Na; D) Be, Ba.

2. Lantanoidlar oilasiga nechta element kiradi?

- A) 7; B) 8; C) 11; D) 12.

3. Ikkinchi davr elementlari atomlarida tartib raqamining ortib borishi bilan ularning qaysi xususiyatlari susayib boradi?

1) elektrmanfiylik; 2) metallik; 3) ionlanish potentsiali; 4) tashqi energetik qavatdagi elektronlar soni; 5) metallmaslik; 6) atom radiusi.

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

4. Qaysi birikmalar suvda eritilganda ishqoriy muhit hosil bo'ladi?

1) natriy nitrat; 2) kaliy peroksid; 3) litiy xlorid; 4) kaliy sulfat; 5) natriy gidrokarbonat.

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

5. Kimyoviy elementlarning izotopi bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?

- A) Protonlar soni bilan;
B) Neytronlar soni bilan;
C) Elektronlar soni bilan;
D) Davriy sistemada joylashgan o'rni bilan.

IV BOB

MOLEKULA TUZILISHI VA KIMYOVIY BOG'LANISH

4.1. MOLEKULALAR, IONLAR, ERKIN RADIKALLAR

Element atomlari kimyoviy jarayonlarda uch xil zarracha hosil qilishi mumkin – molekulalar, ionlar va erkin radikallar.

Molekula moddaning mustaqil mavjud bo'la oladigan va uning kimyoviy xossalariga ega bo'lgan eng kichik zarrachasidir. Molekulalar – bir atomli, ikki atomli, uch atomli va hokazo ko'p atomli bo'ladi. Oddiy sharoitda inert gazlar bir atomli molekulalar hisoblanadi. Ikki va undan ortiq atomlardan tuzilgan molekulalar **ko'p atomli** deyiladi. **Ion** – ortiqcha elektronga ega bo'lgan (anion) yoki elektron yetishmagan (kation) atomlar va kimyoviy bog'langan atomlar gruppasini tashkil qiluvchi zaryadga ega bo'lgan zarrachalardan iborat. Moddalarda musbat zaryadlangan ionlar har doim manfiy zaryadlangan ionlar bilan birgalikda bo'ladi. Chunki ionlar orasidagi elektrostatik ta'sir kuchi juda kuchli. Shu sababli hech qachon musbat yoki manfiy zaryadi ortiqcha bo'lgan modda hosil bo'lmaydi.

Erkin radikallar deb valentliklari to'yinmagan zarrachalarga aytiladi. Bunday zarrachalarga – CH_3 va $-\text{NH}_2$ ni misol qilib ko'rsatish mumkin. Oddiy sharoitda erkin radikallar uzoq vaqt mavjud bo'la olmaydi, lekin bunday zarrachalar kimyoviy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ko'pgina hollarda reaksiya erkin radikallar ishtirokisiz ketmaydi. Juda yuqori temperaturada (masalan, Quyosh atmosferasida) bo'lishi mumkin bo'lgan ikki atomli zarrachalar, ya'ni erkin radikallardan – CN , $-\text{OH}$, $-\text{CH}$ ni ko'rsatib o'tish mumkin. Ko'pgina erkin radikallar faqat alangada mavjud bo'ladi.

Shu bilan bir qatorda murakkab tuzilishga ega bo'lgan sharoitda mavjud bo'la oladigan mustaqil erkin radikallar ham ma'lum. Chunonchi trifenilmetil shunday radikallardan hisoblanadi. Trifenilmetil erkin radikalining bu qadar stabil bo'lishini uning tarkibiga kiruvchi fenil – C_6H_5 radikalining katta o'lchamga ega ekanligi bilan izohlash mumkin va yakka elektronining p-elementlar bilan umumiy lashib dissotsiylanishi orqali tushuntirish mumkin.

4.2. KIMYOVIY BOG'LANISH VA VALENTLIK HAQIDAGI TASAVVURLAR

Kimyoviy bog'lanish nazariyasi dastlab XIX asrning boshlarida yaratildi. Bu nazariyani Bergman (Shvetsiya) va Bertolle (Fransiya) taklif qildilar. Bu nazariya zarrachalarning bir-biriga ta'siri butun olam tortilish qonuni singari amalga oshadi deb tushuntirdi. Biroq, bir-biri bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'lgan molekullardagi atomlar massalariga proporsional emas. Masalan, simob atomi vodorod atomidan 200 marta og'ir, lekin suvdagi bog'lanish simob oksididagi bog'lanishga qaraganda anchagina mustahkam. Bundan tashqari, tortilish kuchi ancha katta masofalarga ham ta'sir etaveradi, kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi esa 0,05–0,3 nm oralig'ida kuzatiladi. Tortilish kuchi uncha katta qiymatga ega emas, u masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir, kimyoviy bog'lanish kuchi esa juda katta qiymatga ega, masofaning o'zgarishiga teskari proporsionaldir, chunki u ko'pgina hollarda atomlar orasidagi masofa kamayishi bilan bog'lanish kuchi faqat 2 baravar kamayadi. Tortilish kuchi natijasida hosil bo'lgan moddalar to'yinmagan bo'lgani uchun gigant atomlar to'plamini hosil qiladi (planetalarga o'xshash). Kimyoviy kuchlar esa **to'yinuvchanligi** bilan tavsiflanadi, masalan, bitta vodorod atomiga uning ikkinchi atomi birikkandan keyin uchinchi atom kelib birika olmaydi. Bundan tashqari, kimyoviy kuchlar gravitatsion kuchlardan farq qilib, ular fazoda ma'lum yo'nalishga ega bo'ladi. Tortilish kuchi Nyuton qonuniga muvofiq jismga to'liq ta'sir qilgan holda kimyoviy kuchlar ma'lum holatlardagina ta'sir qiladi. Masalan, xlor atomi natriy atomi bilan kuchli bog' hosil qilgani holda, xlor atomi xlor atomi bilan kuchsizroq, geliy atomi bilan esa hech qanday bog' hosil qilmaydi. Agar kimyoviy bog'lanish mustahkamligiga tashqi sharoit (masalan, temperatura) ta'sir etishini hisobga olsak, u holda bu hodisani Bergman-Bertollening gravitatsion nazariyasi asosida tushuntirib bo'lmazligiga ishonch hosil qilish mumkin. Bu nazariyalarni 1810-yili shved olimi Berseliusning elektrokimyoviy nazariyasi rivojlantirdi. Bu nazariyaga binoan har qanday element atomi musbat yoki manfiy zaryadlangan. Chunonchi, musbat zaryadlangan magniyni manfiy zaryadlangan kislorod O^{2-} bilan hosil qilgan birikmasini Berselius nazariyasi orqali, ya'ni ikki xil zaryadga ega bo'lgan zarrachalarning bir-biriga tortilish natijasi deb tushuntirish mumkin. Bu nazariyaga ko'ra zaryadlarning qisman neytrallanishi sodir bo'lganda, reaksiya mahsuloti hosil bo'lishi uchun zaryadlar to'liq sarf qilinmaydi deb qaraldi va murakkab moddalarning hosil bo'lishi ham shu asosda tushuntirildi (masalan: «musbat» zaryadlangan MgO ning «manfiy» zaryadlangan CO_2 bilan birikib $MgCO_3$ hosil bo'lishi). Berselius nazariyasi Devining turli zaryadga ega bo'lgan zarrachalarning bir-biriga tortilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lanish nazariyasini rivojlantirdi. Elektrokimyoviy nazariya elektroliz jarayoni asosida bir qadar tasdiqlanadi, ya'ni elektroliz kimyoviy birikma hosil bo'lishida almashinilgan zaryadlarni atomlarga qaytarishdan iborat deb qaraldi. Keyinchalik Gegel-Berselius nazariyasining kamchiliklarini, chunonchi bu nazariyada **kimyoviy jarayon natijasida uchrab turadigan moddalarning kislotali, ishqoriy xossalariga, yopishqoqlik, shuningdek, shakl va rang o'zgarishi xossala-**

riga e'tibor berilmaganligini ko'rsatdi. Bularning hammasi elektrlanishdek mavhum jarayonda yo'qolib ketadi. Shunga ko'ra fiziklar musbat va manfiy zaryadlar uchun bunday xossalardan voz kechib ketishlari kerak edi. Haqiqatan ham elektrokimyoviy nazariya bir xil qutblanmagan atomlardan tuzilgan mustahkam molekular, masalan, H_2 , Cl_2 , O_2 hosil bo'lishini tushuntira olmaydi. Bundan tashqari, Berselius nazariyasidan har xil zaryadlangan elementlar birikmadagi har qanday elementning o'rnini bemalol almashtira olishi mumkin, degan xulosa kelib chiqar edi. Bu hol moddalarni turli sharoitlarda hosil bo'lishiga zid bo'lgan bo'lar edi.

O'tgan asrning 40-yillarida fransuz kimyogarlari Dyuma va Jerar tiplar nazariyasini yaratdilar. Bu nazariyaga muvofiq kimyoviy moddalarning xossalari molekula tarkibiga kiruvchi elementlarning bir-biriga o'xshashliklari, tipikliklari asosida shakllanib, atom tabiatiga bog'liq emas deb qaraldi. Bu kimyoning nazariyasini yaratishda modda tarkibini hisobga olishdan iborat edi. Ko'pgina organik birikmalar anorganik moddalarning hosilasi deb qaraldi. Masalan, etil spirti – C_2H_5OH va dietil-efir – $C_2H_5-O-C_2H_5$ suv – H_2O tipiga kiritilib, ikki C_2H_5 gruppasini vodorod atomlari bilan almashishi mahsuloti deb, shunga o'xshash CH_3BH_2 va CH_3NH birikmalarini NH_3 tipiga kiritib, bitta yoki ikkita vodorod atomlari o'rnini CH_3 gruppasi bilan almashinish mahsuloti deb tushuntirildi. Bu tushuntirishlar ko'pgina hollarda yuzaki bo'lib qoldi, ayniqsa, yangi moddalar sintez qilish, moddaning haqiqiy nomini atash, formulasi va xossalari belgilashda juda katta yangilishlarga olib keldi. Bundan tashqari, turli xil usullar bilan olingan birgina modda turli xil nomga, formulaga va xossalarga ega bo'lib qolar edi. Keyinchalik molekularning tuzilishini chuqurroq tushuntirib bo'lmaydi, degan xulosa chiqardilar. Ular kimyoviy jarayonlar natijasida hosil bo'lgan moddaning faqatgina reaksiyadan oldingi va hosil bo'lishi mumkin bo'lgan holatlarini o'rganish bilan kifoyalanib, haqiqiy moddaning o'ziga e'tibor berish shart emas, degan fikrga keldilar. Molekular ma'lum tuzilishga ega ekanligi to'g'risidagi fikrlar paydo bo'la boshladi. 1852-yili angliyalik olim Franklind ko'pgina metallorganik birikmalarning hosil bo'lishini o'rganib, valentlik tushunchasini kiritdi. Bunda vodorod atomining valentligini birga teng deb qabul qilib, qolgan elementlarning valentligini esa, ularni nechta atom vodorod biriktirib olishi mumkinligiga qarab aniqlash taklif qilingan. Valentlik soni kuzatilayotgan elementning qanday holatda ekanligiga, reaksiyaga kirishayotgan element tabiati va bir-biriga ta'sir etish sharoitiga bog'liq. Shuning uchun hamma elementlarni ikkita asosiy oilaga bo'lish mumkin. Birinchi oilaga valentliklari o'zgarmaydigan, ikkinchi oilaga valentliklari o'zgaradigan elementlar kiritildi.

4.3. KIMYOVIY TUZILISH NAZARIYASI

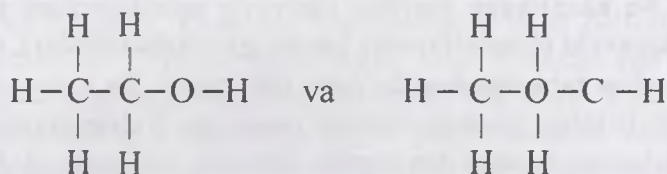
A.M. Butlerov 1861-yilda o'zining quyidagi kimyoviy bog'lanish nazariyasini yaratdi;

- a) atomlar molekulada bir-biri bilan ma'lum tartibda birikadi;
- b) atomlarning birikishi ularning valentliklariga mos holda sodir bo'ladi;

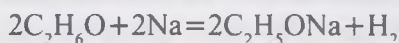
d) kimyoviy moddalarning xossalari atomlarining soni va tabiatigagina bog'liq bo'lmasdan, ularning joylanishiga, ya'ni molekulaning kimyoviy tuzilishiga bog'liqdir.

Bu nazariya, ayniqsa, organik moddalarning tuzilishini har tomonlama tushuntirib, yuqorida ko'rib o'tilgan nazariyalarga zarba berdi. Kimyoviy o'zgarishlarni A.M. Butlerov nazariyasi asosida o'rganish orqali, molekula tuzilishini aniqlash mumkin. Bu nazariya moddalar tuzilishini aniqlaydigan usullarni yuzaga chiqardi.

Masalan, etil spirti molekulasini C_2H_6O formulaga ega. Bu modda tarkibiga kiruvchi elementlarning valentliklarini hisobga olgan holda ikki xil tuzilishni hosil qilishimiz mumkin:

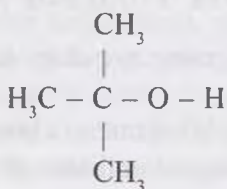


Etil spirtining kimyoviy reaksiyalarini o'rganish natijasida birinchi tuzilish to'g'riligi isbotlandi. Chunonchi, etil spirtga natriy metalli ta'sir ettirilganda natriy metalli faqat bitta vodorod atomi bilan almashinadi:

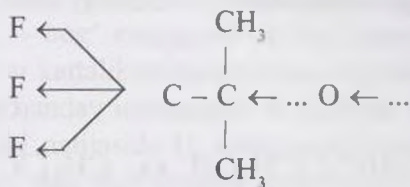


Chunki bitta vodorod atomi boshqa vodorod atomlaridan farq qilib, uglerod bilan emas, kislorod bilan bog'langan. Xuddi shu kislorod bilan bog'langan yagona vodorod metall bilan o'rin almashadi. Kimyoviy tuzilish nazariyasi yaratilgandan keyingi yuz yildan ortiq vaqt ichida olimlar tomonidan ko'p minglab organik va element-organik moddalarning kimyoviy formulalari topildi. Ba'zi moddalarning formulalarini aniqlash juda ko'p yillarni talab qildi. Masalan, xininning molekular tuzilishini aniqlash uchun olimlar 60 yil davomida izlanishlar olib bordilar.

Bu usullar bilan molekuladagi atomlarning joylashishini aniqlashga doir tadqiqotlar Butlerov nazariyasini tasdiqladi. Binobarin, A.M. Butlerov nazariyasi molekula tuzilishini zamonaviy talqin qilishda asosiy nazariya bo'lib qoldi. Kimyoviy tuzilish nazariyasi fanga molekuladagi atomlarning o'zaro ta'siri haqidagi tushunchani kiritdi. Shunga asosan molekulada faqatgina bir-biri bilan bog'langan atomlarga rol o'ynamasdan, balki hamma atomlar bir-biriga o'zaro ta'sir qiladi. O'zaro bog'langan atomlarning bir-biriga ta'sir effekti nisbatan kichik miqdorga ega bo'ladi. Bu **induksion effekt** deb yuritiladi. Induksion effektni quyidagi misolda kuzatish mumkin: agar uchlamchi butil spirtida bitta metil gruppada hamma vodorod atomlarini fluor atomi bilan almashtirsak, spirt kislota xossasini namoyon qiladi:



Bunga sabab, ftorning elektronga moyillik xossasi kuchli bo'lgani uchun u elektronlarni o'ziga tortadi. Bu esa molekuladagi elektronlarni zanjir bo'ylab siljitadi:



Bu siljish induksion effekt hosil qiluvchi atomlarning chiqib ketishi bilan yo'qola boradi. Shunday qilib, A.M. Butlerov nazariyasi 1823-yilda Libix va Vyolerlar tomonidan kashf etilgan va kimyoviy tuzilishni tavsiflashda izomeriya hodisasini ham tushuntirishda katta ahamiyatga ega bo'ldi.

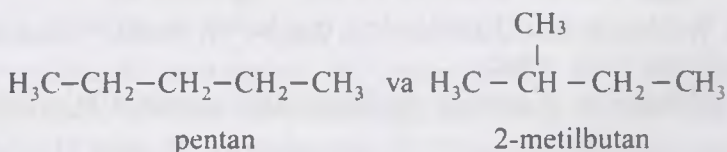
Tarkibi va molekular massalari bir xil, tuzilishi yoki atomlarning fazoda har xil joylanishi natijasida xossalari bilan farqlanuvchi moddalarning mavjud bo'lish hodisasi **izomeriya** deyiladi. Bunday xususiyatga ega bo'lgan moddalar, o'z navbatida, izomerlar nomi bilan ma'lum.

Hozirgi vaqtda ikki xil izomeriya ma'lum:

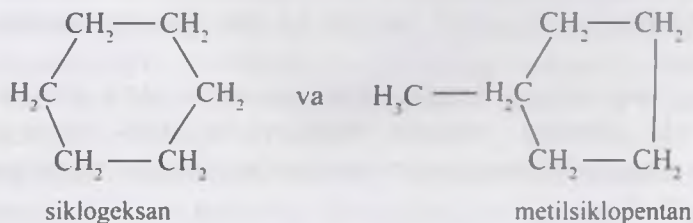
1. Tuzilish izomeriyasi.
2. Fazoviy izomeriya.

Tuzilish izomeriyasi – molekuladagi atomlarning bir-biri bilan qaysi tarzda ketma-ketlikda bog'lanishlarini tavsiflaydi. Tuzilish izomeriyasining bir necha xillari ma'lum.

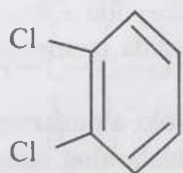
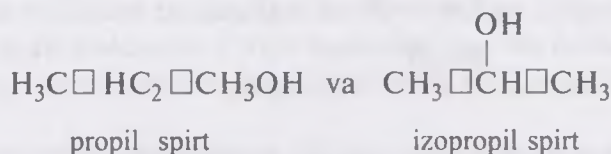
Agar molekularlar strukturasi uni tashkil qiluvchi atomlarning joylanishi bilan farq qilsa, bunday izomeriyaga **skeletizometriya** deb ataladi. Masalan:



Bunday tuzilishdagi izomeriya r soni molekulada uglerod atomlari ortishi bilan ortib boradi, ya'ni C_6H_{14} da 5 ta bo'lsa, $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ da esa 366319 taga yetadi. Vaholanki, hozirgi vaqtda $\text{C}_{100}\text{H}_{202}$ tarkibli birikmalarning mavjudligi ma'lum. C_5H_{12} ning izomerlaridan 2 tasini quyida ko'rsatishimiz mumkin.

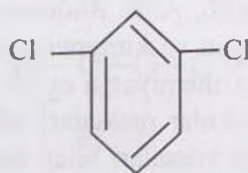


Bir xil tuzilishga ega bo'lgan, lekin funksional gruppalarining fazoda joylanishi bilan bir-biridan farq qiladigan molekullardagi izomeriya **holat izomeriyasi** deb ataladi. Funksional gruppaga $-\text{OH}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$ va boshqalar misol bo'la oladi:



ortodixlorenzol

va



metadixlorbenzol

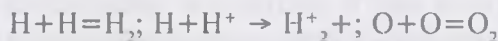
4.4. KIMYOVIY BOG'LANISH

Molekulada atomlarni o'zaro tutib turadigan kuchlar yig'indisiga kimyoviy bog'lanish deb ataladi. Hozirgi davrda kimyoviy bog'lanishning besh turi ma'lum: 1) ion bog'lanish; 2) kovalent bog'lanish; 3) metall bog'lanish; 4) vodorod bog'lanish; 5) Van-der-Vaals kuchlari asosidagi bog'lanish.

Kimyoviy bog'lanishlarning dastlabki uch turi (1, 2, 3) eng kuchli bog'lanishlar hisoblanadi. So'nggi ikki turi esa (4, 5) kuchsiz bog'lanishdir.

Kimyoviy bog'lanish (1–2) yoki valent bog'lanish nazariyasida quyidagi holatlarni oydinlashtirish talab etiladi.

1. Nima sababdan ba'zi atomlar bir-biriga turli sharoitda ta'sirlashganda, chunonchi:



kabi birikmalar hosil qiladi-yu, ba'zi atomlar, masalan, He bilan He, Be bilan Be, He₂ va Be₂ kabi birikmalar hosil qilmaydi?

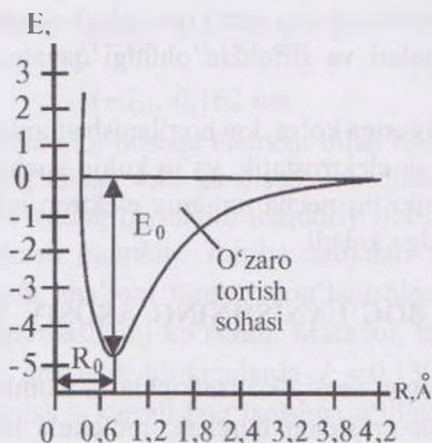
2. Bog'lanish energiyasining mohiyati nimadan iborat?

3. Nima uchun atomlar ma'lum nisbatlarda birikadi?

4. Bog'lanish tabiati – bog'lanish uzunligi va ular orasidagi burchaklar qanday bo'ladi?

Kimyoviy bog'ning vujudga kelishi sababi shundaki, atom yoki ionlar bir-biri bilan bog'langanda ularning umumiy energiya zaxiralari ayrim-ayrim holda bo'lganlaridagiga qaraganda kamroq qiymatga ega bo'ladi, buning natijasida sistema barqaror holatga o'tadi.

Biroq sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda uning energiya zaxirasi kamaysa, bu hodisa sistemaning *energetik afzallik xossasi* deb ataladi. Binobarin, sistemada energetik afzallikning sodir bo'lishi atomlardan molekularning hosil bo'lishiga olib keladi. Kimyoviy bog' – bog' *energiyasi* va *bog' uzunligi* deb ataladigan ikki kattalik bilan tavsiflanadi. Bu kattaliklar molekularning kimyoviy xossalari, shakli (strukturalari) va atomlarning qanday ionlanishini belgilaydi. Masalan: ikkita vodorod atomining o'zaro ta'sirlanishi natijasida H_2 molekulasida hosil bo'ladi. Agar atomlar o'zaro yaqin masofada ta'sir etsa, ular orasida elektrostatik kuchlar vujudga keladi, ya'ni ikkita atomning o'zaro ta'siri natijasida ular orasida ikki xil kuch paydo bo'ladi:



4.1-rasm. Ikki atomli molekula potensial energiyasining o'zgarishi.

E – yadro energiyasi, R_0 – molekulaning hosil bo'lishidagi yadrolararo masofa.

a) birinchi atom yadrosi (H_A) bilan ikkinchi atom elektronlari I S_B orasidagi tortishish kuchi va ikkinchi atom yadrosi (H_B) bilan birinchi atom elektronlari I S_A orasidagi tortishish kuchi (sistema energiyasining kamayishi) sodir bo'ladi;

b) yadrolar – H_A bilan H_B va elektronlar I S_A bilan I S_B orasidagi itarilish kuchlari (sistema energiyasining oshishi) sodir bo'ladi.

Elektronlarning umumiy energiyasi bilan yadrolarning itarilish energiyasi orasidagi munosabatni grafik usulda tasvirlash mumkin (4.1- rasm).

Agar yadrolararo masofa (r) juda kichik bo'lsa, ular orasidagi energiya, asosan, itarilish energiyasini ifodalaydi va uning miqdori cheksizlikka intiladi. Yadrolararo masofaning kattalashishi tortishish kuchining hosil bo'lishiga olib keladi. Natijada energiya minimum qiymatga ega bo'ladi, bu barqaror vodorod H_2 molekulasidagi yadrolararo masofa (r) ni ifodalaydi va sistemadagi energetik afzallikni ko'rsatadi. Yadrolararo masofani aniq r_0 ga teng deb aytish u qadar to'g'ri emas, chunki bunday holat noaniqlik prinsipiga zid keladi. Demak, r_0 – molekulada bo'la olish ehtimolini ifodalaydigan o'rtacha miqdordir, D_e – elektron energiyalarining dissotsilanishi, D_0 – energiyaning muayyan holatdagi dissotsilanish energiyasidir. Bu energiya tajriba

yo'li bilan aniqlanadi. Tajriba natijalari ikki tipdagi kimyoviy bog'lanishni – ion va kovalent bog'lanishning borligini tasdiqlaydi. Ion bog'lanishli molekulalar qutbli eritmalarda eritilganda ionlarga dissotsilanadi. Kovalent bog'lanishli molekulalarda bunday ionlarga dissotsilanish kuzatilmaydi.

Kimyoviy bog'lanish xususiyati o'zaro birikuvchi atomlarning nisbiy elektromanfiyliklari ayirmasiga bog'liq. Agar ikki elementning nisbiy elektromanfiyliklari orasidagi ayirmaning miqdori 1,5–3,3 eV bo'lsa, bu atomlar orasida ion bog'lanish hosil bo'ladi. Agar bu ayirma 1,5 eV dan kichik bo'lsa, u holda atomlar orasida kovalent bog'lanish vujudga keladi.

Kimyoviy bog'lanishda, asosan, valent elektronlar ishtirok etadi. S va p elementlarda valent elektronlar vazifasini eng sirtqi qavatdagi elektronlar, d-elementlarda esa sirtqi qavatning s-elektronlari va sirtqidan oldingi qavatning qisman d-elektronlari bajaradi.

Lyuiss va Kossel nazariyasiga ko'ra, ion bog'lanish atomlarning o'zaro ta'sirlashishi natijasida yuzaga keladigan elektrostatik, ya'ni kulon kuchlari ta'sirida hosil bo'ladi. Ikkita atom orasida bir yoki bir necha umumiy elektron juftlar hosil bo'lishidan esa kovalent bog'lanish vujudga keladi.

4.5. KIMYOVIY BOG'LANISHNING ASOSIY XUSUSIYATLARI

Molekulani tasvirlaydigan asosiy ko'rsatkichlar – atomlar orasidagi bog' uzunligi (yadrolararo masofa), ular orasidagi burchak, molekula hosil bo'lishidagi yadrolar chiziqli va bog' energiyalari molekulaning mustahkamligini belgilaydi. Bog' energiyasi kimyoviy bog'ni uzish uchun sarf qilgan energiyani bildiradi. Molekulani to'liq tavsiflash uchun ulardagi elektronlarning zichligini va energetik pog'onachalar bo'yicha taqsimlanishini bilish kerak.

Bog' uzunligi. Bog' uzunligi d ni tavsiflaydigan atom va ion radiuslari yoki molekula o'lchamini Avogadro soni orqali baholash mumkin. Masalan, bir molekula suvga to'g'ri keladigan hajmni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \left(\frac{18}{6,023 \cdot 10^{23}} \right) = 29,9 \cdot 10^{-24} \text{ sm}^3$$

bu yerda:

$$d_{\text{H}_2\text{O}} = \sqrt{29,9 \cdot 10^{-24}} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ sm} = 0,3 \text{ nm}$$

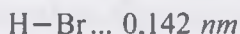
Haqiqiy bog'lanish uzunligi 0,1 nm atrofida bo'ladi. Bog'lanish uzunligini taxminan quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$d_{\text{A-B}} = \frac{(d_{\text{A-A}} + d_{\text{B-B}})}{2}$$

Bu yerda har qaysi atomning atomlararo masofa hosil bo'lishidagi hissasi hisobga olinadi. Shu usul asosida ba'zi molekullarning bog' uzunligi d aniqlangan. Masalan, $d_{H_2}=0,074 \text{ nm}$, $d_{N_2}=0,109 \text{ nm}$, $d_{O_2}=0,121 \text{ nm}$.

Elementlar davriy sistemasida elementlarning atom (ion) radiuslarining ma'lum qonuniyat orqali o'zgarishi yadrolararo masofalarning o'zgarishi bilan bog'liqdir.

Masalan: HX tipidagi molekullar uchun yadrolararo masofalar quyidagicha o'zgaradi:

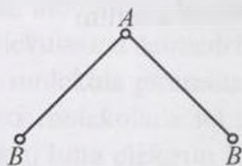


Agar bu qatordagi yodrodni boshqa element bilan (masalan, uglerod bilan) almashtirsak, u holda d ning tabiati «X» ga nisbatan saqlanib qoladi. Shuning uchun ikki atomli molekullarda d ning qiymatini miqdoriy ifodalash uchun solishtirib hisoblash usulidan foydalanish mumkin. Tajriba natijalari valentliklari o'zgarmagan holatda yadrolararo masofa, ma'lum turdagi bog'lanishlarda hosil bo'lgan turli xil birikmalarda amalda o'zgarmasligini ko'rsatdi. Masalan, hamma alifatik birikmalarda $d_{C-C}=0,154-0,158 \text{ nm}$, aromatik birikmalarda $d_{C-C}=0,139 \text{ nm} - 0,142 \text{ nm}$ ga teng bo'ladi. Birlamchi bog'lanish – karrali bog'lanishga o'tilganda, bog'lanishning mustahkamligi ortishi sababli yadrolararo masofaning qisqarishi kuzatiladi. Agar $d_{C-C}=0,154 \text{ nm}$ bo'lsa, $d_{C=C}=0,134 \text{ nm}$, $d_{C\equiv C}=0,120 \text{ nm}$ va hokazo bo'ladi.

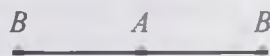
Valent burchaklar. Valent burchaklarning qiymati atomlar va bog'lanish tabiatiga bog'liq. Agar barcha ikki atomli A_2 yoki AB tipidagi molekullarni quyidagicha tasvirlasak:



u holda uch atomli, to'rt atomli va boshqa murakkab molekullar turli konfiguratsiyaga ega bo'lishi mumkin. Masalan, uch atomli molekullar to'g'ri chiziqli shaklga ega bo'lishi mumkin:



$$B < B A B < 180^\circ$$

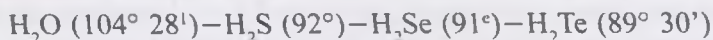


$$\angle B A B = 180^\circ$$

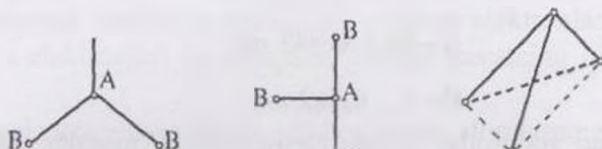
Birinchi tipdagi molekullarga tarkibida davriy sistemaning II gruppasida joylashgan ba'zi elementlar bo'lgan birikmalar (masalan, $BeCl_2$, $ZnBr_2$, CdX_2), bir qator CO_2 , CS_2 ga o'xshash molekullar va yadrolar aromasofalari bir xil bo'lmagan, le-

kin elektron konfiguratsiyalari o'xshash bo'lgan (masalan, HCN) molekular misol bo'la oladi.

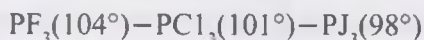
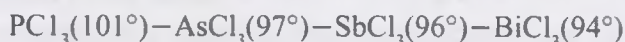
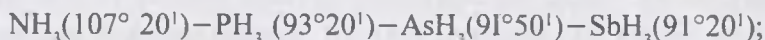
Ikkinchi tipdagi molekullarga VI gruppning p-elementlari hosil qilgan birikmalar (SO_2 , H_2O va hokazo) misol bo'ladi. Grappa bo'yicha bir-biriga o'xshash molekullarda BAB ma'lum qonuniyat bilan o'zgaradi. Bunga misol qilib quyidagi qatorni olish mumkin:



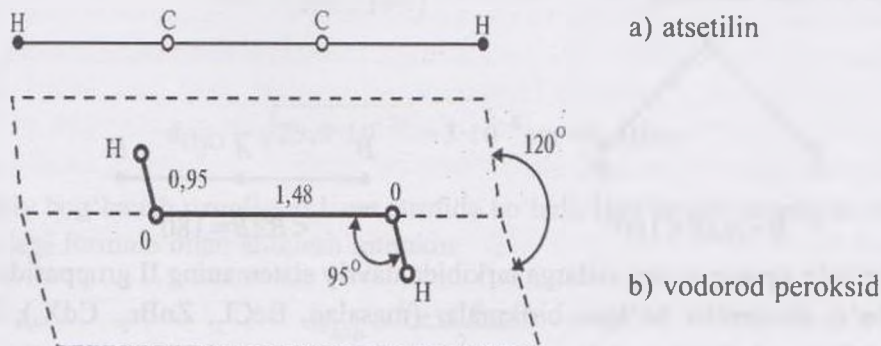
To'rt atomli AB_3 tipidagi molekularlar bir tekis yoki piramida shaklida bo'lishi mumkin:



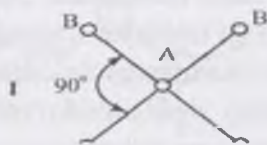
AB_3 tipidagi molekullarning tuzilishi turlari. Birinchi tip molekullarga III grappa elementlarining birikmalari (BCl_3 , AlBr_3); ikkinchi tip molekullarga ClF_3 kabi birikmalar: uchinchi tip molekullarga ba'zi (NO_3 , CO_3^{2-} kabi) ionlar misol bo'ladi. Ko'pgina hollarda atomlar molekullarda bir tekis joylashmaganligini kuzatish mumkin. Piramida shakliga ega bo'lgan NH_3 , PCl_3 va boshqa birikmalarni V gruppning p-elementlari hosil qiladi. Bunday hollarda ham atomlar orasidagi burchaklarning qator bo'yicha ma'lum qonuniyat bilan o'zgarib borishi kuzatiladi, masalan:



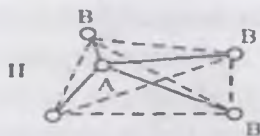
To'rt atomli molekullarda valent burchaklari turli qiymatlarga ega bo'ladi. Buni atsetilin va vodorod peroksid misolida ko'rish mumkin:



Besh atomli AB_4 tipdagi molekular shakli quyidagicha bo'ladi:



$$< BAB = 90^\circ$$



$$< BAB = 109,5^\circ$$

Rasmdagi AB_4 tipdagi molekular juda kam uchraydi, bunga ($PdCl_4^{2-}$) ionini misol qilib ko'rsatish mumkin. Ikkinchi tipdagi, ya'ni atomlarning tetraedrik joylashgan molekulari juda ko'p tarqalgan. Bunday birikmalarga uglerod va IV gruppada joylashgan uning analoglari hosil qilgan birikmalar kiradi. SO_3^{2-} ion ham shunday tetraedr tuzilishga ega. Bunda lokallangan elektron juftlarining itarilish modellari asos qilib olinadi.

Bog'lanishda ishtirok etayotgan har qaysi atomning atrofini o'rab olgan elektron juftlar (Lyuis formulasida bular ikki nuqta bilan belgilanadi) **elektron bulutlar** deb ataladi. Bu elektron bulutlarning itarilishi natijasida elektronlar mumkin qadar bir-birlariga nisbatan uzoqroq joylashishga intiladi, u holda elektron bulutlari bir-birlariga bir xil ta'sir etadi deb hisoblab, ularni quyidagicha taqsimlash mumkin.

Elektron bulutlarning soni va joylashishi	
2	Chiziqli HCN , CO_2
3	Uchburchak H_2O , O_3 , NO_2^-
4	Tetraedrik CH_4 , SO_4^{2-} , NSF_2
5	Trigonal piramida NH_3 , SO_3^{2-}
6	Oktaedrik SF_6 , PCl_6^- , $JO(OH)_3$
7	Yetti qirrali – ya'ni qo'shimcha tomonli oktaedrik tuzilishga ega

«Tetraedrik» va hokazo so'zlar molekulaning markazga joylashgan atomga nisbatan qirralar bo'ylab yo'nalgan elektron bulutlarining qoplanishini anglatadi. Agar molekulada bog'lanishda ishtirok etmaydigan taqsimlanmagan elektron juftlar mavjud bo'lsa, atomlar joylanishi boshqacha konfiguratsiyaga ega bo'ladi. Masalan, ammiak molekulasida tetraedrik joylashgan to'rtta elektron juftning mavjud bo'lishiga qaramay, molekula piramida tuzilishiga ega bo'ladi.

Chunki molekulada tetraedrik elektron juftlarning hammasi atomlar bilan band bo'lmasdan, bitta elektron juft bo'sh qolgan birikmalar 4.2-rasmda ko'rsatilgan.

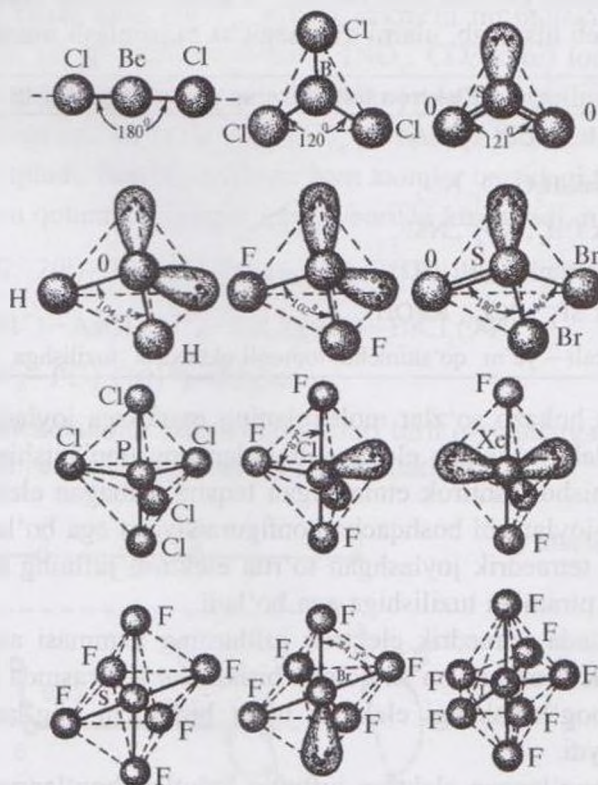
1. Ikkilamchi bog'lanishdagi elektron bulut birlamchi bog'lanishga qaraganda katta hajmni egallaydi.

2. Atom bilan bog'langan elektron juftning bulutlari bog'lanmagan elektron bulutlarga qaraganda kam hajmni egallaydi, chunki birinchi holatda atomlarning o'zaro ta'siri vujudga keladi.

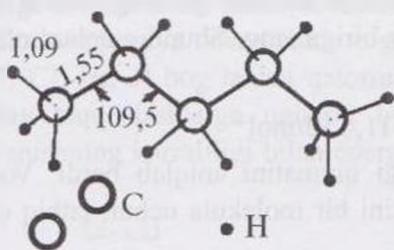
3. Agar markaziy atom bilan birikkan atom qanchalik elektromanfiy bo'lsa, markaziy atom elektron juft uchun shunchalik kam hajm talab qiladi. Bunday ma'lumotlar oddiy modellardan chetga chiqish hollarini yaxshi izohlaydi. Yuqorida keltirilgan usul turli molekular tuzilishini tasvirlashda katta ahamiyatga ega. Har xil molekularning bu usul bilan aniqlangan tuzilishi quyidagi shakllarda ko'rsatilgan (4.2-rasm). Shakllarda keltirilgan konfiguratsiyalarning oddiy modellarini taqqoslab, ularga aniqlik kiritish taklif qilinadi.

Alifatik organik birikmalarda C—C bog'lanish uzunligi 0,154 nm ga, C—C bog'lanish orasidagi valent burchagi esa $109^{\circ}28'$ (metan qatoridagi uglevodorodlar sinig chiziqli zanjir hosil qiladi) ga teng bo'ladi. Quyida misol tariqasida normal pentan molekulasining tuzilishi tasvirlangan (4.3-rasm).

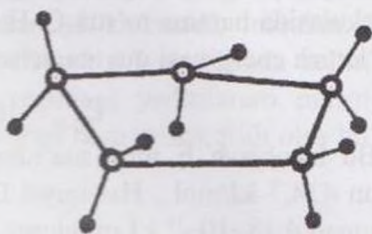
To'yingan sikl uglevodorodlarda C—C va C—H bog'lanish uzunligi yuqorida ko'rsatilgan qiymatga ega, biroq ularda valent burchaklar o'zgargan. Bu o'zgarish siklda kuchlanishning hosil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun siklopentan molekulasini tetraedrik burchakka ega bo'lib, undagi to'rtta uglerod atomlari bitta tekislikka beshinchi atom esa taxminan 0,05 nm yuqorida joylashgan (4.4-rasm).



4.2-rasm. Elektron juftlarining ta'sirlanish modeli asosida turli molekularning hosil bo'lishini tushuntirish sxemasi.

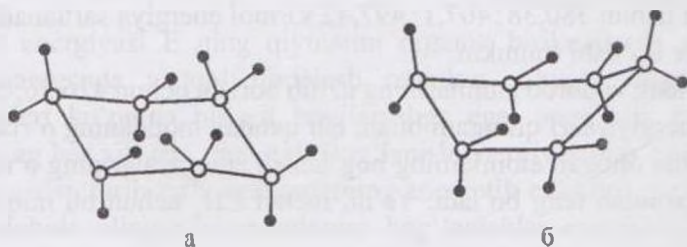


4.3-rasm. H – pentan
molekulasining tuzilishi.



4.4-rasm. Siklopentan
molekulasining tuzilishi.

Siklogeksan molekulasini bir tekis joylashgan tetraedrik valent burchakli tuzilishga ega. Bu yerda u ikki ko'rinishda bo'lishi mumkin (4.5-rasm). Birinchi tuzilish ehtimolga yaqin hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan uglerod birikmalari misolida birgina uglerod elementi uchun valent burchaklar har xil birikmalarda turli qiymatga ega ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Valent burchakni aniqlash uchun elektronografik, rentgenografik, spektral usullardan tashqari dipol momentini o'lchash usulidan ham foydalanilmoqda.



4.5-rasm. Siklogeksan molekulasining tuzilish formulalari.

Bog'lanish mustahkamligi. Kimyoviy bog' mustahkamligi uni uzib yuborish uchun zarur bo'lgan energiya miqdori bilan, yoki bir nechta atomlar birikib molekula hosil qilishida ajralib chiqqan barcha energiyalar yig'indisi bilan belgilanadi. Kimyoviy bog'ni uzib yuborish energiyasi (dissotsilanish energiyasi) har doim musbat qiymatga, bog' hosil bo'lish energiyasi esa miqdor jihatidan bog'ni uzish energiyasiga teng bo'lib, manfiy qiymatga ega bo'ladi. Ikki atomli molekullarda bog'lanish energiyasi miqdor jihatidan dissotsilanish energiyasiga teng bo'ladi. Ko'p atomli, bir xil bog'lanish tipiga ega bo'lgan molekullarda (masalan, AB tipidagi molekullar uchun) o'rtacha bog'lanish energiyasi n ta atom birikib ajratib chiqargan umumiy energiyaning $1/n$ qismiga teng bo'ladi.

Masalan;



Bu jarayonda yutilgan energiya miqdori 1645,8 kJ/mol ga teng. Lekin metan molekulasida hamma to'rtta C-H bog'lanish bir-biriga teng. Shuning uchun o'rtacha bog'lanish energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{C-H} = 1645,8 : 4 = 411,4 \text{ kJ/mol}$$

Bu hisoblash E ning ma'lum masshtabdagi qiymatini aniqlab berdi. Vodorod uchun 434,7 kJ/mol. Har qaysi E ning qiymatini bir molekula uchun tatbiq qilsak, taxminan 4,18–10⁻¹⁹ kJ miqdorga ega bo'lamiz.

Agar atomlar AB_n molekuladan birin-ketin uzilib chiqadi deb faraz qilsak, u holda molekulalarning dissotsilanish sistmadagi yadro va elektron konfiguratsiyalarining o'zgarishiga sabab bo'ladi. Natijada molekula tarkibiga kiruvchi atomlarning ta'sirlanish energiyalari o'zgaradi. Masalan: metanda C-H orasidagi burchaklar 109°28 ga teng bo'lgani holda CH₃ orasidagi burchak 120° atrofida bo'ladi, u holda metandagi tetraedik gruppaga tekis tuzishga ega bo'lgan metil radikaliga aylanib ketadi. Shuning uchun B atomlarning AB_n molekuladan birin-ketin ajralib chiqish energiyasi bir xil bo'lmaydi. Bunday hollarda turli manzara kuzatilishi mumkin. Bunga H₂O molekulasini misol qilib olish mumkin. Bitta vodorod atomi uzib olish uchun 426,36 kJ/mol energiya (OH – radikalining mustahkamligi) sarf qilinadi. Ba'zi molekulalarda bir atom uzilishi bilan energiya ortib boradi. Masalan, AlCl₃ molekulasidan xlor atomlarining uzilishi uchun 380,38 : 407,1 : 497,42 kJ/mol energiya sarflanadi. Bundan ham murakkab hollar bo'lishi mumkin.

Lekin metandan vodorod atomlarining uzilib borishi uchun 426,36; 367,84; 517,52; 334,4 kJ/mol energiya sarf qilingani bilan, har qanday moddaning o'rtacha bog'lanish energiyasi alohida olingan atomlarning bog'lanish energiyalarining o'rtacha arifmetik qiymatlariga taxminan teng bo'ladi. Ya'ni, metan CH₄ uchun bu miqdor quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_{C-H} = \frac{426,36 + 367,84 + 517,52 + 334,4}{4} = 411,4 \text{ kJ/mol.}$$

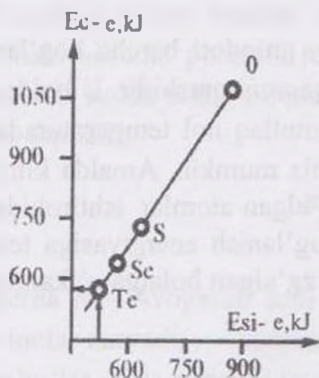
Ko'pgina atomlarning uzilish energiyalari noma'lum bo'lgani uchun, bunday hisoblarni farqi ayrim hollardagina bajarish mumkin.

Agar molekula ikki va undan ortiq turdagi atomlardan tarkib topgan bo'lsa, u holda bog'lanish energiyasining o'rtacha arifmetik qiymati dissotsilanish energiyasiga to'g'ri kelmaydi. Bundan tashqari, molekula turli xil bog'lanishlardan iborat bo'lsa, har qaysi alohida olingan bog'lanish uchun E ning qiymati ham turlicha bo'ladi. Bu miqdor atomlardan molekulalar hosil bo'lishi energiyasini hisoblashga imkon beradi. Masalan, uglerod va vodorod atomlarining birikishidan olingan pentan molekulasi-ning hosil bo'lish energiyasini quyidagi tenglama bilan aniqlash mumkin (bu hisoblash taxmini bo'lib, tajriba natijalari asosida aniqlik kiritiladi):

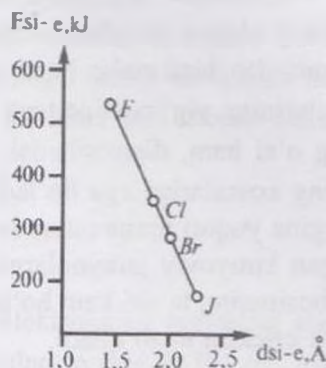
$$E_{C_4H_{12}} = 4E_{C-C} + 12 E_{C-H}$$

Endi E qiymatini bir qatorga joylashgan moddalarning boshqa xossalari bilan taqqoslab ko'ramiz. Yuqorida aytib o'tilganidek, bog'lanish energiyasi bog'lanish

uzunligi ortishi bilan kamayib boradi. Birinchi tasavvurda bir-biriga o'xshash elementlarda energiya kamayishi to'g'ri chiziqli ekanligi ko'rinadi, masalan: C-E (E-F, Cl, Br, J) bog'lanish qatorini taqqoslash (4.6- va 4.7-rasmlar)da keltirilgan. Bunday taqqoslashlarga uglerod bilan uglerod orasidagi yadrolararo masofa va bog'lanishning karraliligi bilan energiya o'zgarishlarini ham misol qilib olsa bo'ladi.

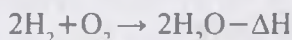


4.6-rasm. Kremniy va uglerod birikmalarining bog'lanish energiyalari grafi.

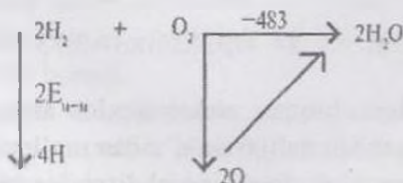


4.7-rasm. Kremniy bilan galogenlar birikmalari bog'lanish energiyasi va bog'lanish uzunligi orasidagi munosabat.

Bog'lanish energiyasi E ning qiymatini organik birikmalarda anorganik birikmalardagiga qaraganda yaqqol ifodalash mumkin. Chunki, organik birikmalarining molekullari ko'pgina bir xil bog'lanishga ega, anorganik birikmalarda esa bog'lanishlarning har xil tipi mavjud. Bog'lanish energiyasini o'lchaydigan usullardan foydalanmasdan turib turli jarayonlarning energetik effektini spektral analiz qilib yoki barcha alohida olingan elementlararo bog'lanishlar energiyasini bilgan holda ham hisoblash mumkin. Masalan, vodorodning yonish reaksiyasida 475,2 kJ energiya ajralib chiqadi:



Bu jarayon quyidagicha sodir bo'ladi. Birinchi navbatda H-H va O-O bog'lanishlar uziladi, hosil bo'lgan atomlar bir-biri bilan birikib, H_2O molekulasini hosil qiladi.



U holda energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$2E_{H-H} + E_{O-O} - 4E_{O-H} = 475.5 \text{ kJ}$$

Bu yerda ikki bog'lanish energiyasini bilgan holda uchinchi bog'lanish uchun E ni topishimiz mumkin:

$$E_{O-H} = \frac{(2E_{H-H} + E_{O-O} + 475,2)}{4}$$

Bu tenglamaga $E_{O-H} = 431,8$ va $E_{O-O} = 493,2$ kJ/mol miqdorlarini qo'yib, $E_{OH} = 458,0$ kJ/mol ekanligini topamiz.

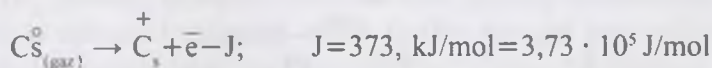
Atomlardan birikmalar hosil bo'lishidagi energiya miqdori barcha bog'lanishlar energiyalarining yig'indisiga teng bo'lib, ish oralari qarama-qarshidir. U holda molekulaning o'zi ham, dissotsilanish mahsulotlari ham mutlaq nol temperaturada ideal gazlarning xossalriga ega bo'ladi deb faraz qilishimiz mumkin. Amalda kimyogarlarning ko'pgina yuqori temperaturada, bosimda va qo'zg'algan atomlar ishtirokida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarga duch keladilar. Bog'lanish energiyasiga temperatura va bosimning ta'siri kam bo'lsa-da, atomlarni qo'zg'algan holatga o'tkazish katta energetik effektni talab qiladi.

4.6. ION BOG'LANISH

Ion bog'lanish elektrostatik nazariya asosida tushuntiriladi. Bu nazariyaga muvofiq, atomning hosil bo'ladigan qarama-qarshi zaryadli ionlari elektrostatik kuchlar ta'sirida o'zaro tortishib, barqaror sistema hosil qiladi. Bunday barqaror sistemaning hosil bo'lishida ta'sir etuvchi atomlar elektrostatik energiyasining o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Bu xildagi energiyani quyidagi atomlar: a) elektron yo'qotgan atomlar, ya'ni musbat zaryadlangan ionlar – kationlar; b) elektron biriktirib olgan atomlar, ya'ni manfiy zaryadlangan ionlar – anionlar hosil qilishi mumkin.

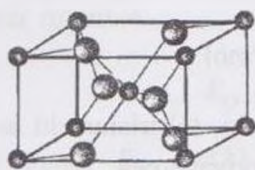
Birinchi xil atomlar elektr valentligi ion zaryadiga teng bo'lsa **elektromusbat atom**, ikkinchi xildagilar esa **elektrmanfiy atomlar** deb ataladi. Gaz holatdagi seziy va xlor atomlarining ta'sirini ko'rib chiqaylik. Atomlarning ionlarga aylanishi ikki energetik jarayon natijasida sodir bo'ladi.

Birinchi – seziy atomi o'zining $6s$ – orbitalidagi elektronni chiqarib, ion holiga o'tishi uchun ma'lum miqdorda energiya olishi kerak. Bu energiya **ionlanish energiyasi** deb ataladi va J harfi bilan belgilanadi:

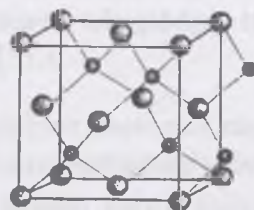


Ikkinchidan, seziy atomidan chiqqan elektron xlor atomidagi $3p$ – orbitalida joylashgan elektron bilan juftlashishi natijasida o'zidan ma'lum miqdordagi energiyani chiqarishi kerak. Bu energiya xlor atomining **elektronga moyilligi** deb ataladi va u E harfi bilan belgilanadi:

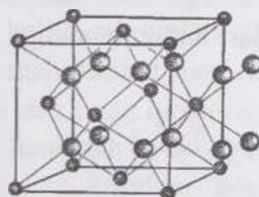




Rutil minerali – TiO_2



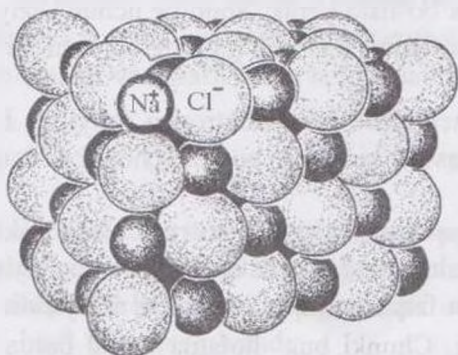
Vyursit minerali – ZnS



Flyuorit (CaF_2)
minerali

4.8-rasm. Kristallik tuzilishga misollar.

Qattiq holatda ionlar juda zich joylashadi (4.8- va 4.9- rasmlarga qarang), chunki har qaysi ion o'ziga qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni mumkin qadar ko'p tortib olishga intiladi. Markaziy ion bilan qarama-qarshi zaryadlangan ion hosil qilgan bog'lanish ayni ionning koordinatsion soni deyiladi. Ion bog'lanish elektrostatik ta'sir natijasida hosil bo'lgani uchun yo'naluvchanlik xossasini namoyon qilmaydi. Chunki ion qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni qanday holatda turishidan qat'i nazar, o'ziga tortadi. Shuning uchun ion bog'lanishli kristallar faqat turli ionlarning geometrik joylanishi va ular orasidagi masofa bilan tavsiflanadi. Ionlar o'lchamining koordinatsion soni bog'lanishda ishtirok etayotgan ionlar radiuslarining nisbati bilan belgilanadi. Kation va anion radiuslarining farqi qancha katta, ya'ni $r_{\text{kation}} < r_{\text{anion}}$ bo'lsa, koordinatsion son shuncha kichik bo'ladi.



4.9-rasm. Natriy xlorid (NaCl) da ionlar joylashuvi.

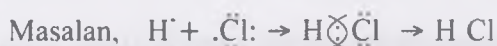
1. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} > 0,73$ bo'lsa, koordinatsion son 8 ga teng bo'ladi.
2. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} = 0,73$ dan 0,41 gacha bo'lsa, koordinatsion son 6 ga teng bo'ladi.
3. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} < 0,41$ bo'lsa, koordinatsion son 4 ga teng bo'ladi.

Tajribada faqat ionlararo masofa – r aniqlanadi, kation va anionlar radiusi esa turli usullar bilan hisoblab topiladi.

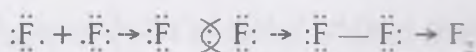
4.7. KOVALENT BOG'LANISH

Ion bog'lanish nazariyasi bilan faqat ishqoriy metall galogenidlari va shunga o'xshash moddalarning tuzilishini tushuntirish mumkin. Lekin H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 kabi oddiy moddalarning tuzilishini izohlab bo'lmaydi. Bu xil moddalarning tuzilishi 1916-yili Lyuis yaratgan kovalent bog'lanish nazariyasi asosida tushuntiriladi.

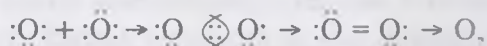
Lyuis nazariyasiga ko'ra, har qaysi ikki atom o'zaro kimyoviy bog'langanda, shu ikkala atomdan bittadan elektron ishtirok etishi natijasida hosil bo'lgan elektron juft ikkala atomga tegishli bo'lib qoladi. Bu nazariya tashqi elektron qavatida sakkizta elektron bo'lgan atomlarning barqaror bo'lishiga asoslangan. Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etadigan atomlarning elektronlari juftlashib, bir yoki bir necha elektron juftlar hosil bo'ladi. Har qaysi atom uchun aloqador bo'lgan elektron juftlar hisobiga o'zlarining sirtqi qavatini sakkizta elektronga to'ldirib barqarorlashadi:



Har qaysi atomning umumiy juft uchun beradigan elektronlari sxemada nuqta bilan tasvirlangan, HCl molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida joylashib qolish bilan barqaror konfiguratsiya hosil qiladi. Ftor atomida sakkiz elektronli qavat hosil bo'lishi uchun bitta elektron yetishmaydi:



Kislorod atomida sakkiz elektronli qavat hosil bo'lishi uchun ikkita elektron yetishmaydi:



Azot atomida sakkiz elektronli qavat hosil qilish uchun uchta elektron yetishmaydi. Shuning uchun ikki azot atomi birikib, barqaror molekulaga aylanishi uchun uchta elektron juft hosil bo'ladi:



Lengmyur nazariyasiga muvofiq birikuvchi atomlar orasida hosil bo'ladigan elektron juftlar soni element valentligini ko'rsatadi.

Lyuis va Lengmyurning kovalent bog'lanish haqidagi elektron nazariyasi murakkab bo'lmagan moddalardagi kimyoviy bog'lanish tabiatini izohlab berdi. Lekin murakkab moddalardagi bog'lanishning tabiatini tushuntirib bera olmadi. Faqat kvant nazariyasi yaratilgandan keyingina kimyoviy boglanishni to'liq izohlash imkoniyati tug'ildi. Hozirgi vaqtda kvant nazariyasi asosida kimyoviy bog'lanish tabiatini tushuntirish uchun ikkita usuldan foydalaniladi:

1. Atom orbitallar (AOU) yoki valent bog'lanishlar usuli.
2. Molekular orbitallar usuli (MOU).

Atom orbitallar usuli. Atom orbitallar usuli bilan kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini tushuntirish nazariyasi 1927-yilda Geytler va London tomonidan yaratildi. Bu nazariyaga muvofiq molekulada elektronlar atom orbitallarida joylashgan bo'ladi. Agar atom orbitalida elektron bulutlari bir-birini qoplasa, u holda elektronlar qaysi atom orbitalida bo'la olishini aniq aytish mumkin emas. Chunki elektronlar xossalari jihatidan bir-biridan farq qilmaydi. Demak, elektronlarning chiziqli funksiyasi molekuladagi elektronlar har qaysi atomda ham bo'la olishi mumkinligini ifodalaydi. Atom orbitallar usuli bilan kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini tushuntirishda, asosan, quyidagi to'rtta shart nazarda tutiladi:

O'zaro birikuvchi atomlarda elektronlarning spinlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lishi kerak, chunki antiparallel spinli ikki elektron bir-biriga yaqinlashganda, ularning elektron bulutlari bir-birini qoplaydi. Natijada shu ikki elektron bir-biri bilan juftlashadi.

Bir-biriga ta'sir etuvchi atomlarning elektron bulutlari bir-birini qoplashi kerak.

Agar birikuvchi atomlardagi elektronlarning bulutlari o'zaro burchaklarga ega bo'lsa, birikish natijasida hosil bo'lgan molekulada ham atomlar yo'naluvchan valentliklar namoyon qiladi.

Valent bog'lanishlar hosil bo'lishida ayni atomning turli orbitallari gibridlana oladi.

Vodorod molekulasining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Ikki atom birikib molekula hosil bo'lishida kvant nazariyasini tatbiq qilish uchun ikki elektronning shunday chiziqli funksiyasi (φ) ni tanlab olish kerakki, hisoblash natijasida sistema eng kam energiyaga ega bo'lsin.

Agar «A» va «B» vodorod atomlari bir-biridan juda uzoqda turgan bo'lsa, u holda (1 va 2) elektronlarning harakati juda oz darajada o'zgaradi. Bu holda elektronlarning chiziqli funksiyasi alohida olingan φ_A va φ_B atomlar ko'paytmasiga teng bo'ladi. Ikki atomdan tuzilgan sistemaning to'liq funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi = \varphi_A \varphi_B$$

(p) funksiya elektronlarning sistemada bo'la olish ehtimolligi (koordinatsiyasi) ni ifodalaydi. Elektronlar bir xil bo'lgani uchun birinchi elektron (1) V atom yadrosi atrofida va ikkinchi elektron (2) A atom yadrosi atrofida harakatlanishi ham mumkin. U holda sistemaning to'liq funksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\varphi = \varphi_A \varphi_B$$

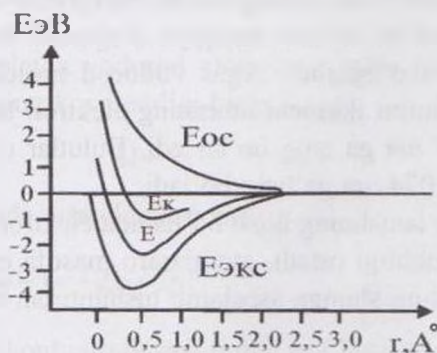
Bu ikki funksiya miqdori jihatidan bir-biriga teng.

Yuqorida keltirilgan tenglamalar asosida aniqlangan sistema energiyasi to'liq funksiyasining (E_k) grafik tasviri 4.11-rasmda ko'rsatilgan.

4.10-rasmdan ko'rinib turibdiki, hosil bo'lgan vodorod molekulasida barqaror, lekin tajribada aniqlangan potensial energiya (e_{ta}) nazariy potensial energiyadan farq qiladi.

Geytler va London tajribada topilgan energiyani nazariy energiyaga yaqinlashtirish uchun sistemaning chiziqli kombinatsiya funksiyasini ifodalaydigan tenglamani taklif qildilar:

$$\varphi = C_1 \varphi_{Ai} \cdot \varphi_{B2} + C_2 \varphi_{B1} \cdot \varphi_{Ai}$$



4.10-rasm. Vodorod molekulası potensial energiyasining o'zgarishi.

Bu yerda C_1 va C_2 – sistemaning to'liq funksiyasi minimal qiymatga ega bo'lgan vaqtidagi o'zgarma koeffitsientlar.

Bu tenglama asosida topilgan sistemaning energiya funksiyasi $E E_k$ ga qaraganda tajribada topilgan energiya E_{exp} ga juda mos keladi. Bu tenglama ikki xil yechimga ega:

1. Agar $C_1 = C_2$ bo'lsa yoki $C_2 = -C_1$ bo'lsa, u holda elektronlarning to'liq funksiyasi ikki xil bo'ladi:

$$\varphi_s = C[\varphi_{Ai}; \varphi_{B2} + \varphi_{B1}; \varphi_{Ai}]$$

$$\varphi = C[\varphi_{Ai}; \varphi_{B2} \cdot \varphi_{B1}; \varphi_{Ai}]$$

Birinchi funksiya φ_s yadro va elektronlarning koordinata o'qlariga nisbatan simmetrik funksiyasi, φ_A – antisimmetrik funksiya deb ataladi. φ_s va φ_A funksiyalar miqdori kvant sonlar bilan ifodalanadi.

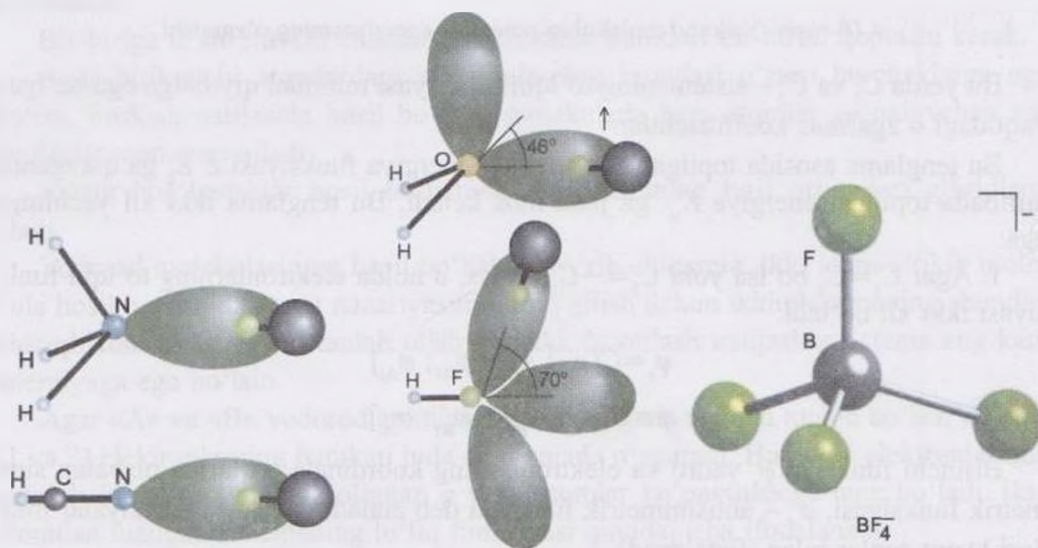
Agar elektronlar molekulada simmetrik φ_s – funksiya bilan ifodalansa, har xil spinli kvant soniga ega bo'ladi, ya'ni elektronlarning harakati turli yo'nalishda antiparallel spinli bo'ladi.

Agar elektronlar molekulada antisimmetrik φ_A – funksiya bilan tavsiflansa, elektronlarning harakati parallel spinga ega bo'ladi. Bunday holatda elektronlar buluti yadrolar orasida zichlana olmaydi, yadrolar bir-biridan uzoqlashadi, natijada ikki atom o'zaro birikib molekula hosil qilmaydi.

Antiparallel spinga ega bo'lgan ikki elektron ikkala yadro o'rtasida harakatlana olishi mumkin. Natijada yadrolararo fazoda elektron bulutlarining zichligi ortadi. Ikki yadro orasida katta manfiy zaryadga ega bo'lgan soha vujudga keladi va u musbat zaryadli yadrolarni jipslashtiradi. Demak, bir-biriga ta'sirlanuvchi atomlar orasida kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishini yadrolar orasida hosil bo'lgan elektron bulut-

larning zichligi ortishi natijasida elektronlar potensial energiyasining kamayishi bilan tushuntirish mumkin. Masalan, antiparallel spinli ikki vodorod atomi bir-biriga yaqinlashib atomlararo masofa $r=0,074 \text{ nm}$ ga yetganda sistemaning potensial energiyasi minimal qiymatga ega bo'lib, $4,48 \text{ eV}$ ga teng bo'ladi. Demak, vodorod molekulasida bog'lanish uzunligi $r = 0,074 \text{ nm}$ va bog'lanish energiyasi $4,48 \text{ eV}$ ga teng bo'ladi. Atomlardan molekula hosil bo'lishida energiya o'zgarishi bilan bir vaqtda elektron bulutlarning zichligi ham o'zgaradi. Agar vodorod molekulasi hosil bo'lganida bir atomning elektron bulutini ikkinchi atomning elektron buluti qoplamaganda edi, yadrolararo masofa $0,087 \text{ nm}$ ga teng bo'lar edi. Bulutlar o'zaro qoplanishi sababli bu masofa qisqaradi va $0,074 \text{ nm}$ ga teng bo'ladi.

Demak, kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida elektronlar buluti bir-birini qoplashi natijasida ularning zichligi ortadi, atomlararo masofa esa kamayadi. Murakkab moddalarning hosil bo'lishini shunga asoslanib tushuntirish mumkin. (4.11-rasm.)



4.11-rasm. NH_3 , H_2O , HCN , HF – birikmalari oriyentatsiyasidan ko'rinishlar.

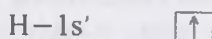
4.8. ATOMLARDA VALENTLIK HOLATLARI VA MAKSIMAL KOVALENTLIK

Elementlarning kovalent bog' hosil qilish xususiyati ularning **kovalentligi** deb ataladi. Kovalentlik yakka elektronli orbitallar sonigagina emas, balki ayni bog'lanishda ishtirok etadigan barcha elektron orbitallar soniga bog'liq. Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida elektronlar bilan band bo'lmagan orbitallar va juft elektronli pog'onachalar soni katta ahamiyatga ega.

Har qaysi element o'ziga xos maksimal kovalentlik namoyon qiladi. Ko'p hollarda element atomining elektron konfiguratsiyasi asosida kutilgan kovalentligi uning tajribada kuzatiladigan kovalentligiga to'g'ri kelavermaydi. Bunda kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida yuzaga chiqadigan energiya o'zgarishlari ham nazarda tutiladi.

Tajribada kuzatiladigan valentliklarning paydo bo'lishini valent bog'lanish asosida ko'rib chiqamiz.

Vodorod. Normal holatda vodorod atomida birgina juftlanmagan elektron bor. Shuning uchun vodorodning kovalentligi birga teng:



Berilliy. Asosiy holatda 4 ta elektron bor:



Berilliyning elektron konfiguratsiyasi uning nol bo'lishini ko'rsatadi. Lekin tajriba berilliyning ikki ekanligini tasdiqlaydi. Bunga sabab, berilliy atomi miqdorda energiya yutgandan keyin, u qo'zg'alib, pog'onasidagi juft elektronlar yakkalangan holatga

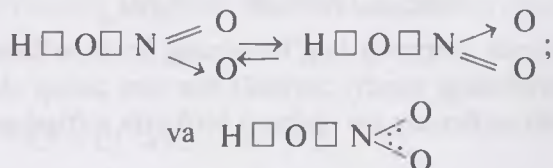


Bu holatda atomning valentligi ikkiga teng atomdagi elektronning qo'zg'alishi uchun zarur energiya kimyoviy bog'lanish hosil bo'lganda chiqadigan energiya hisobiga qoplanadi.

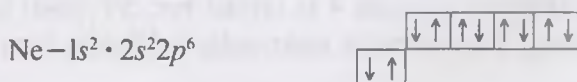
Azot. Azot atomining elektron tuzilishida uchta juftlashmagan elektron bor. Shuning uchun uning valentligi uchga teng.



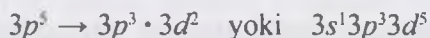
Azot atomi qo'zg'algan holatga o'tishi uchun, ya'ni elektronlarni $n=3$ bo'lgan energetik pog'onachaga o'tkazish kerak. Ammo bu jarayon juda ko'p energiya talab qiladi va uni kimyoviy bog'lanish energiyasi qoplay olmaydi. Hatto, nitrat kislotada ham 4 ta kovalent va 1 ta ion bog'lanish mavjud bo'lib, oksidlanish darajasi beshga teng.



Neon. Neon atomida esa toq elektronlar yo'q. Shuning uchun neonning kovalentligi nolga teng:

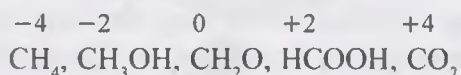


Demak, ikkinchi davr elementlarining kovalentligi, ya'ni ular hosil qila oladigan kovalent bog'lanishlar soni to'rt dan oshmaydi, bittali bo'lishi mumkin. Lekin uchinchi davr p – elementlarining kovalentligi 6 ga teng bo'lishi mumkin. Chunki III davr elementlari atomlarida bitta $3s^2$, uchta $3p$ va ikkita $3d$ orbitallari bog' hosil qilishda ishtirok eta oladi:



Katta davrlarning d -elementlarida valentlikning hosil bo'lishida sirtqi qavatlardagi beshta d -orbital, bitta s -orbital va uchta p -orbitallar ishtirok etadi. Shuning uchun bu elementlarning maksimal kovalentligi 9 ga teng bo'ladi. Maksimal kovalentlik f -elementlarda 9 dan ortiq bo'lishi mumkin.

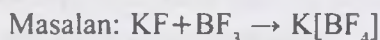
Lekin kovalentlik (valentlik) bilan elementlarning oksidlanish darajalari orasida farq bor. Kovalentlik – kimyoviy bog'lanish, ya'ni atomlar uchun umumiy elektron juft hosil qilishda ishtirok etayotgan yakka elektronlar va taqsimlanmagan elektron juftlari soni bilan belgilanadi. Oksidlanish darajasi esa elektronlarning atomlardan elektr manfiyligi kuchli bo'lgan atomlarga siljishi tufayli hosil bo'lgan rasmiy (formal) elektron zaryadlari bilan belgilanadi. Masalan, biz yuqorida uglerodning kovalentligi to'rtga tengligini ko'rib o'tgan edik, lekin uglerodning oksidlanish darajasi -4 dan $+4$ gacha o'zgaradi:



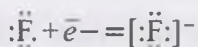
4.9. KOVALENT BOG'LANISHNING DONOR-AKSEPTOR MEKANIZMI

Kovalent bog'lanishni hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi esa atomda bo'lishi shart emas.

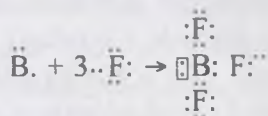
Elektronlar o'zaro birikuvchi atomlarining birida bo'lib, ikkinchi atomda bo'sh orbitallar mavjud bo'lsa, natijada bog'lanish hosil bo'lishi uchun o'zining elektron juftini beradigan atom yoki ion-donor, elektron juftni o'zining bo'sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki ion-akseptor deb ataladi.



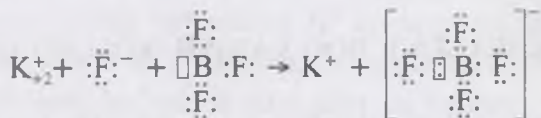
Yuqoridagi reaksiyada kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Bu reaksiyada KF tarkibidagi manfiy zaryadli fluor ioni tashqi elektron qavatida 8 ta elektronga ega, chunki birikmada bir elektron biriktirib juftlashgan, ya'ni:



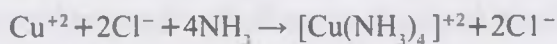
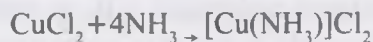
Bor atomi tashqi elektron qavatida 4 ta orbital bor. VF_3 hosil bo'lishida borning tashqi elektron qavatidagi 3 ta orbitalida elektronlar juftlashib, bitta orbitali esa bo'sh qolgan, ya'ni:



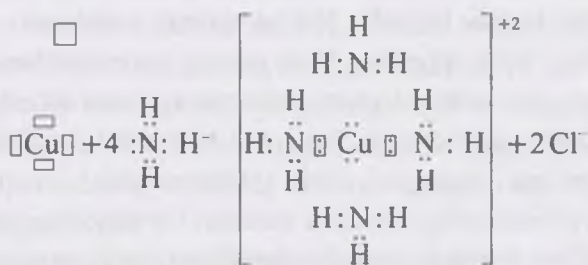
Manfiy zaryadli fluor ioni elektron juftini berib, donor vazifasini bajarishi mumkin. Bor atomi esa bo'sh orbitaliga elektron juftini joylashtirib akseptor vazifasini bajarishi mumkin. U holda kimyoviy birikma hosil bo'lishini quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



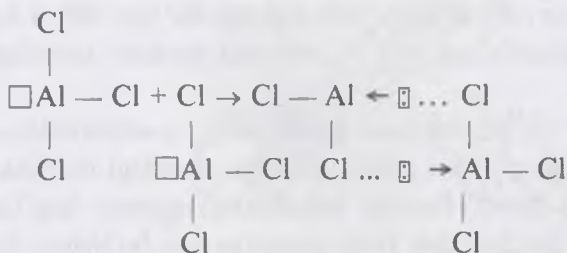
Ichki sferadagi ligandlar markaziy atomga koordinatsion birikishi natijasida hosil bo'ladigan kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmini ko'rib chiqamiz:



Bu yerda mis ioni to'rtta bo'sh orbital bo'lgani uchun akseptor, ammiakning neytral molekulasida bir juft ortiqcha elektronlari bo'lgani sababli donor vazifasini bajaradi:



Ko'pgina metallarning galogenli birikmalari dimerlanishi yoki polimerlanishi natijasida ham ko'priksimon strukturali donor-akseptor bog'lanish hosil bo'ladi:



Agar donor-akseptor bog'lanish juft d-elektronlar hisobiga amalga oshsa, bunday bog'lanish dativ bog'lanish deyiladi. Ko'pchilik birikmalarda d-elementlarining atomlari akseptorlik rolini bajaradi. Ular o'zlariga elektron juftlarini qabul qiladi. Lekin d-element atomi turli kompleks birikmalarda o'zlaridan bir juft elektron berib, donorlik vazifasini ham o'tay oladi. Shu sababli d-element atomi bir vaqtda ham donorlik, ham akseptorlik vazifasini bajara oladi. Masalan, platina komplekslari $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ va $\text{K}_3[\text{Pt}(\text{NO})_2\text{Cl}_2]$ ni ko'rsatishimiz mumkin. Bu yerda Pt ham donorlik, ham akseptorlik vazifasini bajara oladi.

4.10. KOVALENT BOG'LANISH XUSUSIYATLARI

Kovalent bog'lanish *to'yinuvchanlik, yo'naluvchanlik, karralilik va qutblanuvchanlik* kabi xususiyatlarga ega.

Ikkita vodorod atomi bir-biriga ta'sir etishi natijasida kovalent bog'lanib, vodorod molekulasini hosil bo'ladi. Vodorod molekulasini H_2 ga uchinchi vodorod atomi ta'sir etib, H_3 molekulasini hosil bo'lmaydi. Yoki CH_4 molekulasiga beshinchi vodorod atomi birikib, CH_5 molekulasini hosil qila olmaydi. Kvant-mexanik nazariyasi bu hodisani tasdiqlaydi. Bu hodisa kovalent bog'lanishning **to'yinuvchanlik xossasi** deyiladi.

Atomlar orasida kovalent bog'lanish hosil bo'lganda, bir atomdagi elektron bulutlari ikkinchi atomdagi elektron bulutlarini qoplaydi, natijada elektron bulutlarining zichligi ortadi. Elektron bulutlarining zichligi qancha yuqori bo'lsa, kimyoviy bog'lanish shuncha kuchli bo'ladi. Bir atomning s-elektroni ikkinchi atomning s-elektroni bilan bog' hosil qilganida hech qanday yo'naluvchan valentlik namoyon bo'lmaydi. Masalan, bir vodorod atomi ikkinchi vodorod atomiga qaysi tomondan yaqinlashmasin, baribir, ular orasida kimyoviy bog'lanish hosil bo'laveradi. Chunki s-elektronlarning to'lqin funksiyasi sferik (sharsimon)dir. To'lqin funksiyasi sferik bo'lmagan boshqa orbitallardagi elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida kovalent bog'lanish ma'lum darajada yo'naluvchanlik xossasini namoyon qiladi. Masalan, p-elektronlarning to'lqin funksiyasi o'zaro 90° burchak ostida joylashgan. Demak, atomlar orasidagi bog'lanish burchagi ham 90° ga teng bo'lishi kerak. Ammo ammiak molekulasini hosil bo'lishida azot o'zining uchta p-elektronlari bilan vodorodning s-elektronlarini bog'lab olib, aniq yo'nalishga ega bo'lgan 90° li bog'lanish hosil bo'lishi kerak edi. Haqiqatda esa azot va vodorod atomlari orasidagi bog'lanish burchagi $-107,3^\circ$.

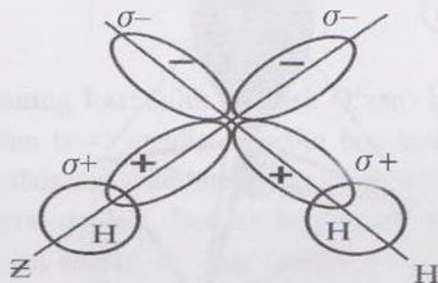
Suv molekulasini hosil bo'lishida ham kislorodning p-elektronlari bilan ikkita vodorodning s-elektronlari bog' hosil qiladi. Atomlar orasidagi burchak 90° bo'lishi o'rniga $-104,5^\circ$ ni tashkil qiladi. Bunday holatlardagi nazariy bog'lanish burchagining haqiqiy bog'lanish burchagidan katta qiymatga ega bo'lishini Poling nazariyi izohlab beradi.

Bu nazariyaga binoan suv molekulasida hosil bo'lishida, kislorod atomining u va z fazoviy tekisliklarda joylashgan $2p_u$ va $2p_z$ elektronlari ishtirok etadi. Bu holda elektron orbitallari bir-biriga nisbatan perpendikular joylashgan. Kislorod atomining p -orbitallaridagi elektron bulutlari va vodorodning 5 -orbitalidagi elektron bulutlari bir-birini qoplash uchun vodorod atomi kislorod atomiga u va z o'qlari orqali yaqinlashishi kerak, u holda atomlar orasidagi burchak 90° ga teng bo'ladi. Lekin O–H bog'lanishda kislorod vodorodga nisbatan elektromanfiyligi kuchli bo'lgani uchun, ular orasidagi elektron juft kislorodga nisbatan siljigan bo'ladi. Shuning hisobiga vodorod atomi qisman musbat zaryadlanib $3p^3$ tipida gibridlanadi, vodorod atomlari bir-birini itaradi, natijada H–O–H orasidagi burchak kattalashadi. Xuddi shunday ammiak molekulasida hosil bo'lishida ham azot va vodorod orasidagi bog'lanish burchagining kattalashganini tushuntirish mumkin.

Elementlar davriy sistemasida joylashgan elementlarning atom radiuslari ortib borishi bilan birikmalari orasidagi bog'lanish burchagi ham 90° ga yaqinlashib boradi. Bunga sabab elementlarning atom radiuslari ortishi bilan ularning elektromanfiyligi kamayib boradi, natijada vodorod atomlari bir-biriga kam ta'sir qilishi hisobiga bog'lanish burchagi 90° ga yaqinlashadi. Suv molekulasida elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida hosil bo'lgan bog'lanish 4.12-rasmida ko'rsatilgan.

Elektron orbitallarning gibridlanishi kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida muhim rol o'ynaydi. Uglerod atomi qo'zg'algan holatda kimyoviy bog'lanish hosil qilishida bitta s -va uchta p -elektronlar ishtirok etadi. Hosil bo'lgan to'rtta sp^3 -orbitaliga to'rtta vodorod elektroni kelib juftlashishi hisobiga kimyoviy bog'lanish fazoda o'zaro perpendikular ravishda joylanib, to'rtinchisi, ya'ni s -orbital ishtirokida hosil bo'lgan bog'lanish hech qanday yo'nalishga ega bo'lmazligi kerak edi. Lekin tajriba buni tasdiqlamaydi. Metan molekulasida uglerod atomi tetraedrning markazida joylashgan bo'lib, tetraedrning uchlarida vodorod atomlari turadi, sistema tamomila simmetrik shaklga ega bo'ladi.

Berilliy xloridning hosil bo'lishida berilliy atomidagi s - va p -orbitaldagi elektronlar kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etadi.



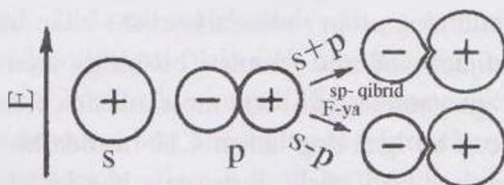
4.12-rasm. Suv molekulasida elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida bog'lanishning hosil bo'lishi.

Molekulada esa p - p va s - p tipidagi turli tabiatli bog'lanish hosil bo'lishi kerak edi. Lekin BeCl_2 molekulasida xlor atomlari simmetrik joylashgan, ya'ni bog'lanish burchagi 180° ni tashkil etadi. Bunday hodisani birinchi bo'lib Sleyter va Poling nazariyasi tushuntirib berdi.

Bu nazariyaga muvofiq kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etadigan turli energiyaga ega bo'lgan orbitallar energiyalari orasidagi farq yo'qoladi, ya'ni gibrirlangan orbital orqali ifodalash mumkin bo'ladi.

Shunga muvofiq, turli orbitalarga mansub elektronlar ishtirokida kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida bu elektron bulutlari bir-biriga ta'sir ko'rsatib o'z shaklini o'zgartiradi, natijada turli orbitalarning o'zaro mujassamlanish mahsuloti – gibrirlangan orbitallar hosil bo'ladi (4.13-rasm).

Gibrid orbital o'zining kattaroq sohasi bilan boshqa atom bulutlarini ko'proq qoplaydi, shuning uchun bu orbitallar hosil qilgan bog'lanish barqaror bo'ladi, elektron bulutlar esa tamomila simmetrik shaklni egallaydi.

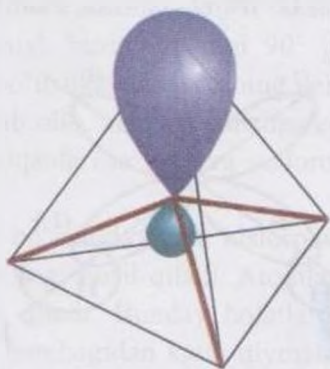


4.13-rasm. p – gibrirlangan orbitalning shakllanishi.

Erkin holatdagi atomlarning orbitalari hech qachon gibrirlanmaydi, gibrirlanish atomlardan molekulalar orbitalarining hosil bo'lishida sodir bo'ladi.

Bitta s -orbital, bitta p -orbital bilan qo'shilganda hosil bo'ladigan gibrid orbital 180° lik bog'lanish hosil qiladi, u holda molekula chiziqli tuzilishga ega bo'ladi (4.14-rasm).

Agar bitta s -orbital bilan ikkita p -orbital gibrirlansa, sp^2 -gibrirlanish hosil bo'ladi. ular orasidagi burchak esa 120° ni tashkil qiladi. Bunday gibrirlangan orbitalar



4.14- rasm. sp^3 - gibrirlanishi.

ishtirokida hosil bo'lgan molekulalarga BCl_3 , $B(CH_3)_3$, $B(OH)_3$ kabi birikmalar misol bo'la oladi. Bu birikmalarda borning valentliklari o'zaro 120° burchak hosil qiladi va uchala valentlik bir tekislikda yotadi.

Agar bitta s-orbital bilan uchta p-orbital o'zaro ta'sirlashsa, sp^3 -gibridlanish hosil bo'ladi, molekuladagi bog'lanish burchagi $109^\circ 28'$ ni tashkil qiladi. Bunday gibridlanishni uglerod, kremniy va germaniy elementlarining birikmalarida uchratish mumkin. Masalan, CH_4 , $CHCl_3$, CF_4 , CCl_4 , $GeCl_4$, $SiCl_4$. Bunday gibridlangan orbitallar hosil bo'lishi ikki xil energiya:

a) orbitallardagi bog'lanish energiyasi;

b) elektron spinlari harakati natijasida qayta guruhlanish hisobiga bir-biriga ta'sirlashishidagi elektrostatik itarilish energiyasi bilan tavsiflanadi.

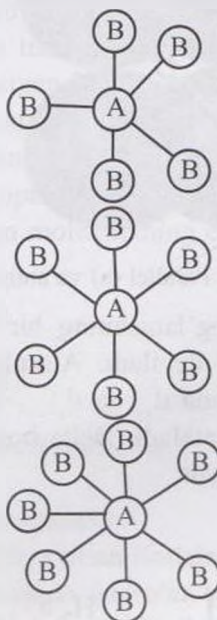
Gibridlanish uchun sarf bo'lgan har ikkala energiya kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo'ladigan energiya hisobiga qoplanadi.

Agar gibridlanishda d-orbitallar ishtirok etsa, u holda molekulalar shakli quyidagicha bo'ladi:

sp^2d – trigonal bipiramida – element atomi 4 valentlik;

sp^3d^2 – oktaedr – element atomi 6 valentlik;

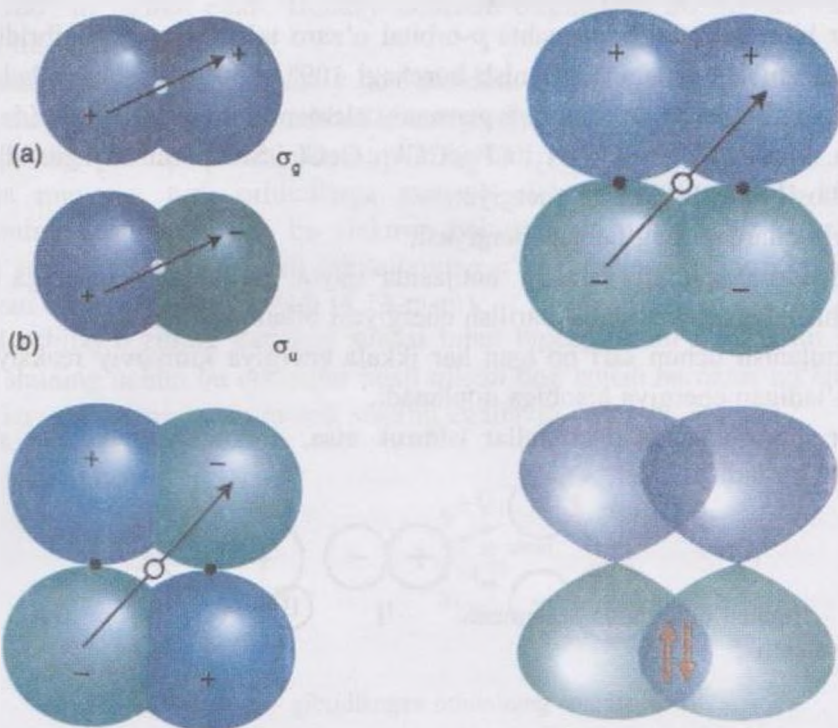
sp^3d^3 – pentogonal bipiramida – element atomi 7 valentlik.



Kovalent bog'lanishning karralilik xossasi. O'zaro birikuvchi atomlar orasida birgina valent chiziq bilan tasvirlanadigan yakka bog'lanish hosil bo'lishida, elektron bulutlari o'sha atomlarning yadrolararo eng yaqin to'g'ri chiziq bo'ylab, ya'ni x – o'qi bo'yicha bir-birini qoplasa, bunday bog'lanish σ – bog'lanish deb ataladi. Barcha yakka bog'lanishlar, asosan, σ – bog'lanishdir.

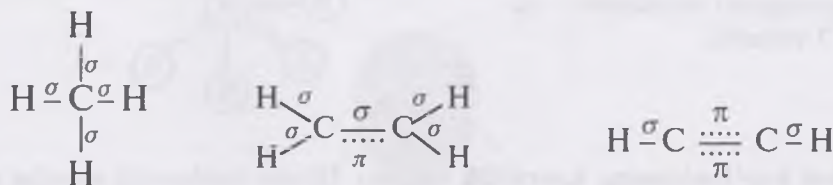
Molekulalardagi x-o'qi bo'ylab hosil bo'ladigan σ – bog'lanishdan tashqari elektron bulutlari bir-birini x o'qiga perpendikular yo'nalishda, ya'ni y – o'qi

bo'ylab ham qoplay oladi. Natijada hosil bo'lgan bog'lanish π – bog'lanish deb ataladi. s va p orbitalidagi σ va π bog'lanish 4.15-rasmda ko'rsatilgan.



4.15-rasm. Parallel (a) va antiparallel (b) ta'sirlanishda σ va π bog'lanishlar.

Har ikkala bog'lanishning bir vaqtda hosil bo'lishiga kovalent bog'lanishning *karralilik xossasi* deyiladi. Atomlardagi d-elektronlarning magnit kvant sonlari – 2 ga teng bo'lganda d_{xy} va $d_{x^2-y^2}$ – orbitalar ishtirokida hosil bo'lgan bog'lanish σ bog'lanish deb ataladi. Delta boglanish kompleks birikmalarda, tuzlarning kristall gidratlarida uchraydi:



4.11. MOLEKULAR ORBITALLAR USULI

Atom orbitallar usuli ba'zi moddalar elektron orbitallarining gibridlanishi orqali tuzilishini, molekulalarda valentliklarning yo'nalishini va ko'pgina moddalarning molekular shaklini izohlab berdi. Lekin elektron juftlar yordamisiz ionlanishlarning hosil bo'lishini tushuntira olmadi.

XIX asrning oxirida Tomson vodород molekulasini elektronlar bilan bombardimon qilib, tarkibidagi bir dona elektron hisobiga H_2^+ tarkibli ion hosil bo'lganini isbotlagan.

Hosil qilingan H_2^+ ioni barqaror zarrachadir. Demak, ikki yadro bir-biri bilan birgina elektron orqali birika oladi, ya'ni bir elektronli bog'lanishlar hosil bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, atom tuzilishi nazariyasiga muvofiq tarkibida toq elektronlari bo'lgan atomlar yoki molekulalarning magnitga tortilishi aniqlangan. Binobarin, qattiq holatdagi kislorod valent bog'lanish nazariyasiga muvofiq tuzilgan elektron formulasida juft elektronlari bo'lishi kerakligiga qaramay magnitga tortilishi kuzatilgan. Demak, valent bog'lanish nazariyasi qattiq holatdagi kislorod molekulasining tuzilishini izohlay olmadi. Erkin radikallar, benzol va aromatik birikmalarning tuzilishini ham valent bog'lanishlar nazariyasi orqali tushuntirib bo'lmaydi.

Bu hodisalarni tushuntirish maqsadida, molekula hosil bo'lishida toq elektronlar rolini ko'rsatadigan molekular orbitallar nazariyasi yaratildi. Bu nazariyada har qaysi elektron molekuladagi barcha yadrolar ta'sirida bo'lgan va ko'p markazli molekular orbitallarni egallagan bo'ladi deb hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda molekular orbitallarni keltirib chiqarishda atom orbitallarning chiziqli kombinatsiya usuli ko'p qo'llaniladi. Bu usulga binoan biror elektronning molekular to'liq funksiyasi molekulani tashkil etgan barcha atomlardagi elektronlarning to'liq funksiyalaridan kelib chiqadigan chiziqli kombinatsiya asosida, ya'ni molekular orbitallar ta'sir funksiyalarini molekulani tashkil etgan atomlarning funksiyalarini o'zaro qo'shish yoki ayirish natijasida topiladi.

Tarkibida bitta elektron va ikkita yadro bo'lgan molekulaning elektron harakatini quyidagi ikki funksiya bilan ifodalash mumkin:

$$\varphi_1 = C_1 (\varphi_A + \varphi_B)$$

$$\varphi_2 = C_2 (\varphi_A - \varphi_B)$$

Bunda, φ_1 – simmetrik funksiya, φ_2 – antisimmetrik funksiya, C_1 va C_2 – o'zgarmas koeffitsientlar.

φ_A va φ_B – ayni elektronning yadroga oid funksiyalari.

Agar elektronning harakati antisimmetrik funksiya bilan ifodalansa, u holda elektron bulut yadrolar orasida zichlasha olmaydi, natijada yadrolar bir-biridan uzoqlashadi, ikki yadro va bir elektron o'zaro birikib molekula hosil qilmaydi.

Demak, antisimmetrik funksiya bilan ifodalanadigan orbital kimyoviy bog'lanish hosil qilmaydi. Shuning uchun bunday orbitalni bo'shashtiruvchi orbital (qisqacha, bo'sh orbital) deyiladi. Bunday molekular orbitalda 2 ta yadro oralig'ida elektron zichligi juda ham kichik bo'ladi. Shuning uchun bunday orbitallar molekulaning turg'unligini kamaytiradi.

Agar elektron harakati simmetrik funksiya bilan ifodalansa, elektron buluti yadrolar orasidagi joyda zich holatni egallaydi, natijada yadrolar bir-biriga tortiladi va ular o'zaro birikadi. Hosil bo'lgan molekular orbital **bog'lovchi orbital** deb ata-

ladi. Molekulaning barqaror yoki barqaror emasligi uning tarkibidagi bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektron orbitallarining nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi. Molekular orbitallar usulida molekula tarkibidagi elektronlarning o'zaro ta'siri e'tiborga olinmaydi. Atomda har qaysi elektron s, p, d, f harflari bilan belgilanadigan atom orbitallari orqali ifodalangani kabi molekulada ham har qaysi elektron molekular orbitallar bilan belgilanadi. Molekular orbitallar σ, π, θ va φ harflari bilan belgilanadi.

Molekular orbitaldagi elektron energiyasi aynan orbitalning tashqi magnit maydoni yo'nalishiga, ya'ni magnit kvant soniga ham bog'liq, shuning uchun molekular kvant son λ kiritilgan.

Agar $\lambda=0$ bo'lsa, σ – bog'lanish 2 ta bo'ladi,

$\lambda=\pm 1$ bo'lsa, π – bog'lanish 4 ta bo'ladi,

$\lambda=\pm 2$ bo'lsa, σ – bog'lanish 4 ta bo'ladi.

Molekular orbitallarning elektron bilan to'lib borishi ham Pauli prinsipiga, Gund va Klechkovskiy qoidalariga bo'ysunadi.

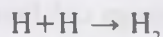
Molekular orbitalda kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi bog'lanish tartibi N bilan tavsiflanadi:

$$N = n_{\text{bog}} - n_{\text{bo'sh}} / 2$$

Bu yerda, n_{bog} – bog'lovchi, $n_{\text{bo'sh}}$ – bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar soni.

Agar N ning qiymati noldan katta qiymatga ega bo'lsa, u holda ikkita atom ta'sirlashganda molekular hosil bo'ladi. Agar N ning qiymati nolga teng bo'lsa yoki noldan kichik bo'lsa, u holda ikkita atom ta'sirlashganda molekula hosil bo'lmaydi. Molekular orbitallar usuli bilan molekula hosil bo'lishini quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz.

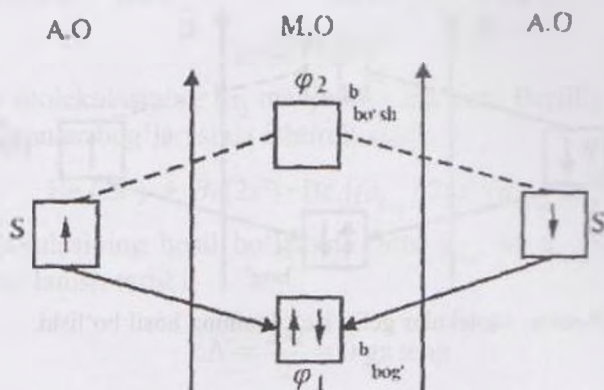
Vodorod molekulas



Ikkita vodorod atomi o'zaro birikib H_2 hosil qilganda ikkala atomning $1s$ orbitalaridan ikkita molekular orbital kelib chiqadi. Bu orbitallarning biri bog'lovchi, ikkinchisi bo'shashtiruvchi orbitallar bo'lib, H_2 hosil bo'lganda ikkala $1s^2$ elektronlar bog'lovchi orbitalga joylashadi (4.16-rasm).

Vodorod molekulasidagi bog'lovchi orbital $[(1s) \text{ va } (1s)]$ dan paydo bo'lgan faqat bitta kimyoviy bog'lanishga muvofiq kelib, bog'lanish tartibi birga teng bo'ladi:

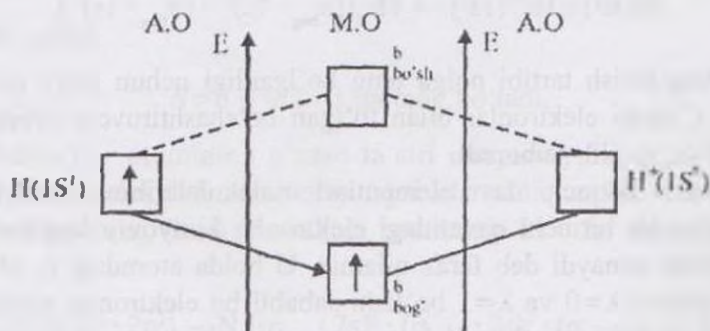
$$N = \frac{n_{\text{bog}} + n_{\text{bo'sh}}}{2} - \frac{2-0}{2} = 1$$



4.16-rasm. Vodorod molekulasining hosil bo'lishi.

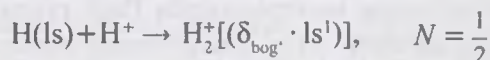
Molekular vodorod ionining hosil bo'lishi: $H + H^+ \rightarrow H_2^+$

Vodorodning 1s orbitalidan hosil bo'lgan molekular orbitalni $\delta_{bog'}$ shaklida ifodalaymiz (4.17-rasm).



4.17-rasm. Molekular vodorod ionining hosil bo'lishi.

Demak:

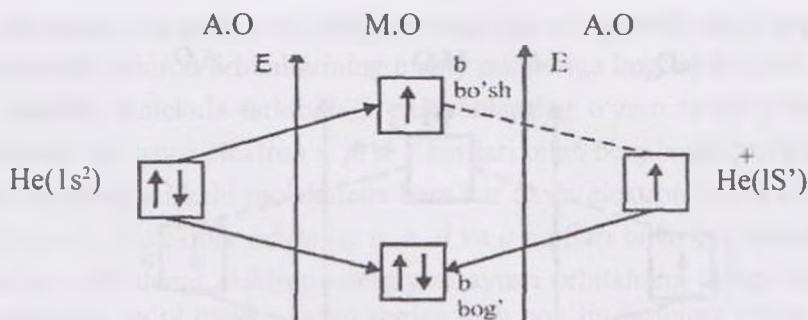


H^+ – zarrachasidagi birgina (1s) elektron shu orbitalni egallagan bo'ladi. Bo'shashtiruvchisi bo'sh holda turadi.

Molekular geliy ion va molekulasining hosil bo'lishi.

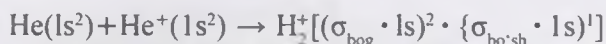
Molekular geliy ion He_2^+ da uchta 1s elektron ishtirok etadi.

Molekular geliy He_2^+ ionida bitta bog'lovchi orbitalga ikkita elektron, bitta bo'shashtiruvchi orbitalga bitta elektron joylashadi (4.18-rasm).



4.18-rasm. Molekular geliy He_2^+ ionining hosil bo'lishi.

Demak,



Bog'lanish tartibi $N > 0$ bo'ladi. Shuning uchun haqiqatda molekular geliy He_2^+ ioni mavjuddir.

Geliy molekulasida – He_2 esa bitta bog'lovchi va bitta bo'shashtiruvchi orbital-larga geliy atomidagi ikkitadan elektronlar borib joylashadi:



Bu yerda bog'lanish tartibi nolga teng bo'lganligi uchun geliy molekulasi He_2 mavjud emas. Chunki elektronlar bilan to'lgan bo'shashtiruvchi orbital bog'lovchi orbital ta'sirini yo'q qilib yuboradi.

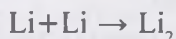
Davriy sistema ikkinchi davr elementlari molekularining hosil bo'lishini tu-shuntirishda, atomlar birinchi qavatidagi elektronlar kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etmaydi deb faraz qilamiz. U holda atomdagi p, elektronlarning magnit kvant sonlari $\lambda = 0$ va $\lambda = 1$ bo'lishi sababli bu elektronlar molekulada σ - va π -orbitallarga joylanishi mumkin. Ya'ni:

$$\lambda = 0 \quad \sigma = 2$$

$$\lambda = \pm 1 \quad \pi = 4$$

Bu yerda ham elektronlarning taqsimlanishida Pauli prinsipiga, Csind va Klech-kovskiy qoidalariga rioya qilinadi, ya'ni energiyaning minimumga intilish prinsipi o'z kuchini saqlaydi. Yuqorida keltirilgan mulohazalarni misollarda ko'rib chiqamiz.

Litiy molekulasi Li_2 ning ikki Li atomidan molekular



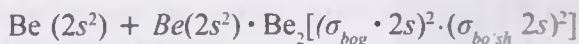
orbitallari hosil bo'lishida litiy atomining orbitallari ishtirok etib, bog'lanishni yuzaga keltiradi:



Bog'lanish tartibi:

$$N=2/2=1$$

Demak, litiy molekulasi Li_2 mavjudligi ma'lum. Berilliy atomlarining o'zaro ta'sirida $2s^2$ elektronlar bog'lanishda ishtirok etadi:

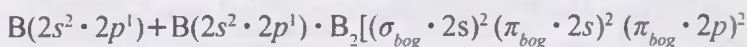


Berilliy molekulasi hosil bo'lishida bitta a_{bog} va $a_{\text{bo'sh}}$ orbitallar elektronlar bilan to'ladi. Bog'lanish tartibi:

$$N = \frac{2-2}{2} = 0 \text{ ga teng.}$$

Demak, berilliy molekulasi bog'lovchi orbitallar ta'sirini bo'shashtiruvchi orbitallar yo'q qilib yuboradi. Natijada bog'lanish ro'y bermaydi. Haqiqatdan ham berilliy molekulasi mavjud emasligi isbotlangan.

Bor molekulasi hosil bo'lishida atomlardagi $2s^2$ va $2p^1$ elektronlar molekular orbital hosil qilishda ishtirok etadi:

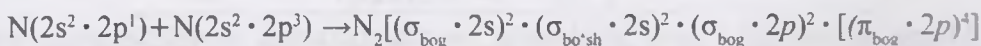


Bog'lanish tartibi:

$$N=6 - 0/2=3 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Demak, ikkita bor atomining o'zaro ta'siri natijasida molekula hosil bo'ladi. Haqiqatdan ham bor molekulasi mavjudligi tajribada tasdiqlangan.

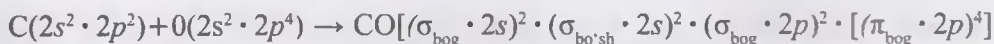
Azot molekulasi hosil bo'lishida atomning $2s^2 \cdot 2p^3$ elektronlari ishtirok etadi:



Azot molekulasi bog'lanish tartibi uchga teng:

$$N=8 - 2/2=3$$

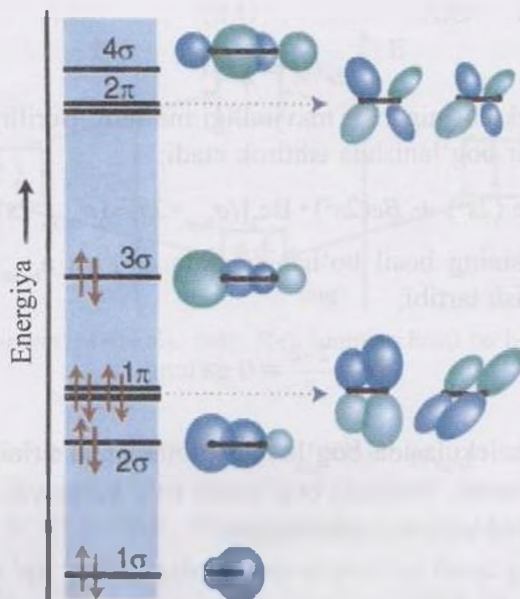
Demak, azot molekulasi mavjud va u nihoyatda mustahkamdir. Lekin uglerod (II) oksidining hosil bo'lishida uglerod atomining $2s^2 \cdot 2p^2$ elektronlari, kislorod atomining $2s^2 \cdot 2p^4$ elektronlari molekula hosil qilishda ishtirok etadi:



Uglerod (II) oksid molekulasi hosil bo'lishida bog'lanish tartibi

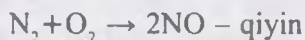
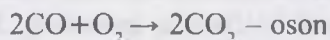
$$N=8 - 2/2=3 \text{ ga teng.}$$

Molekular orbitalda CO ning hosil bo'lish sxemasi 4.19-rasmda keltirilgan.



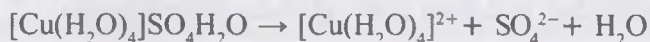
4.19-rasm. Molekular orbitalda CO ning hosil bo'lish sxemasi.

Agar azot molekulasi hosil bo'lishidagi tenglama bilan uglerod (II) oksid molekulasi hosil bo'lishidagi tenglamani taqqoslasak, har ikkala tenglamada hosil bo'lgan bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitallarda joylashgan elektronlar o'xshash bo'lganligi sababli, azot molekulasi bilan uglerod (II) oksid molekulasi kimyoviy xossalari jihatidan ham bir-biriga o'xshashdir. Masalan:



Molekular orbitalar usuli yordamida yanada murakkab molekulalarning tuzilishini to'g'ri talqin qilish mumkin.

Murakkab moddalarda kimyoviy bog'lanishning bir necha turlarini uchratish mumkin. Masalan; mis (II) sulfat tuzi kristall gidrat bo'lgani uchun tarkibida besh molekula suv saqlaydi, ya'ni $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yoki $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ko'rinishda yozish mumkin. Bu tuz quyidagicha dissotsilanadi:



Demak, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ioni bilan SO_4^{2-} ioni orasida ionli bog'lanish mavjud bo'lsa, Cu^{2+} ioni bilan to'rtta suv molekulasi orasida donor-akseptor bog'lanish, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot \text{SO}_4$ bilan bir molekula suv orasida esa vodorod bog'lanishlar borligini kuzatish mumkin. Bu modda tarkibiga kirgan vodorod bilan kislorod orasida esa qutbli kovalent bog'lanish, oltingugurt atomi bilan kislorod atomlari orasida esa, qutbsiz kovalent bog'lanish bor.

4.12. MOLEKULALARNING DIPOL MOMENTI

Qutblangan molekulalarda atomlar orasida elektr zaryadlari teng taqsimlanmaganligi sababli molekula simmetrik bo'lmaydi, manfiy va musbat zaryadlarning markazlari bir nuqtaga to'g'ri kelmaydi. Manfiy va musbat zaryadlar teng bo'lib, markazlari bir nuqtada bo'lmagan har qanday sistema dipol deb ataladi. Shu sababdan qutbli molekulalar ham dipol bo'ladi.

Qutblangan molekulada qutblar bir-biridan qancha uzoq bo'lsa, qutblanganlik shuncha yuqori bo'ladi. Qutblar orasidagi masofa **dipol uzunligi** deb ataladi. Dipol uzunligining zaryadga ko'paytmasi **dipol momenti** deyiladi:

$$\mu_{\text{dip}} = e \cdot l$$

bu yerda: (μ_{dip} – dipol momenti: e – zaryad, elektrostatik birlik; l –dipol uzunligi. sm.

Qutblanmagan molekulalarda $l=0$ bo'lsa, dipol momenti $\mu_{\text{dip}}=0$ bo'ladi. Birikmalarda dipol momenti ortgan sari ular ion bog'lanishli birikmalarga yaqinlashadi.

Quyidagi jadvalda ba'zi birikmalarning dipol momenti ko'rsatilgan:

Qutblangan molekulalar	Dipol momenti	Qutblanmagan molekulalar	Dipol momenti
H ₂ O	$1,84 \cdot 10^{-18}$	CO ₂	0
SO ₃	$1,60 \cdot 10^{-18}$	CS ₂	0
NH ₃	$1,46 \cdot 10^{-18}$	N ₂	0
H ₂ S	$1,10 \cdot 10^{-18}$	H ₂	0
HCl	$1,03 \cdot 10^{-18}$	O ₂	0
HBr	$0,79 \cdot 10^{-18}$		
HJ	$0,38 \cdot 10^{-18}$		

Dipol momenti – vektor kattaligidir. Agar molekulada bir qancha qutbli bog'lanish bo'lsa, u holda molekulaning umumiy dipoli alohida olingan bog'lanishlar dipollarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi.

4.13. MOLEKULALARARO TA'SIR KUCHLARI

Hozirgi vaqtda molekulali birikmalar, qattiq, suyuq va gazsimon moddalarning tuzilishini va hosil bo'lishini kovalent, ion va metall bog'lanish nuqtayi nazaridan tushuntirish murakkabligicha qolmoqda.

Bunga misol tariqasida inert gazlarni ko'rsatish mumkin.

Bu elementlarning atomlari sferik simmetriyaga va barqaror elektron konfiguratsiyaga (ns^2 , np^6) ega bo'lganligi uchun yuqorida aytilgan kimyoviy bog'lanishlarni hosil qila olmaydi. Mutlaq nol temperatura atrofida inert gazlar suyuq va qattiq holatga o'tkazilganda atomlarning bir-biriga ta'sir kuchlarini kuzatish mumkin. Moddalardagi bunday ta'sir Van-der-Vaals kuchlari va vodorod bog'lanish hisobiga vujudga keladi.

Demak, qattiq, suyuq va gaz holatidagi fazada zaryadlanmagan atom va molekularlar orasida hosil bo'ladigan tortishish kuchini oddiy valent bog'lanish tushunchasi asosida tushuntirib bo'lmaydi. Bunday kuchlar mavjudligini quyidagi faktlar tasdiqlaydi:

1) oddiy gazlarning ideal emasligi. Gazlarning ideal holati Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$PV=RT$$

bu yerda V – molyar hajm, P – bosim, T – mutlaq temperatura, R – gaz universal doimiysi.

Ideal bo'lmagan gazlarda o'zaro tortishish kuchi ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun yuqoridagi tenglamaga o'zgartirish hadlari kiritildi:

$$(P+P_1) \cdot (V - B) = RT$$

bu yerda V – molyar hajm, B – molekularlarning hajmlarini va ma'lum masofadagi o'zaro tortilish kuchini hisobga oladigan o'zgartirish koeffitsienti, P_1 – ichki bosim hosil bo'lishidagi molekularlarning o'zaro tortishuvini hisobga oladigan had. Bu qo'shimchalarni birinchi bo'lib 1873-yilda Van-der-Vaals kiritgan.

2) Joule-Tomson effekti.

Gaz g'ovak to'siqdan o'tganda o'z hajmini kengaytirsa, buning hisobiga temperatura pasayadi. Bu hodisani gaz hajmining kengayishi va molekularlar tortishish kuchining kamayishi bilan izohlash mumkin;

3) oddiy valent bog'lanish hosil qila olmaydigan inert gazlar tortishish kuchi hisobiga energiya ajratib chiqarishi, suyuq va qattiq faza hosil qilib kondensatlanishi mumkin.

Van-der-Vaals kuchlari quyidagi xususiyatlarga ega:

Van-der-Vaals kuchlari oddiy valent bog'lanishdan kuchsiz. Masalan: xlor molekulasining atomlarga ajralish energiyasi (ya'ni, kovalent bog'lanish energiyasi) – $2,34 \cdot 10^5$ J/mol ga, kristall holdagi xlorning sublimatsiyalanish (to'g'ridan to'g'ri suyuqlanmasdan bug' holatga o'tishi) energiyasi – $2,52 \cdot 10^4$ J/mol ga teng.

Van-der-Vaals kuchlari oddiy valent bog'lanishga o'xshab to'yinuvchanlik namoyon qila olmaydi.

Demak, ikkita A va B atomlari orasidagi tortishish kuchi boshqa atomlarning bo'lishiga bog'liq emas. Masalan, A, B, C atomlarining ta'sir etish energiyasini, A va B atomlari ta'sir etish energiyasiga AC va BC atomlarining ta'sir etish nazariyasini qo'shib hisoblash mumkin

Van-der-Vaals kuchlarining hosil bo'lish sabablarini quyidagicha tushuntirish mumkin.

Buning sababi, birinchidan, molekulada dipol momentining bo'lishidir. Bu holatda ikkiga dipolning oddiy elektrostatik tortishishi natijasida uchinchi kuchsizroq bo'lgan ta'sir kuchi hosil bo'ladi.

Bu hodisani 1912-yili V. Keyezom quyidagicha izohlab berdi: ikkita bir xil zaryadli qutblar molekularlari dipollar bilan itarilishadi, har xil zaryadli qutbli molekularlar esa

tortishadi. Ya'ni, ikkala molekula turli zaryadli qutblari bilan oriyentatsiyalanishga harakat qiladi. Bunday holatda o'zaro itarilish kuchi ma'lum miqdorda kompensatsiyalanadi. Shuning hisobiga molekular orasida doimiy dipollar ta'sirida qo'shimcha tortishish kuchi – oriyentatsion kuch hosil bo'ladi, molekular yaqinlashadi, natijada bir-biriga tortila boshlaydi.

Zaryadlarning bir-biriga ta'sirini ko'pgina hollarda energiya (ya'ni, zaryadlarni bir-biridan batamom ajratish uchun sarf bo'lgan energiya) miqdori bilan ifodalash qabul qilingan. Bunday ta'sir natijasida hosil bo'lgan o'rtacha energiya miqdori

$$U_{or} = \frac{-2\mu^4}{3r^6 \cdot kT} \text{ yoki } U_{or} = \frac{-2\mu^4 \cdot N_0}{3RT \cdot rT} \text{ ga teng.}$$

Bu yerda μ – dipol momenti, r – dipollar markazi orasidagi masofa, K – Bolsman doimiysi ($1,380 \cdot 10^{-16}$ erg/g), T – mutlaq temperatura.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, oriyentatsion effekt issiqlik energiyasi o'zgarishining teskari qiymati bo'lgani uchun mutlaq temperaturaga teskari proporsionaldir.

Ikkinchidan, Van-der-Vaals kuchlarining hosil bo'lishiga sabab, molekularni o'rab turgan induksion dipollar bilan molekularning qutblanishi orasida ta'sir kuchining vujudga kelishidir. Agar molekula dipol momentiga yoki zaryadga ega bo'lsa, u holda qo'shni molekulani siljitishga harakat qiladi, shu ta'sir hisobiga doimiy hosil qilingan dipolar o'rtasida tortishish vujudga keladi. Bir vaqtning o'zida qo'shni molekularning qutblari ta'sirida har bir molekulaning deformatsiyasi ham vujudga keladi. Bu deformatsiya natijasida vujudga kelgan dipollarning o'zaro hisobiga hosil bo'lgan kuch **induksion kuch** deyiladi va u molekularning o'zaro tortishuviga olib keladi. Bu kuchlarning oriyentatsiyalanishi molekulararo ta'sir kuchining ortishiga bog'liq bo'ladi. Demak, molekularning qutblanishi ikki effekt natijasidir, ya'ni qutblanish – oriyentatsiyalanish – deformatsiyalanish. Zaryadlangan molekula qo'shni molekulaning dipol momentini $1/r^2$ ga proporsional induksiyalaydi. Bu yerda r – molekular orasidagi masofa. U holda zaryadlangan molekula bilan induksion dipol orasidagi ta'sir energiyasi $1/r^4$ ga proporsional bo'ladi.

Dipollangan molekulaning qo'shni molekula dipol momentini induksiyalashi $1/r^3$ ga proporsionaldir. Shuning uchun dipol energiyasining induksion dipolga ta'siri $1/r^6$ ga o'zgaradi.

Qutblangan molekula bilan dipol ta'siri natijasida qo'shni molekular induksiylanganda hosil bo'lgan qo'shimcha energiya Debay energiyasi yoki induksion ta'sir energiyasi deb ataladi. Agar molekulaning dipol momenti – μ , molekular orasidagi masofa – r bo'lsa, qutblanish – α bo'ladi. U holda Debay energiyasi (yoki induksion energiya) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$U_{ind} = \frac{2\alpha \cdot \mu^2}{6}$$

Qutblangan va qutblanmagan molekulalar ta'sirida hosil bo'lgan energiyaning Debay energiyasidan farqi shuki, birinchi navbatda, qutblanmagan molekulada induksiya dipol hosil bo'ladi, bu dipol qutblangan molekula dipollariga ta'sir ko'rsatadi.

Bu ikki faktor Van-der-Vaals kuchlarini tavsiflashda katta rol o'ynashiga qaramay, H_2 , Cl_2 , N_2 , CH_4 va boshqa moddalar qattiq yoki suyuq holatda bo'lishi sababini izohlab bera olmaydi.

Shuning uchun atomlar bilan qutblanmagan molekulalar tortishish kuchi va qutblangan molekulalar ta'siri natijasida hosil bo'lgan qo'shimcha effektidan tashqari uchinchi effekt bo'lishi kerak. Bu effektini 1930-yili London quyidagicha tushuntirib beradi.

Atom-molekular tuzilish nazariyasiga binoan barcha zarrachalar mutlaq nol temperaturada ma'lum miqdorda energiyaga ega bo'ladi. Bu energiya miqdorini Geyzenbergning noaniqlik prinsipi orqali tushuntirish mumkin. Aks holda, eng quyidagi nuqtada potensial energiya miqdori, atom va molekulalarning joylashgan o'rnini aniq ma'lum bo'lishi kerak. Bu esa Geyzenbergning noaniqlik prinsipiga zid keladi. Shuningdek, elektronlar orbital bo'ylab yadroga nisbatan doimiy harakatda bo'lishi va har qanday atomda musbat va manfiy zaryadlarning markazi bir-biriga to'g'ri kelmasligi hisobiga dipol hosil bo'ladi. Bunday dipolning yo'nalishi tez o'zgaradi. Mazkur o'zgarish miqdori og'ir atomlarda zaryadlarning yo'nalishi bilan tenglashadi, shuning uchun ular dipol nolga teng bo'ladi. Agar bu o'zgarishni ayni fursatda suratga olinsa (masalan, geliy atomida), yadro atrofidagi elektronlarning nosimmetrik joylashganini ko'ramiz. Bunday notekis joylashish qisqa vaqt ichida hosil bo'lgan dipolni ro'yobga chiqaradi. Bunday dipol ikkinchi atomda ham sodir bo'ladi va dipollar, o'z navbatida, bir-biriga xuddi Debay effekti yoki induksiya effekti kabi ta'sir ko'rsatadi. Bu esa sistema energiyasining kamayishiga olib keladi. Bu ta'sir juda kuchsiz bo'lib, u **dispersion energiya** yoki **London energiyasi** deb ataladi va miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$U_{\text{dis}} = \frac{-3h \cdot Y_0 \cdot \alpha}{4r^6}$$

Bu yerda $h\nu_0$ – har qaysi molekula yoki atomning mutlaq temperaturadagi energiyasi.

Mutlaq nol temperaturadagi energiya $h\nu_0$ taxminan atomning ionlanish energiyasi I ga teng. U holda yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_{\text{dis}} = -\frac{3I \cdot \alpha^2}{4r^6}$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan ko'rinadiki, zaryadlangan atomlarni molekulalardan ajratish uchun ma'lum miqdorda energiya sarf qilish kerak. Bu energiya ta'sirlanish energiyasini ifodalaydi. Ta'sir kuchini hisoblab topish uchun tenglamani r ga nisbatan differensiallash kerak.

Shunday qilib, yuqorida keltirilgan uchta faktor yordamida Van-der-Vaals kuchini hisoblab topish mumkin. Ma'lumki, simmetrik joylashgan atomlar yoki molekulalarda dispersion kuch mavjud. Bu kuch kam qutblangan molekulalardagi atomlarda yuqori, ko'p qutblangan molekula yoki atomlarda past bo'ladi. Ko'p qutblangan molekula yoki atomlarda orientatsion effekt yuqori bo'ladi.

Agar yuqoridagi tenglamalardagi o'zgarmas qiymatlarni birlashtirsak, molekulalararo tortishish energiyasini ifodalaydigan quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$U_{\text{tor}} = \frac{n}{r^6}$$

bu yerda:

$$h = \frac{2\mu^2 \cdot N_0}{3RT} = 2\alpha \cdot \mu^2 + \frac{2\alpha^2 \cdot hY_0}{4}$$

Agar molekulalar orasida masofa juda kichik bo'lsa, itarilish kuchi hosil bo'ladi:

$$U = m/r^{12}$$

Bu yerda m – o'zgarmas itarilish konstantasi. Itarilish kuchi molekulalararo masofa kichiklashgan sari juda tez ortib boradi. U holda molekulalar orasidagi umumiy ta'sir kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

$$U = U_{\text{tor}} + U_{\text{it}}$$

Yoki

$$U = -\frac{h}{r^6} + \frac{m}{r^{12}}$$

4.14. IONLARNING QUTBLANISHI

Bir-biriga qarama-qarshi zaryadlangan ionlar ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bu ta'sir natijasida ionlar o'zaro deformatsiyalanadi yoki qutblanadi. Turli zaryadlangan ionlarning bir-biriga yaqinlashishi natijasida elektronlar yadroga nisbatan siljishi hisobiga induksion dipol μ_{ind} hosil bo'ladi. Bunday holatda kation anionga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Anion maydoni bilan elektron orbitallarning va musbat zaryadlangan kation maydonning bir vaqtning o'zida yadrodan itarilishi deformatsiyalanishga olib keladi. Bir vaqtning o'zida xuddi shunday anion kationga ta'sir qiladi. Kationning radiusi kichik bo'lgani uchun deformatsion effekt miqdori ozroq bo'ladi.

Qutblanish ikki jarayon bilan: birinchidan – ionlarning qutblanishi; ikkinchidan – qutblash xususiyatlari bilan tavsiflanadi. U holda induksion dipol momenti ion zaryadini dipol uzunligiga ko'paytirib topiladi:

$$\mu = I \cdot r \quad \text{yoki} \quad \mu = a \cdot E$$

bu yerda E – kuchlanish maydoni, a – qutblanish. Kulon qonuniga muvofiq kuchlanish maydoni quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

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

u holda,

$$I = \frac{\alpha e}{r^2}$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, ionlarning qutblanish birligi 1 sm^3 zarrachalar egallagan maydonni ifodalaydi. Demak, qutblanishni taxminan $a=r^3$ orqali ifodalash mumkin. U holda $r=10^8 \text{ sm}$ bo'lsa, $\alpha=10^{-24} \text{ sm}^3$ ga teng bo'ladi.

Bizga ionlarning qutblanishi, ularning elektron tuzilishiga, zaryadiga va radiusiga bog'liqligi, ya'ni yadro bilan tashqi qavatda joylashgan elektronlar eng kam kuch bilan bog'langanligi ma'lum. Shuning uchun ionlarning qutblanishi tashqi qavatda joylashgan elektronlarning deformatsiyasi, ya'ni har qaysi bir-biriga ta'sirlanayotgan ionlarning tashqi qavatidagi elektronlarining yadroga nisbatan siljishi natijasida sodir bo'ladi.

Agar ionlar bir xil zaryadli va radiuslari bir-biriga yaqin bo'lsa, u holda:

- a) eng kam qutblanish inert gazlar ionlarida bo'lishi mumkin;
- b) qutblanish tashqi qavatda 18 ta elektroni bo'lgan ionlarda eng katta qiymatga ega bo'ladi;
- d) qutblanish d – orbitallari elektronlar bilan to'lmagan ionlarda o'rtacha qiymatga ega bo'ladi. Qo'shimcha gruppacha elementlari ionlarining qutblanishi ortib boradi, chunki elektron qavatlarining ortishi tashqi qavatdagi elektronlarning atomdan ortishiga chiqib ketishiga olib keladi, bu esa yadroning ichki qavatdagi elektronlarga nisbatan ta'sirini kuchaytirishi natijasida orbitallarning deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi.

Agar element turli zaryadli ionlar hosil qilsa, zaryad ortib borishi bilan qutblanish kamayib boradi, chunki ion radiusi kamayib boradi. Ba'zi ionlarda, masalan, Mg^{2+} , Na^+ , F , O^{2-} da qutblanish yadro zaryadi kamayishi bilan ortib boradi, chunki bu elementlarning elektron qavatlari bir xil, shuning uchun yadro zaryadi kamayishi bilan qutblanuvchanlik ortadi.

Demak, musbat ionning zaryadi qancha katta, radiusi qancha kichik va elektronlar orbitallarda mustahkam joylashgan bo'lsa, qutblovciligi shuncha yuqori bo'ladi. Anionlarning o'lchami katta, zaryadi kichik bo'lganligi, ularni kationga nisbatan qutblash xossasi xos bo'lmagani uchun qutblanish bir tomonlama bo'ladi, deb qarash mumkin. Shunday qilib, ionlarning qutblanishini Y. Fayansning to'rt qoidasi asosida tushuntirish mumkin:

- kationning qutblash xossasi yuqori bo'lishi uchun uning radiusi u qadar katta bo'lmashligi;
- anion radiusi katta bo'lishi;
- kation va anion zaryadi katta qiymatga ega bo'lishi;
- kationning elektron konfiguratsiyasi inert gazlar konfiguratsiyasiga o'xshash bo'lmashligi kerak, chunki bunday konfiguratsiyali kation minimal qutblanuvchanlik xossasiga ega bo'ladi.

Ikki tomonlama ionlarining qutblanishi kristallar mustahkamligining buzilishiga olib keladi, ya'ni suyuqlanish temperaturasi pasayadi. Temperatura ortishi bilan qutblanish xossasi ham ortadi, chunki temperaturaning ortishi ionlarning tebranishini kuchaytiradi. Ionlarning bir-biriga yaqinlashishi esa modda strukturasini o'zgartirishga, ya'ni polimorfizm hodisasiga olib keladi.

4.15. VODOROD BOG'LANISH

Vodorod kuchli elektromanfiy element bilan biriksa, qo'shimcha kimyoviy bog'lanish yuzaga keladi. Shuning uchun vodorodning koordinatsion soni ikkiga teng bo'ladi. Bunday holatda vodorod atomi ikkita zarracha orasida «ko'prik» vazifasini bajaradi.

Hosil bo'lgan qo'shimcha bog'lanish asosiy kovalent bog'lanishdan birmuncha kuchsiz. Chunki qo'shimcha bog'lanish kimyoviy va molekulararo bog'lanishlar o'rtasida sodir bo'ladi. Bunday bog'lanish **vodorod bog'lanish** deyiladi. Vodorod bog'lanish 1880-yilda M.A. Ilinskiy va N.I. Beketovlar tomonidan aniqlangan. Vodorod atomining s – orbitalida bitta elektroni bor. Birinchi kovalent bog'lanish hosil bo'lishi bilan s – orbital to'yinadi va vodorod o'zgarmas bitta kovalent bog'lanish hosil qiladi, chunki $2s$ va $2p$ orbitallar juda katta energiyaga ega bo'lgani uchun ishtirok eta olmaydi. Shunga asosan ikkinchi vodorod bog'lanish alohida o'rin tutadi. Vodorod bog'lanishning hosil bo'lishida vodorod atomidan elektronlarni ma'lum darajada siljishi natijasida zarrachalarning xossalari keskin o'zgaradi.

Birikmalarda vodorod bilan kimyoviy bog'lanishda ishtirok etayotgan element atomlarining o'lchamlari qanchalik kichik va shu sababli elektromanfiyligi qancha yuqori bo'lsa, vodorod bog'lanish shu qadar mustahkam bo'ladi. Shuning uchun vodorod, fluor va kislorod bilan ancha kuchli, xlor va oltingugurt bilan kuchsizroq bog'lanish hosil qiladi. Masalan, vodorod bog'lanish energiyasi faqat atomlarning elektromanfiyligi hisobiga yuzaga kelganda quyidagi qiymatlarga teng bo'ladi (vodorod bog'lanish nuqtalar orqali ifodalangan):

H.....F-41840 J/mol

H.....N-8368 J/mol

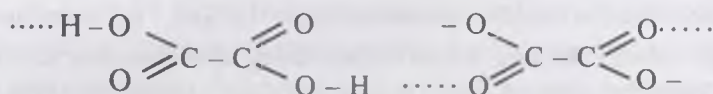
H.....O-20920 J/mol

H.....S-7531 J/mol

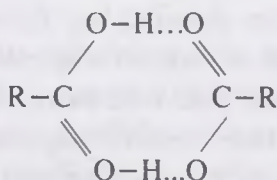
Vodorod bog'lanish energiyasi nazariy jihatdan hisoblangan qiymatidan birmuncha farq qiladi. Bunga sabab shuki, vodorod bog'lanishning hosil bo'lishida elektrostatik ta'sirlardan tashqari, vodorod bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi (elektronlarning delokalizatsiyalanishi) sodir bo'ladi. Shuning uchun vodorod bog'lanishning hosil bo'lishini va yo'qolishini elektrostatik ta'sir orqali tushuntirib bo'lmaydi. Vodorod bog'lanish energiyasi miqdori va uzunligi oddiy molekulalararo bog'lanish bilan kovalent bog'lanish oralig'idagi miqdorga teng. Bunday bog'lanish molekulalarni hosil qilish uchun yetarli bo'ladi. Vodorod bog'lanish oson 157 uzilishi va tezda qayta hosil bo'la olishi bilan oddiy kovalent bog'lanishdan farq qiladi. Quyida vodorod bog'lanishga misollar keltiriladi:

1. $(\text{HF})_n$ kristalidagi $(\text{F}-\text{H}-\text{F})^-$ — anioni chiziqli tuzilishga ega bo'lib, vodorod atomi fluor atomlari o'rtasiga joylashgan.

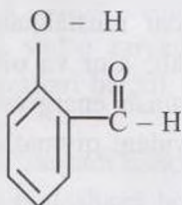
2. Organik birikmalardagi vodorod bog'lanishni quyidagi mexanizm bilan tushuntirish mumkin:



Bunday holatda $\text{O}-\text{H} \cdots \text{O}$ orasidagi masofa kichik (0,25 nm) bo'lsa, vodorod esa kislorod atomlari o'rtasiga simmetrik joylashmagan bo'ladi. Karbon kislotalarining dimerlarida vodorod bog'lanish birmuncha barqarordir, shuning uchun u suyuq holatda ham saqlanadi:



3. Aldegidlarda ichki vodorod bog'lanishning hosil bo'lishi kuzatiladi. Buni aromatik aldegidlarda ko'rish mumkin:



Ichki vodorod bog'lanish ko'pgina organik birikmalarda kuzatiladi. Ko'pgina hollarda bunday bog'lanishni tebranish xossalari, ya'ni potensial energiya o'zgarish keltirib chiqaradi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar.

Bobning qisqacha mazmuni. Ushbu bobda atomlarning birikishidan hosil bo'luvchi bog'lar tahlil qilinadi. Ion, kovalent, metall hamda vodorod bog'lanish va ularning mohiyati ko'riladi. Oktet nazariyasiga ahamiyat beriladi, valent (Lyuis) strukturasi, ikkilamchi va uchlamchi bog'larning hosil bo'lishi misollarda tushuntiriladi. Elektrmanfiylik, oksidlanish darajasi, qaytarilish kabi jarayonlarning mohiyati ochiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad. Bob o'qib chiqilgach, talabadan quyidagilarni bilib olish talab qilinadi:

- ixtiyoriy element atomidagi valent elektronni aniqlab, uning valent strukturasi yozish, valentlikni tushunib olish, bog'lar energiyasi mohiyatini tushunib yetish.
- elektrmanfiylik mohiyatini to'la tushunib yetish, uni misollarda ko'rsata olish.
- ionli va molekular tenglamalar tuza olish, yarim reaksiyalar tenglamalarini qo'sha olish va elektronlar sonini hisoblay olish.
- molekula va molekular ionlardagi atomlar uchun oksidlanish darajalarini belgilay olish.

Mashqlar

Valent elektronlarni nuqtalar orqali belgilab, Ca, Se, B, Br, Si atomlari simvol-larini yozing.

Quyidagi har bir ion uchun tashqi elektron konfiguratsiyani belgilang:

- a) Mn^{+4} , Os^{+2} ; b) Cu^{+} , d) Na^{+} , e) Cr^{+} f) Rb^{+1}

Anionlar radiuslarining kationlar radiuslaridan kattaligini tushuntirib berishga harakat qiling.

Galogenlar qatorida ularning atom yadro zaryadi raqami belgilari orta borishi bilan elektrmanfiyligi kamayishini tushuntiring.

5. Quyidagi moddalarning har biri uchun ikki variantdagi nomlarni bering:

- a) NF_3 , Cr_2O_6 , NbO_s , SeO_2 , P_2Cl_6 , TiF .

Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Quyidagi keltirilgan molekulalarning qaysi birida « π » bog'lanish mavjud bo'lmaydi?

- A) CO; B) $N_{2,}$; C) CH_4 ; D) C_2H_4 ; F) C_2H_2 .

2. Quyidagi molekulalarning qaysi birida dipol momenti nolga teng bo'ladi?

- A) H_2O ; B) NO_2 ; C) CO_2 ; D) CCl_4 ; F) HCl.

3. Quyidagi ionlardan qaysi birining markaziy atomida gibridlanishga moyillik kam?

- A) SiO_4^{4-} ; B) PO^{+} ; C) SO_4^{2-} ; D) ClO ; F) CrO^{2+} .

4. Quyidagi molekulalarning qaysi birida $sp^3 d^2$ gibridlanish kuzatiladi?

- A) SF_6 ; B) XeF_4 ; C) ClF_7 ; D) JF_7 ; F) HF.

5. Quyida keltirilgan vodorodli birikmalarning qaysinisida markaziy atomning gibridlanishga intilishi kuchli namoyon bo'ladi?

- A) CH_4 ; B) SiH_4 ; C) SnH_4 ; D) PbH_4 ; F) AlH_3 .

6. Quyidagi birikmalarning qaysi birida kremniyning valentligi to'yinmagan hisoblanadi?

- A) SiF_4 ; B) SiH_4 ; C) $(\text{SiO}_2)_n$; D) $[\text{SiF}_6]^{2-}$; F) SiO_2 .

7. Quyidagi elementlarning qaysi biri elektrmanfiylik xossasini kuchli namoyon qiladi?

- A) O; B) N; C) Cl; D) S; F) J.

8. Quyidagi atomlarning qaysi biri donor-akseptor mexanizm bo'yicha kimyoviy bog'lanish hosil qilishi mumkin?

- A) Cs; B) N; C) Na; D) Ca; F) Mg.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri yuqori qaynash temperaturasiga ega?

- A) HF; B) NCl_3 ; C) Ar; D) H_2O ; F) CO .

10. Quyida keltirilgan moddalar molekulari tarkibidagi σ – bog'lar soni kamayib borishi tartibida joylashtiring.

1) azot; 2) oltingugurt (VI) oksid; 3) karbonat angidrid.

- A) 3,2,1; B) 1,2,3; C) 2, 3,1; D) 1, 3, 2.

11. Qaysi qatorda elementlar atom radiusi ortib borishi tartibida joylashtirilgan?

- A) kislorod, tellur, oltingugurt, selen, poloniy;
B) kislorod, oltingugurt, selen, tellur, poloniy;
C) poloniy, tellur, selen, oltingugurt, kislorod;
D) poloniy, selen, oltingugurt, tellur, kislorod.

12. Oddiy modda holidagi oltingugurt atomi disproporsiya reaksiyasida qatnashishi mumkinmi, bunday reaksiya qanday sharoitda sodir bolishi mumkin?

1) yo'q, bu xossa elektrmanfiyligi katta bo'lgan elementlar atomi uchun xos xususiyatdir;

2) bunday jarayonni juda kuchli kislotalar ishtirokidagina amalga oshirish mumkin;

3) bunday reaksiyani neytral sharoitda olib borish mumkin;

4) oltingugurt ishqor muhitida qaynatilganda amalga oshirish mumkin.

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

13. Quyidagi p – elementlar orasidan metall xususiyatiga ega bo'lganlarini toping:

- 1) kaliy; 2) bor;
3) fosfor; 4) surma;
5) qalay; 6) selen; 7) vismut.

- A) 1, 3, 5, 7; B) 2, 4, 5, 6;
C) 1, 4, 5, 7; D) 5, 6, 7.

V BOB

KIMYOVIY TERMODINAMIKA

Termodinamika issiqlik energiyasi bilan boshqa xil energiyalar orasida bo'ladigan munosabatlar haqidagi ta'limotdir. Termodinamika so'zi *grekcha terme* – issiqlik va *dinamis* – kuch so'zlaridan olingan bo'lib, uning ma'nosi issiqlik bilan bog'liq kuchlar to'g'risidagi fanni anglatadi. Uning vazifasi turli sistemalarning xossalari va ular-da bo'layotgan jarayonlarni o'rganishdan iborat. Kimyoviy termodinamika umumiy termodinamikaning bir qismi bo'lib, termodinamika qonun va qoidalarining kimyoviy jarayonlarda qo'llanishini o'rganadi.

Termodinamika uch bo'limdan iborat bo'lib, bu bo'limlarning har birining o'ziga xos qonunlari bor. Har qaysi qonunning o'ziga xos postulobi bo'lganligidan ba'zan bu bo'limlar to'g'ridan-to'g'ri 1,2,3-postulatlar deb ham ataladi.

Birinchi qonun 1842-yilda R. Meyer tomonidan, ikkinchi qonun birinchidan oldin – 1824-yilda S. Karno tomonidan va uchinchi qonun esa 1912-yilda Nemst tomonidan kashf etilgan. Tabiatda ko'p uchraydigan erish, sovish, isish, oksidlanish-qaytarilish, kristallanish, kondensatlanish, galvanik jarayonlar termodinamika qonunlari asosida talqin qilinadi. Umumiy termodinamikani o'rganishdan avval shu bo'limda keng qo'llanadigan **sistema** deb ataluvchi tushuncha bilan tanishamiz. Tashqi muhitdan amalda yoki fikran ajratib olingan va bir-biriga ta'sir etib turadigan moddalar yoki jismlar gruppasi **sistema** deb ataladi. Sistemaning fizik va kimyoviy xususiyatlari majmuasi shu sistemaning holati deb ataladi.

Termodinamika moddalarning xossalarini energetik jihatdan tavsiflaydi. Uning birinchi qonuni energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, energiya xillari orasida sifat va miqdoriy munosabatlarning borligini ko'rsatadi. Termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq, alohida olingan sistemada energiyaning umumiy miqdori o'zgarmaydi, energiya yo'qolib ketmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Bu qonunni K. Meyerdan oldin birinchi marta 1748-yilda M.V. Lomonosov bayon etgan edi. XIX asrning o'rtalarida mexanik ishning issiqlik va issiqlikning mexanik ishga aylanishi ustida olib borilgan juda aniq tajribalar mexanik energiyani issiqlikka aylanishi mumkinligini ko'rsatdi. 1847-yilda Gelmgols «energiyaning saqlanish prinsipi»ni umumiy tarzda quyidagicha ta'rifladi: **alohida**

olingan (ajratilgan) sistemaning umumiy energiyasi o'zgarish qiyamatga ega bo'ladi. U yo'qdan bor bo'lmaydi va yo'qolib ham ketmaydi.

Energiya yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Agar biror jarayon davomida energiya bir turi yo'qolsa, uning o'rniga ekvivalent miqdorda bir turi paydo bo'ladi. Bu qonunning matematik ifodasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\Delta U = Q - P\Delta V$$

Bunda: ΔU – sistemaning ichki energiyasi, Q – sistemaga berilgan issiqlik miqdori, P – sistemaning bosimi, V – sistema hajmining o'zgarishi, $P\Delta V = A$ bo'lganligi uchun $\Delta U = Q - A$ ko'rinishda ham yozish mumkin.

Har qanday jism ma'lum energiya miqdoriga ega. Jismda bo'lgan barcha energiya **jismning umumiy energiyasi** deyiladi. Jismning umumiy energiyasi kimyoviy termodinamikada sistemaning **ichki energiyasi** deb ataladi. Sistemaning ichki energiyasi undagi molekulalarning o'zaro tortilish va itarilish, ilgarilanma va aylanma harakat, molekula ichida atom va atomlar o'rtasida tebranish, atomlarda elektronlarning aylanish, atom yadrosida bo'lgan va hokazo energiyalar yig'indisiga teng. Ichki energiya sistema holatini bildiradi. Sistemaning ichki energiyasi moddalarning xiliga ularning miqdoriga, bosim, temperatura va hajmga bog'liq.

Jismdagi ichki energiya mutlaq miqdorini o'lchab bo'lmaydi. Masalan, biz kislorod yoki vodorod molekulasini ichki energiyasining umumiy miqdorini bila olmaymiz, chunki modda har qancha o'zgarmasin, u energiyasiz bo'la olmaydi. Shuning uchun amalda jismning holati o'zgargan vaqtda ichki energiya kamayishi va ko'payishinigina aniqlaymiz. Masalan, 2 hajm vodorod bilan 1 hajm kislorod aralashmasining ichki energiyasini U_1 bilan ifodalaylik. Aralashmani elektr uchquni yordamida portlatib, suv bug'i hosil qilaylik. Uning ichki energiyasini U_2 bilan ifodalaymiz. Aralashma portlagach, sistemada ichki energiya U_1 dan U_2 ga o'zgaradi:

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

Bunda: ΔU – ichki energiya o'zgarishi; uning qiymati faqat U_1 va U_2 larga, ya'ni sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq, ammo sistema bir holatdan ikkinchi holatga qay usulda o'tganligiga bog'liq emas.

Ma'lumki, kimyoviy sistemalardagi har qanday energetik o'zgarishlar energiya saqlanish qonuniga muvofiq bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

$$Q = \Delta U + A.$$

Agar bosim doimiy ($P = \text{Const}$) bo'lsa, hajm o'zgarishi hisobiga ish bajariladi va shunga ko'ra:

$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

bo'ladi, bunda ΔV – sistema hajmining o'zgarishi $A = P \cdot \Delta V$ bo'lgani uchun ($P = \text{Const}$) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q_p = \Delta U + P\Delta V,$$

Q_p reaksiyaning o'zgarish bosimdagi issiqlik effekti. Bundan:

$$\Delta U = U_2 - U_1, \text{ va } \Delta V = V_2 - V_1.$$

Shunga asosan:

$$Q_p = (U_2 - U_1) + R(V_2 - V_1) = U_2 - U_1 + PV_2 - PV_1 = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1).$$

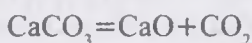
$$Q_p = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$$

Tenglamadagi $U + PV$ – kattalik sistemaning **entalpiyasi** (issiqlik tutumi) deyiladi va «H» harfi bilan belgilanadi. $U + PV = H$ bo'lgani uchun: $U_2 + PV_2 = H_2$ va $U_1 + PV_1 = H_1$. Bu holda (2) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = H_2 - H_1 = \Delta H$$

Issiqlik yutish bilan sodir bo'ladigan endotermik reaksiyalar uchun ΔH musbat ishoraga ega bo'lib, $\Delta H > 0$ bo'ladi. Issiqlik chiqarish bilan sodir bo'ladigan ekzotermik reaksiyalarda esa ΔH manfiy ishora bilan yoziladi. $\Delta H < 0$ bo'ladi. Masalan: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

$\Delta H = -875,4 \text{ kJ}$ – ekzotermik reaksiya.

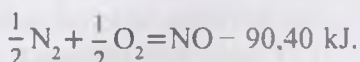


$\Delta H = +158,3 \text{ kJ}$ – endotermik reaksiya.

Demak, entalpiyaning o'zgarishi bosim doimiy bo'lganda sistemaga beriladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini bildiradigan termodinamik funksiyadir. Kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etuvchi moddalarning xossalari o'zgaribgina qolmay, balki sistemaning energiyasi o'zgarishi natijasida issiqlik ajralib chiqadi yoki yutiladi.

Kimyoviy reaksiyalar natijasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ko'rsatib yoziladigan kimyoviy tenglamalarga **termokimyoviy tenglamalar** deyiladi. Termokimyoviy tenglamalar massa va energiyaning saqlanish qonunlariga rioya qilib tuziladi. Reaksiya natijasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori Joul yoki kJ larda ifodalanadi ($1 \text{ kkal} = 4,18 \text{ kJ}$). Kimyoviy reaksiya vaqtida ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdori reaksiyaning **issiqlik effekti** deyiladi va ΔH_p bilan belgilanadi, u moddalarning issiqlik sig'imiga bog'liq bo'ladi va kalorimetrdan o'lchanadi (5.1-rasm).

Oddiy moddalar (elementlar)dan 1 *mol* murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori moddalarning **hosil bo'lish issiqligi** deyiladi. Hosil bo'lish issiqligi $\Delta H_{\text{hb}}^\circ$ bilan belgilanadi. Hosil bo'lish issiqligi har doim normal sharoitda (273K da va 101,325 kPa bosimda) 1 *mol* modda uchun hisoblanadi, shuning uchun termokimyoviy tenglamalarda kasr koeffitsientlar ham qo'yiladi, masalan:





5.1-rasm. Qattiq va suyuq moddalar namunalarining sig'imini o'lchaydigan kalorimetr.

Moddalarning hosil bo'lish issiqliklari qiymati, ularning agregat holatiga ham bog'liq bo'ladi. Shunga ko'ra, termokimyoviy tenglamalarda moddalarning agregat holatlari ham ko'rsatib yoziladi. Hozirgi kunda standart sharoitda 8000 dan ortiq murakkab moddalarning hosil bo'lish issiqliklari tajriba yo'li bilan aniqlangan. Masalan, suvning bug' ($\Delta H^\circ_{298} \text{H}_2\text{O}_{\text{bug}} = 241,84 \text{ kJ}$) hosil bo'lish issiqligi suyuq holatdagi suvning hosil bo'lish issiqligi esa $\Delta H^\circ_{298} \text{H}_2\text{O} = 285,4 \text{ kJ}$ ga teng. Shunga ko'ra, hosil bo'lish issiqliklari qiymati ko'rsatilganda $\Delta H^\circ_{298\text{hb}}$ bilan birga moddalarning agregat holatlarini ko'rsatuvchi quyidagi belgilar ham yoziladi. Gaz holdagi modda – g bilan, suyuq holdagi modda – s bilan, qattiq holdagi modda – q bilan ifodalanadi.

Termodinamika qonuniga muvofiq reaksiya vaqtida issiqlik ajralib chiqsa, sistemaning issiqlik tutimi kamayganligi sababli reaksiyaning issiqlik effekti manfiy (–) ishora bilan, issiqlik yutilsa musbat (+) ishora bilan ko'rsatiladi. Demak, reaksiyaning termodinamik issiqlik effekti ΔH termokimyoviy issiqlik effekti Q_p ning teskari ishora bilan olingan qiymatiga tengdir:

$$-\Delta H = Q \text{ yoki } \Delta U = -Q_p$$

Kimyoning termokimyo bo'limi reaksiyaning issiqlik effekti va ularning turli faktorlar bilan qanday bog'langanligini o'rganadi. Termokimyo ikkita asosiy qonun va ulardan kelib chiqadigan natijalardan iborat. Bu bo'limning asosiy qonunlaridan biri Gess qonuni hisoblanadi. Energiyaning saqlanish qonuni, ya'ni termodinamikaning birinchi qonuni rus olimi G.I. Gess tajribalari asosida 1840-yilda ta'riflangan:



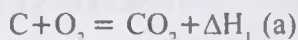
5.2-rasm. Gess German Ivanovich.

«Kimyoviy reaksiyalarning o'zgarmas hajmi va o'zgarmas bosimdagi issiqlik effekti sistemaning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, jarayonning borish yo'liga, qanday oraliq bosqichlar orqali o'tganligiga bog'liq emas (5.2-rasm)». Termokimyoning amalda ko'p tatbiq qilinadigan bu muhim qonuni yana quyidagicha talqin qilinishi ham mumkin: «Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonning qanday usulda olib borilishiga bog'liq emas, balki faqat reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq». Keltirilgan ta'riflarning isboti misolida CO_2 , gazi C va O_2 dan ikki xil yo'l bilan bevosita, uglerod va kislorodning birikishi hamda CO hosil bo'lishi orqali olinishi mumkin. Bu yerda

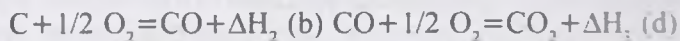
Gess qonuniga muvofiq CO_2 hosil bo'lish issiqlik effekti ΔH , barcha bosqichlarda kuzatiladigan issiqlik effektlarining yig'indisiga teng boiadi, ya'ni:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

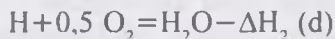
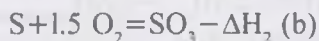
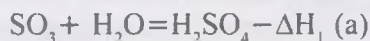
Darhaqiqat, CO_2



reaksiyasi yordamida bir bosqichda yoki quyidagi



reaksiyalar orqali ikki bosqichda hosil qilinishi mumkin. (b) va (d) tenglamalar qo'shilsa (a) tenglama kelib chiqadi. Demak, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ bo'ladi. Tajribada $\Delta H_1^\circ = -393,3 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_2^\circ = -111,3 \text{ kJ/mol}$ va $\Delta H_3^\circ = -282,8 \text{ kJ/mol}$ ekanligi aniqlangan. Shular asosida CO_2 ning hosil bo'lish issiqligi $\Delta H_1 = -\Delta H_2 + \Delta H_3 = 111,3 + (-282,8) = -171,5 \text{ U/mol}$ ga tengligini topamiz. Yana bir misol: Gess qonunini tatbiq etish SO_3 va H_2O dan H_2SO_4 hosil bo'lish reaksiyasining issiqlik effekti hisoblaymiz:



Bunda ΔH_1 , ΔH_2 , ΔH_3 – SO_3 , H_2O , H_2SO_4 larning hosil bo'lish issiqliklari. Agar (e) tenglamadan (b-d) ni olib tashlasak (a) tenglama chiqadi: $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1 + \Delta H_2$, ya'ni $\Delta H = +\Sigma \Delta H_{\text{Akr}}$. Yuqorida keltirilganlardan kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti mahsulotlar hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayirib tashlanganiga teng degan xulosa kelib chiqadi, ya'ni:

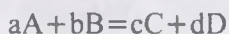
$$\Delta H = \Sigma n H_{\text{mah}} - \Sigma X p H_{\text{dast.modda}}$$

bunda: n , p – mahsulot va dastlabki moddalarning stexiometrik koeffitsientlari.

Shunday qilib, Gess qonuni va undan kelib chiqadigan natijadan foydalanib, issiqlik effekti noma'lum yoki o'lgash qiyin bo'lgan jarayonlarning issiqlik effektini topish mumkin. Gess qonunining natijalaridan biri ma'lum bir murakkab moddaning oddiy moddalarga ajralish issiqligi qiymat jihatdan o'sha moddaning elementlardan hosil bo'lish issiqligiga teng bo'lib, ishora jihatdan qarama-qarshi ekanligini tasdiqlovchi qonundir. Bu natija Lavuazye-Laplas qonuni ham deb yuritiladi. Shunga ko'ra:

$$\Delta H_{\text{h.b.}} = -\Delta H_{\text{ajr.}}$$

Gess qonunidan kelib chiqadigan yana bir termodinamik hisoblash uchun muhim bo'lgan natija quyidagicha izohlanadi: reaksiyaning issiqlik effektini topish uchun reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yigindisidan reaksiyaga kiruvchi moddalarning hosil bo'lish yig'indisini ayirish kerak. Masalan, ushbu umumiy reaksiya uchun:



reaksiyasining issiqlik effekti quyidagicha yoziladi:

$$\Delta H_r = (c\Delta H_c + d\Delta H_d) - (a\Delta H_A + b\Delta H_B)$$

bunda:

$(c\Delta H_c + d\Delta H_d)$ – reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi;

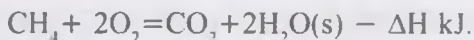
$(a\Delta H_A + b\Delta H_B)$ – reaksiya uchun olingan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi;

a, b, c va d – moddalarning stexiometrik koeffitsientlari.

Shuni ham aytish kerakki, Gess qonuni «reaksiya issiqliklari yig'indisining doimiy qonuni» deb ham yuritiladi:

$$\Delta H_p = \sum \Delta H_{\max} - \sum \Delta H_{\text{dast.modda}}$$

Shunga ko'ra, Gess qonuniga yana quyidagicha ta'rif ham beriladi: *Ketma-ket boradigan bir qator reaksiyalar issiqlik effektlarining yig'indisi dastlabki modda va mahsulotlarga ega bo'lgan boshqa reaksiyalar qatorining issiqlik effektlari yig'indisiga teng. Buni yana bir misolda ko'raylik. Metanning yonish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:*



Ba'zan reaksiyada issiqlikdan tashqari elektr energiyasi ham hosil bo'ladi. Agar biz faqat reaksiya issiqligini bilmoqchi bo'lsak, reaksiya vaqtida energiyaning umumiy o'zgarishidan bajarilgan ish miqdorini (yoki hosil bo'lgan elektr energiyani) chiqarib tashlashimiz kerak. Reaksiya vaqtida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan umumiy energiya miqdoridan kengayish uchun bajarilgan ish miqdorini ayirib tashlagandan keyin qoladigan maksimal issiqlik **reaksiyaning issiqlik effekti** deb ataladi. Sistema ichki energiyasining o'zgarishi sistemaga berilgan issiqlik va sistema bajargan ish A qiymatlariga bog'liq bo'ladi:

$$\Delta U = Q - A$$

Endi termodinamikaning birinchi qonunini turli kimyoviy jarayonlarga tatbiq qilamiz.

Gess qonuni va undan kelib chiqadigan natijalardan foydalanib turli termokimyoviy hisoblar yuritish mumkin; termokimyoviy tenglamalar reaksiyalarning issiqlik effektlarini topishga imkon beribgina qolmay, balki ular asosida turli jarayonlar, jumladan: erish, kristallanish, neytrallanish, gidratlanish, yonish, parchalanish va

rnolekular massasi, m – erigan moddaning massasi. Suvsiz tuz bilan suvdan 1 mol tuz gidratlari hosil bo'lishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori **gidratlanish issiqligi** deyiladi. Gidratlanish issiqligi Q_r yoki ΔH_r ni topish uchun suvsiz tuzning erish issiqligi Q_e dan hosil bo'lgan gidratning erish issiqligi Q ayirib tashlanadi:

$$Q_r = Q - Q_e \text{ yoki } \Delta H_r = \Delta H - \Delta H_e$$

Masala. 2 g suvsiz $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ g suvda eritilganda temperatura 4 gradusga ko'tariladi. CuSO_4 ning gidratlanish issiqligini hisoblang.

Yechish: a) suvsiz CuSO_4 ning erish issiqligini hisoblaymiz:

$$\Delta H_e = \frac{c \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{CuSO}_4} \cdot \Delta t}{m \cdot 1000} = \frac{4,187 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 160}{2 \cdot 1000} = 66,992 \text{ kJ};$$

$$\text{b) } \Delta H_r = \Delta H - \Delta H_e = -66,992 - (-11,52) = 73,512 \text{ kJ/mol}$$

(gidrat-mollanish-ekzotermik jarayon). Moddalarning hosil bo'lish issiqliklarini bir-biriga taqqoslash natijasida quyidagilar aniqlanadi:

1. Elementlar sistemasining ma'lum qatorida turgan elementlardan birikmalar hosil bo'lishida kuzatiladigan issiqlik o'zaro birikuvchi elementlarning tartib raqamlari orasidagi farqning ortishi bilan ortib boradi. Masalan:

$$\Delta H_{\text{NaCl}} = -413,0 \text{ kJ/mol};$$

$$\frac{1}{2} \Delta H_{\text{MgCl}_2} = -321,0 \text{ kJ/mol};$$

$$\frac{1}{2} \Delta H_{\text{AlCl}_3} = 231,1 \text{ kJ/mol}.$$

Bu yerda bitta kimyoviy bog' uchun to'g'ri keladigan issiqlik miqdori berilgan. Bu sonlarni bir-biriga taqqoslab, quyidagi qoida aniqlangan: o'xshash birikmalar hosil bo'lganda oraliq element birikmasining hosil bo'lish issiqligi uning yonidagi ikkala element birikmalari hosil bo'lish issiqliklarining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng bo'ladi. Masalan: MgCl_2 hosil bo'lish issiqligi:

$$\frac{1}{2} \Delta H_{\text{MgCl}_2} = \frac{-413 - 232,1}{2} = \frac{-645,1}{2} = -322 \text{ kJ/mol}.$$

Bu qoida 1928-yilda A) M. Berkengeym tomonidan ta'riflangan.

2. Biror metall davriy jadvalning ma'lum gruppasidagi metallmas element bilan birikma hosil qilish issiqligi uning atom massasi ortishi bilan kamayadi. Masalan:

$$\Delta H_{\text{AgF}}^0 = -202,9 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{\text{AgCl}}^0 = -126,8 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{\text{AgBr}}^0 = -99,16 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{\text{AgI}}^0 = -64,2 \text{ kJ/mol}.$$

3. Bir metall metallmas element bilan bir necha xil birikma hosil qila oladigan bo'lsa, ularning birinchi atomlari birikkanda eng ko'p issiqlik chiqadi, keyingi

atomlari birikkanda esa kamroq issiqlik chiqadi. Masalan: $\Delta H_{\text{FeCl}_2} = -341,0 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{FeCl}_3} = -405,0 \text{ kJ/mol}$. Bu qoidaga asoslanib, birikmadagi eng keyingi metall bo'lmagan atomni chiqarib yuborish oson degan xulosa chiqara olamiz.

4. Kimyoviy xossalari jihatidan yaqin bo'lgan elementlarning o'xshash birikmalarining hosil bo'lish issiqliklari bir-birinikiga yaqin bo'ladi:

$$\Delta H_{\text{NaOH}} = -426,6 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{\text{LiOH}} = -487,8 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{\text{CsOH}} = -406,5 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{\text{KOH}} = -425,93 \text{ kJ/mol}.$$

Kristall moddaning hosil bo'lish issiqligi amorf moddaning hosil bo'lish issiqligidan ortiqdir.

Birikmalarning atomlardan hosil bo'lish issiqligi ularning molekulalardan hosil bo'lish issiqligidan yuqori bo'ladi.

Entropiya. Issiqlik mashinalarida issiqlikning ancha qismi bekorga sarflanadi. Boshqa turdagi energiyalardan foydalanilganda ham energiyaning ma'lum qismi issiqlikka aylanib, bir qismi bekorga isrof bo'ladi. Masalan, elektr lampochkasida elektr energiyasining faqat ozgina qismi yorug'likka, qolgan qismi esa issiqlikka aylanadi. Issiqlikka aylangan energiya atrof-muhitga tarqalib ketadi va undan foydalanib bo'lmaydi; demak, energiya miqdori o'zgarmasa ham, uning sifati o'zgaradi, ya'ni energiya o'z qiymatini yo'qotadi. Qiymatini yo'qotgan bunday energiya miqdorini ifodalash uchun termodinamikaga entropiya tushunchasi kiritilgan.

Izotermik (o'zgarmas temperaturada) jarayonda yutilgan issiqliklar yig'indisining mutlaq temperaturaga nisbati sistema entropiyasining o'zgarishi deb ataladi va quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$\Delta S = Q/T$$

Muvozanat holatidagi har qanday sistema «entropiya» nomli o'ziga xos holat funksiyasiga ega bo'lib, entropiyaning qaytar jarayonlarda o'zgarishi $\Delta S = S_2 - S_1 = Q/T$ tenglama asosida hisoblanadi (bu yerda Q – mazkur temperatura T da yutiladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik miqdori).

Agar jarayon o'zgaruvchan temperaturada sodir bo'lsa, entropiya o'zgarishini hisoblash uchun barcha temperaturalardagi Q/T larning yig'indisini olish kerak. Entropiyaning haqiqiy ma'nosini quyidagicha tushunish mumkin. Entropiya moddada yuz berishi mumkin bo'lgan va uzluksiz o'zgarib turadigan holatlarni aks ettiruvchi funksiyadir. Moddaning ayni sharoitdagi holati juda ko'p turli-tuman mikroholatlar tufayli yuzaga chiqadi, chunki modda zarrachalari doimo uzluksiz to'lqinsimon harakatda bo'lib, bir mikroholatdan boshqa mikroholatga o'tib turadi.

Bolsman nazariyasiga muvofiq holatlar soni bilan entropiya orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$S = R/N \cdot \ln W$$

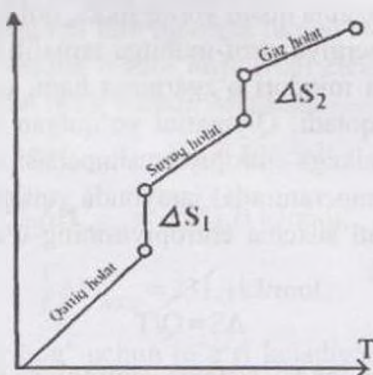
N – Avogadro soni, R – universal gaz doimiysi, W – mikroholatlar soni.

Uzluksiz o'zgarib turadigan mikroholatlar soni qancha ko'p boisa, modda holatining tartibsizlik darajasi ham shuncha katta bo'ladi. Modda tartibli holatdan tartibsiz holatga o'tganda uning entropiyasi ortadi. Entropiya o'zgarishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Delta S = R \ln \frac{\text{ikkinchi holatdagi tartibsizlik}}{\text{birinchi holatdagi tartibsizlik}}$$

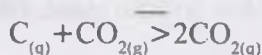
Turli jarayonlarda entropiyaning o'zgarishi. Modda yuqori temperaturali holatda bo'lsa, uning entropiyasi yuqori bo'ladi. Masalan, 1 mol suvning entropiyasi 1 mol muzning entropiyasidan 21,0 kJ ortiq bo'ladi.

Qizdirilganda moddalarning entropiyasi ortadi, hajm o'zgarganda gazlarda ham shunday bo'ladi. Bosim ham gazlarning entropiyasiga keskin ta'sir etadi. Bosimning ortishi gaz entropiyasini oshiradi. Modda holatining o'zgarishi entropiyaning o'zgarishiga katta ta'sir etadi. 5.3-rasmda keltirilgan grafikda temperatura oshganda entropiyaning modda holati o'zgargandagiga nisbatan deyarli o'zgarmasligi ko'rsatilgan.

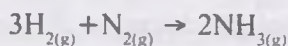


5.3-rasm. Entropiyaning temperaturaga bog'liqligi.

Grafikda modda holatining o'zgarishi entropiyaning keskin o'zgarishiga sabab bo'lishini ko'ramiz. Demak, entropiyaning o'zgarishi moddaning tartibsizlik darajasiga to'g'ri proporsionaldir. Entropiya qiymati J/mol. grad bilan o'lchanadi. Suyuqlik bug' holatiga o'tganida, kristall modda suvda eriganda, ya'ni modda bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tganida sistema entropiyasi ortadi. Agar bug' kondensatsiyalanib suyuq yoki kristall holatga o'tsa, modda entropiyasi kamayadi. Shuningdek, kimyoviy jarayon vaqtida ham entropiya ortishi yoki kamayishi mumkin. Masalan:



reaksiyasida sistema entropiyasi ortadi.



Erkin va bog'langan energiya. Termodinamika qonuniga muvofiq jismdagi energiyaning bir qismi ishga aylanmaydi, jarayon mobaynida jism ichki energiyasining faqat ma'lum qismigina ishga aylanishi mumkin. Jism energiyasining ishga aylanishi mumkin bo'lgan qismi uning erkin energiyasi, ishga aylana olmaydigan qismi esa bog'langan energiya deb ataladi. Shunday qilib:

$$U = F + Q$$

bu yerda U – jismning ichki energiyasi, F – erkin energiya, Q – bog'langan energiya.

Jismdagi bu energiyalarning mutlaq qiymatini hisoblab bo'lmaydi, lekin jarayon vaqtida bajarilgan ish va chiqarilgan issiqlik asosida jismdagi energiyaning o'zgarishini aniqlash mumkin. Erkin energiya jismda potensial energiya holida bo'ladi. Jism ish bajarganda uning erkin energiyasi kamayadi. Masalan, dastlab jismning erkin energiyasi F_1 ma'lum ishni bajargandan keyin, uning erkin energiyasi F_2 bo'lsin; u holda o'zgarmas jismda bo'ladigan qaytar izotermik jarayon natijasida hosil bo'lgan maksimal ish F_1 va F_2 orasidagi ayirmaga teng bo'ladi:

$$A = F_2 - F_1 = -\Delta F.$$

O'zgarmas bosimda sodir bo'ladigan qaytar izotermik jarayon vaqtida bajariladigan maksimal ishning qiymati dastlabki va oxirgi izobarik potentsiallar G_1 va G_2 orasidagi ayirmaga teng bo'ladi:

$$G_2 - G_1 = -\Delta G$$

Amalda erkin energiyaning hammasi foydali ish bajarish uchun sarflanavermaydi, balki uning bir qismi nur, issiqlik va boshqa ko'rinishda bekorga sarf bo'ladi. Qaytar jarayonda esa energiya faqat ish uchun sarflanadi.

Demak, sistemadagi erkin energiyaning kamayishi izotermik qaytar jarayonda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan maksimal ishning o'lchovidir. Bu ish esa, o'z navbatida, moddalarning kimyoviy reaksiyaga kirish ish xususiyati o'lchovidir.

Bog'langan energiya $Q = T\Delta S$ formula bilan ifodalanadi; ΔS – jarayon vaqtida entropiyaning o'zgarishi.

Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari birlashgan tenglamasi. Erkin va bog'langan energiya degan tushunchalar aniqlab olindi. Endi termodinamikaning birinchi hamda ikkinchi qonunlarining birlashgan tenglamasini yozish mumkin. Agar qaytar jarayonda issiqlikning ishga aylana olmaydigan eng kichik miqdorini ΔQ bilan ifodalasak, bu issiqlik bog'langan energiyaga teng bo'ladi:

$$\Delta Q = T\Delta S$$

Demak, qaytar jarayonlar uchun:

$$\Delta S = \Delta Q / T$$

formula hosil bo'ladi.

Agar bog'langan energiya ifodasini termodinamikaning birinchi qonuni formula-siga, ya'ni:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

da qo'ysak,

$$T\Delta S = \Delta U + \Delta A$$

yoki $T\Delta S = \Delta U - \Delta F$, yoki $\Delta F = \Delta U - T\Delta S$ o'zgarmas bosimdagi jarayon uchun esa

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

tenglama kelib chiqadi. Bu tenglama termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonun-lari qaytar jarayonlar uchun xos bo'lgan umumiy tenglamasidir.

Entropiya va entalpiya faktorlari $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ tenglamada; ΔH – *entalpiya faktori* va $T\Delta S$ uning *entropiya faktori* deb yuritiladi. Ular bir-biriga qarama-qarshi intilishlarni ifodalaydi. ΔH sistemada tartibsizlik darajasini kamaytiradi yoki tartib-sizlik darajasini kamaytirishga intiladi. $T\Delta S$ esa tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi. ΔG – Gibbs energiyasi $\Delta G = 0$ bo'lganida entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo'ladi:

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



5.4-rasm. Gibbs Djozaya Uillard.

Bu sharoitda sistema muvozanatda bo'ladi. Buni D. Gibbs o'rgandi (5.4-rasm). O'z-o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun $\Delta G < 0$ dir. Bu sharoitda sistema muvozanat holatga keladi. Bu yerda uchta muhim holat bo'lishi mumkin.

ΔH° ham, $T\Delta S$ ham reaksiyaning borishiga yordam beradi. Buning uchun $\Delta H < 0$ va $T\Delta S > 0$ bo'lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

Reaksiyaning borishiga faqat ΔH° yordam beradi. Bu holda ΔH° manfiy qiymatga ega bo'ladi: $\Delta H < 0$, $T\Delta S < 0$ entropiya qarshilik qiladi.

$\Delta H^\circ > 0$ bo'lib, entropiya faktori $T\Delta S$ ΔH° dan katta bo'lganida ham reaksiya o'z-o'zicha borishi mumkin. Demak, ekzotermik reaksiyada entalpiya ΔH° ning ortishi entropiya faktori $T\Delta S^\circ$ ning ortishini «bosib ketadi». Endotermik reaksiyalarda (yuqori temperatura-larda) entalpiya faktori «bosa olmaydi». Masalan:



reaksiya uchun

$$\Delta H^\circ = 91,37 \text{ kJ. } T\Delta S = 298 \cdot [210,6 - (\frac{1}{2} \cdot 199,9 - \frac{1}{2} \cdot 205,4)] = 3 \text{ kJ.}$$

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni. Bob kimyoviy reaksiyalar energiyasi va termodinamika qonunlarini o'rganadi. Jism potensial energiyaga ega bo'ladi, uni boshqa elementlar holatlari yoki ichki tuzilishiga qarab aniqlanadi. Ekzotermik va enditermik jarayonlar, entalpiya va entropiya o'zgarishlari, holat funksiyalari. Gess qonuni, standart hosil bo'lish issiqligi, issiqlik sig'imi (kaloriyalilik) va boshqa kattaliklar o'rganiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

Bob bilan tanishgan talaba quyidagilarni bilib olishi zarur bo'ladi:

1. Kinetik energiyani potensial energiyadan ajrata olish.
2. Ekzotermik jarayonlarni endotermik jarayonlardan farqlay olish.
3. Entalpiya va entropiya kattaliklarini hisoblash.
4. Kimyoviy material va xomashyolar kaloriyalarining miqdorini bilish va aniqlash usullarini o'rganish.
5. Bir issiqlik birliligini boshqasiga o'tkaza olish hamda molyar issiqlik kattaliklaridan solishtirma kattaliklarga o'tishni uddalay olishi kerak.

Mashqlar

1. Kinetik energiya bilan potensial energiya farqlarini tushuntirib bering. Misollar keltiring.
2. Oyning massasi $7,3 \cdot 10^{22}$ kg ga teng. Oy yer atrofida $1,0 \cdot 10^3$ sm/s chiziqli tezlik bilan harakatlanadi. Oyning yerga nisbatan kinetik energiyasini toping.
3. Muzning erishi, efirning bug'lanishi, natriyning suv bilan birikishi, yashin razryadi, bug'dan issiqlikning ajralishi kabi jarayonlarning qaysi biri endotermik, qaysi biri ekzotermik jarayonlarga kiradi.
4. Cho'milish havzasi 240 m^3 suvni sig'diradi. Atrofga tarqaluvchi issiqlik miqdorini hisobga olmaganda, hovuzdagi suv temperaturasini 16° dan 24° ga ko'tarish uchun qanday miqdordagi issiqlik kerak bo'lishini hisoblab toping.

Mustaqil ishlash uchun test savollari

1. Standart holatda ammoniy nitrating parchalanishi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ mumkinmi? Javobingizni $\Delta G_{298}(\text{kJ})$ yordamida isbotlang.
A) yo'q, $-169,9$; B) ha, $-169,9$; C) yo'q, $-169,9$;
D) ha, $+169,9$; F) yo'q, $+339,8$.
2. Oddiy moddalardan $2,6910^2$ kg mis (II) xloridning hosil bo'lishida $41,17 \text{ kJ}$ issiqlik ajralib chiqdi. Mis (II) xloridning hosil bo'lish issiqligini aniqlang.
A) $-857,7$; B) $-205,9$; D) $-205,9$; E) $-857,2$. F) $-411,8$.

3. $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ vodorodni (n.sh) ftor bilan ta'sirlanishi natijasida qancha miqdorda issiqlik ajralib chiqadi yoki yutiladi?

- A) $-67,78$; B) $-135,56$; C) $+135,56$; D) $+67,78$; F) -0 .

4. Agar 140 g kalsiy oksidining karbonat angidrid bilan ta'sirlanishi natijasida 106 kkal issiqlik ajralib chiqadi. Reaksiyaning issiqlik effektini (kJ) aniqlang.

- A) -393 ; B) -177 ; C) $-37,6$; D) $-37,6$; F) -177 .

5. Agar $3,04 \cdot 10^3 \text{ kg}$ magniyni yondirish natijasida $76,16 \text{ kJ}$ issiqlik ajralib chiqsa, magniy oksidining hosil bo'lish issiqligi qancha bo'lishini aniqlang.

- A) -301 ; B) -601 ; C) -601 ; D) -301 ; F) -1202 .

6. $72,6 \text{ g}$ ikki valentli metall nitrat kristall gidrati uzoq vaqt davomida qizdirilganda $56,4 \text{ g}$ suvsiz tuz hosil bo'ldi. Qizdirish davom ettirilganda 24 g qoldiq qoldi. Kristallogidratning tarkibini aniqlang.

- A) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; B) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$;
C) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; D) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

7. 10 g texnik oltingugurt namunasi yonganda $6,5 \text{ l}$ hajmda gaz ajraladi. Agar yonish reaksiyasi $96,7\%$ ni tashkil qilgan bo'lsa, texnik oltingugurt namunasi tarkibidagi oltingugurt miqdorini toping. Bunda yonish reaksiyasi $96,7\%$ ni tashkil qilgan deb hisoblang.

- A) 92% ; B) 94% ; C) 96% ; D) 98% .

8. CO va CO_2 dan iborat $37,6 \text{ g}$ aralashma yetarli miqdordagi kislorodda yondirilganda 44 g mahsulot hosil bo'lsa, boshlang'ich aralashmadagi karbonat angidridning hajmiy ulushini aniqlang.

- A) 30 ; B) 40 ; C) 60 ; D) 70 .

VI BOB

KIMYOVIY REAKSIYALAR KINETIKASI VA KIMYOVIY MUVOZANAT

6.1. FORMAL KINETIKA

Kimyoviy kinetika reaksiyalar tezligi haqidagi ta'limot. Masalan, portlash jarayonlari sekundning o'n mingdan bir ulushida borsa, ba'zi reaksiyalar soatlar va kunlar davomida sodir bo'ladi. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasini o'rganish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Sanoatda mahsulot olish uchun o'tkaziladigan reaksiyaning qanday tezlikda borishi uning iqtisodiy samarasiga ta'sir qiladi. Mazkur reaksiyaning tezligini oshirish va xalal beruvchi reaksiyalar tezligini kamaytirish ishlab chiqarish unumini oshirishga, xomashyodan to'laroq foydalanish va kam vaqt ichida ko'p mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi. Shuning uchun reaksiyalarning qaysi sharoitda tez yoki sekin borishini aniqlash va shunga qarab, ularning tezliklarini boshqara bilish hozirgi ilmiy texnika taraqqiyoti asrida g'oyat muhimdir.

Ilmiy jihatdan olganda esa, kimyoviy reaksiyalar kinetikasini o'rganish turli reaksiyalarning qanday yo'llar bilan borishini, ya'ni ularning mexanizmini o'rganishga yordam beradi. Bu esa kimyoviy reaksiyaning yo'nalishini va ularning tezligini boshqarish imkonini yaratadi. XIX asr oxirlarigacha reaksiyalarning klassifikatsiyasi, shu bilan bir qatorda, faqat oddiy reaksiyalarnigina boshqaradigan tenglamalar bilan shug'ullanishgan, fizik kimyoning bu qismi **formal kinetika** deb yuritiladi. XX asrning boshlarida kinetikani o'rganishda asosiy e'tibor kimyoviy reaksiyalarning mohiyati va mexanizmini o'rganishga qaratildi, reaksiyalar kinetikasini mumkin qadar chuqur va to'la o'rganishga kirishildi. Umuman, kimyoviy reaksiyalarning tezligi haqidagi tushuncha kimyodagi eng muhim tushunchalardan bo'lib, moddalarning o'zgarishi va ularni sanoat miqyosida olishning iqtisodiy samaradorligi haqidagi tasavvurlar bilan bog'liqdir. Kimyoviy jarayonlarni boshqaruvchi eng muhim faktorlar (moddalar tabiatdan va erituvchi-



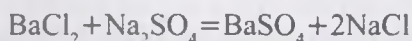
6.1- rasm. H.R. Rustamov.

lardan tashqari) to'rttadir: 1) temperatura; 2) bosim; 3) reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi; 4) katalizator.

Bu uchta (temperatura, bosim, moddalar konsentratsiyasi) reaksiyaning kuzatiladigan tezligiga ham, muvozanat holatiga ham ta'sir etadi, to'rtinchisi esa faqat reaksiya tezligiga ta'sir eta oladi. Kimyoviy reaksiyalar tezligiga oid muammolarni hal qilishda X.R. Rustamov va uning shogirdlari bajargan ishlari fanga muhim hissa bo'lib qo'shildi.

6.2. KIMYOVIY REAKSIYALAR TEZLIGI

Barcha reaksiyalar gomogen va geterogen reaksiyalarga bo'linadi. Yuqorida reaksiyalar turli tezlik bilan boradi deb aytgandik. Tez boruvchi reaksiyalarga elektrolitlar orasida bo'ladigan reaksiyalar kiradi. Misol tariqasida BaSO_4 cho'kmasining hosil bo'lish reaksiyasini ko'rish mumkin:



Ba'zi reaksiyalar esa, masalan, yer qa'rida boruvchi reaksiyalar million yillar davom etadi. **Reaksiya tezligi ma'lum vaqt ichida hajm yoki yuza birligida o'zaro ta'sir etuvchi moddalar miqdorining (konsentratsiyaning) o'zgarishidir.**

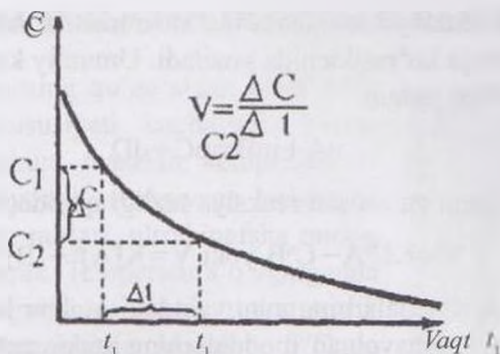
Reaksiya tezligini topishda reaksiyaga kirishayotgan moddalarni yoki reaksiya mahsulotlarini olishning ahamiyati yo'q. Odatda, qaysi moddaning miqdorini o'lchash qulay bo'lsa, reaksiya tezligi shu modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan o'lchanadi. Lekin reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari vaqt o'tishi bilan kamayadi, mahsulotlarniki esa, aksincha, ortib boradi. Natijada turli vaqt ichida reaksiya tezligi turlicha boradi. Shuning uchun reaksiyaning «haqiqiy tezligi» va «o'rtacha tezligi» degan tushunchalar kiritiladi. Odatda, konsentratsiya mollarda, vaqt esa sekundlar yoki minutlarda ifodalanadi. Masalan, reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining boshlang'ich konsentratsiyasi 2 mol bo'lib, reaksiya boshlanganidan keyin 8 sekund o'tgach 1,2 mol/ bo'lib qolsa, reaksiyaning o'rtacha $2 - 1,2/8 = 0,1$ tezligi mol/sek. ga teng bo'ladi. Quyidagi umumiy tenglama bilan boradigan reaksiyaning tezligini ko'rib chiqamiz:

$$A + B = C + D$$

A – modda sarflangan sari reaksiyaning tezligi 6.2-rasmda ko'rsatilgandek kamaya boradi.

Bunday reaksiyaning tezligi faqat muayyan vaqt oralig'i uchun tegishli ekanligidan kelib chiqadi. Agar A moddaning konsentratsiyasi biror t_1 vaqtda C_1 kattalikka t_2 vaqtda esa C_2 kattalikka teng bo'lsa, $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt birligida modda konsentratsiyasining o'zgarishi $\Delta C = C_2 - C_1$ bo'ladi, bunda reaksiyaning o'rtacha tezligi quyidagicha topiladi:

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



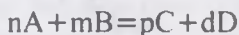
6.2-rasm. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt birligida o'zgarishi.

Bu yerda A modda konsentratsiyasi (C) kamayishi, shuningdek, $C_2 - C_1$ ayirmaning qiymati manfiy bo'lishiga qaramay, reaksiyaning tezligi faqat musbat kattalikka ega bo'lishi mumkin, shu sababli minus ($-$) ishorasi qo'yilmaydi. Agar reaksiya mahsulotlaridan birortasi konsentratsiyasining o'zgarishini kuzatsak, u reaksiya davomida ortib boradi, shu sababli keltirilgan tenglamaning o'ng qismiga plus ($+$) ishorasi qo'yish kerak. Reaksiyaning tezligi doimo o'zgarib turganligi uchun kimyoviy kinetikada faqat reaksiyaning haqiqiy tezligi «J» ko'rib chiqiladi; haqiqiy tezlik deganda, ma'lum vaqtda reaksiyaning ayni daqiqadagi tezligi tushuniladi. Bunda ishora-ga e'tibor berilmaydi. Moddalar o'zaro ta'sir etishlari uchun ularning molekullari to'qnashishi kerak. Vaqt birligidagi to'qnashishlar soni molekullarning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Lekin har qanday to'qnashish ham yangi moddaning hosil bo'lishiga olib kelmaydi. O'zaro samarali ta'sir faqat ma'lum energiya zaxirasiga ega bo'lgan molekullar o'rtasida sodir bo'ladi. Bunday molekullar **aktiv** molekullar deyiladi. 1 mol moddadagi barcha molekullarni «aktiv» holatga keltirish uchun zarur bo'lgan energiyaga **aktivlanish** energiyasi (E_{aktiv}) deyiladi. U kkal/mol va kJ/mol bilan ifodalanadi. Shu kabi zarrachalarning to'qnashish soni hajm birligidagi molekullar soniga, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

6.3. REAKSIYA TEZLIGINING KONSENTRATSIYAGA BOG'LIQLIGI

Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq; konsentratsiya qancha katta bo'lsa, hajm birligida shuncha ko'p molekula bor bo'lib, ularning to'qnashuvi ortadi va reaksiya mahsulotiga aylanadi, natijada reaksiya shuncha tez boradi. Vaqt o'tishi bilan kimyoviy reaksiyaning tezligi kamayadi. Bunga sabab shuki, reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining vaqt o'tishi bilan kamayishi molekullarning bir-biri bilan to'qnashuv ehtimolligini kamaytiradi. Reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqligini o'rganish **massalar ta'siri qonunining** kashf etilishiga (1867) sabab bo'ldi. Bu qonun Guldberg va Vaage tomonidan kashf etilgan bo'lib, quyidagicha ifodalanadi: «O'zgarmas temperaturada kimyoviy reaksiyalarining tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri pro-

proportionaldir». Agar reaksiya tenglamasida stexiometrik koeffitsientlar bo'lsa, ular hisobga olinadi va daraja ko'rsatkichida yoziladi. Umumiy ko'rinishda yozilgan quyidagi reaksiya tenglamasi uchun

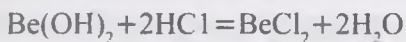


massalar ta'siri qonuniga asosan reaksiya tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$V = KC^n A - C^n B \text{ yoki } V = K[A]^n - [B]^m$$

C_A va C_B – A va B moddalarning ayni vaqtdagi molyar konsentratsiyalari, mol/l; n va m – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning stexiometrik koeffitsientlari; K – reaksiyaning tezlik konstantasi.

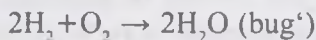
Reaksiya tezlik konstantasining fizik ma'nosi shundan iboratki, u son jihatdan reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari 1 mol/l ga teng bo'lgandagi reaksiya tezligiga tengdir. U o'zaro ta'sir etayotgan moddalarning tabiati, temperatura va katalizatorga bog'liq bo'lib, konsentratsiyaga bog'liq emas. Masalan,



reaksiya tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$V = KC_{\text{Be}(\text{OH})_2} \cdot C^2\text{HCl} \text{ yoki } V = K[\text{HCl}]^2$$

Agar kimyoviy reaksiyaga gaz holatdagi moddalar kirishishsa, u holda hajm birligidagi molekular soni gazlar bosimiga proporsional bo'ladi, ya'ni bosim qancha ortsa, konsentratsiya shuncha marta oshadi. Masalan,

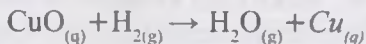


bu yerda P_{H_2} va P_{O_2} vodorod bilan kislorodning parsial bosimlari.

Demak, tezlik oldingiga nisbatan 8 marta oshar ekan.

Bir necha oraliq reaksiyalar orqali sodir bo'ladigan murakkab kimyoviy jarayonning tezligi ular orasida eng sekin boradigan oraliq reaksiyaning stexiometrik tenglamasi bilan aniqlanadi. Geterogen sistemadagi kimyoviy reaksiyalarda, ya'ni reaksiyalarda gaz, erigan moddalar bilan bir qatorda qattiq moddalar ham ishtirok etsa, u qattiq moddalar reaksiyaga chegara sirti – yuzasi orqali kirishadi. Qattiq modda qancha mayda bo'lsa, reaksiyaga kirishuvchi yuza shuncha katta va kimyoviy reaksiya tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Shunga ko'ra qattiq modda yuzasining katta yoki kichikligi tezlikka ta'sir etuvchi omillardan biri bo'lib hisoblanadi.

Massalar ta'siri qonunini quyidagi geterogen sistemadagi reaksiya uchun qo'llaylik:



$$V = K P_{\text{H}_2}$$

Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, bu reaksiya tezligining ifodasiga qattiq moddalarning konsentratsiyalari kirmaydi, chunki ular o'zgarasdir, ya'ni bu reaksiyaning tezligi faqat vodorodning konsentratsiyasiga yoki bosimiga bog'liq bo'ladi.

6.4. REAKSIYA TEZLIGIGA TEMPERATURANING TA'SIRI

Atom va molekullarning qo'zg'algan holatlarida reaksiyaga kirishish xususiyati kuchayadi. Zarrachalarni qo'zg'atish uchun, masalan, temperaturani oshirish, bosimni ko'paytirish, reaksiyaga kirishayotgan moddalarga rentgen nurlari, ultrabinafsha nurlar, y-nurlar ta'sir ettirish kerak. Temperatura o'zgarganda reaksiya tezligining o'zgarishiga sabab, uning tezlik konstantasi «K» ni o'zgarishidir. Masalan, 0°C da reaksiyaning tezlik konstantasi 1 ga teng bo'lsa, 10°C da 2 ga teng bo'ladi, 20°C da 4 ga, 30°C da 8 ga, 40°C da 16 ga, 50°C da 32 ga, 60°C da 64 ga, 70°C da 128 ga, 80°C da 256 ga, 90°C da 512 ga, 100°C da esa 1024 ga teng bo'ladi. Reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligini **Vant-Goff** aniqladi va quyidagi qoidani ta'rifladi (kashf qildi): **«Temperatura har 10 gradusga ko'tarilganda reaksiyalar tezligi 2–4 marta ortadi»**. Faraz quylik, biror reaksiyaning tezligi har 10°C da 3 marta ortsin. U holda agar 0°C da reaksiya tezligi 1 ga teng bo'lsa, temperatura 100°ga ortganda reaksiya tezligi 1000 marta ortadi.

Agar t_1 °C dagi tezlikni V_{t_1} bilan, t_2 °C gradusdagi tezlikni V_{t_2} bilan belgilasak, reaksiya tezligining temperatura bilan bog'liqligi quyidagi matematik ifoda bilan ifodalanadi:

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

bu yerda γ – temperatura 10°C ko'tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi son, **u reaksiyaning temperatura koeffitsienti deb** ataladi. Vant-Goff qoidasiga binoan, gomogen reaksiyalar tezliklarining temperatura koeffitsientlari 2–4 ga teng bo'ladi. Ko'pchilik reaksiyalarning temperatura koeffitsientlari bir-biridan kam farq qiladi. Yuqoridagi misollarda temperatura arifmetik progressiya bo'yicha ko'paygan holatlarda reaksiya tezligi geometrik progressiya bo'yicha ortishini kuzatdik. 1889-yili Arrenius tezlik konstantasi bilan temperatura o'rtasida bog'lanish borligini aniqlab, bu bog'lanishni quyidagi empirik formula bilan ifodaladi:

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

bu yerda K – reaksiyaning tezlik konstantasi, C va B – ayni reaksiya uchun xos konstantalar, T – mutlaq temperatura.

Bu nazariyaga asosan reaksiya tezligi ikki xil tavsiflanadi:

Aktiv molekullar sonini oshirish uchun temperatura ko'tariladi.



6.3-rasm. Vant-Goff
Yakob Xendrik.

Aktivlanish energiyasini kamaytirish yo'li bilan reaksiya tezligi o'zgartiriladi.

Bunga muvofiq kimyoviy reaksiyaga – ayni reaksiyani amalga oshirish uchun yetarli energiyasi bo'lgan aktiv molekulalargina kirishadi. Noaktiv molekulalarga kerakli qo'shimcha energiya berib, ularni aktiv molekulalarga aylantirish mumkin, bu jarayon **aktivlanish** deyiladi. Molekulani aktivlanish usullaridan biri yuqorida eslatib o'tilganidek temperaturani oshirish yo'lidir.

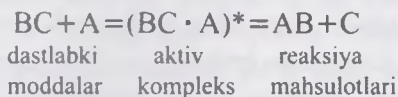
Temperatura ko'tarilganda aktiv molekulalar soni geometrik progressiya bo'yicha ko'payadi, natijada reaksiya tezligi ortadi. Reaksiya tezligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi va E_a harfi bilan belgilanadi va kJ/mol da ifodalanadi.

Bolsman nazariyasiga ko'ra kimyoviy reaksiyaning tezligi aktiv va aktiv bo'lmagan molekulalar orasidagi nisbatga bog'liq bo'ladi. Bu nisbat Bolsman qonuniga binoan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{E}{RT}$$

Bu yerda N_1 – aktiv molekulalar soni, N_0 – barcha molekulalar soni, E – aktivlanish energiyasi, T – mutlaq temperatura, R – gaz konstantasi.

1953-yili Eyring va Polyani taklif etgan nazariyalar bo'yicha reaksiyaning aktivlanish energiyasi dastlabki moddalarni «aktiv kompleks» holatiga o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya miqdoridir. «Aktiv kompleks» nazariyasiga muvofiq dastlabki moddalar «aktiv kompleks» orqali reaksiya mahsulotlariga o'ta oladi. Bu nazariyaga ko'ra dastlabki moddalar aktiv kompleks orqali reaksiyaga kirisha oladigan holatga o'tganda sistema energetik jihatdan oddiy holatga o'tadi. Masalan, reaksiyaga kirishayotgan A va B moddalar reaksiya mahsulotlari C va D ni hosil qilish uchun ular energetik g'ovni yengib o'tishi kerak. Bunga aktivlanish energiyasi (E_a) sarflanadi, ya'ni sistemaning energiyasi shu kattalik qadar ortadi. Bunda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning zarrachalaridan o'tish holati yoki aktivlangan kompleks deyiladigan beqaror gruppacha hosil bo'ladi. reaksiya mobaynida C va D ning hosil bo'lishiga olib keladi. Masalan, BC va A moddalar reaksiyaga kirishib, AB va C moddalar hosil qilsa, bu reaksiyaning aktiv kompleks orqali borishi quyidagicha ifodalanadi:



6.5. KIMYOVIY REAKSIYA TEZLIGIGA ERITUVCHINING TA'SIRI

Kimyoviy reaksiyaning tezligiga yuqorida bir necha marta qayd etilgan faktorlardan tashqari erituvchilar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik reaksiyalar erituvchi almashtirilganda o'z tezligini o'zgartiradi. Bunga misol qilib quyidagi reaksiyani ko'rsatish mumkin:



Ushbu reaksiyaning tezligi erituvchi tabiatiga qarab anchagina o'zgaradi. Bunda reaksiya kinetikasini tavsiflovchi asosiy kattaliklar – E ham. K ham o'zgaradi. Reaksiya tezligining erituvchilarda gaz muhitidagiga qaraganda kamayishi aktivlikning kamayishi (dezaktivlanish) hodisasidan kelib chiqadi, degan fikrlar ma'lum. Bu nazariyaga ko'ra aktiv molekularlar erituvchining molekularlari bilan to'qnashib, o'z aktivligini yo'qotadi. To'qnashish nazariyasiga asoslangan bu fizik nazariya bir tomonlama bo'lib, erituvchilarning turlicha ta'sir etish sabablarini tushuntira olmadi. O'tkazilgan ko'p tajribalar erituvchilarning ta'siri uglevodorodlarda (ayniqsa, alifatik uglevodorodlarda) o'tkazilgan reaksiyalarning tezligi kam bo'lishini ko'rsatdi. Galogenlarning hosilalarida reaksiya tezligi ozroq ortadi, keton va spirtlarda esa yuqori bo'ladi. Erituvchilarning reaksiya tezligiga ta'sirini ularning biror fizik xossasi bilan bog'lashga urinib ko'rildi. Lekin bu ham erituvchilarning turlicha ta'sir etish sababini to'la-to'kis tushuntirib bera olmadi.

Reaksiya tezligiga erituvchining reaksiyaga kirishayotgan moddalar yoki reaksiya mahsuloti bilan turli birikmalar, masalan, solvatlar hosil qilishi katta ta'sir qiladi. Uglevodorodlarning erigan modda (reagent)lar bilan birikma hosil qilish ehtimolligi juda kam. Qutbli va ayniqsa, vodorod bog'lanish mavjud bo'lgan erituvchilarning erigan moddalar bilan birikmalar hosil qilishi ancha oson. Erituvchini reagentlarning birortasi bilan beqaror oraliq birikma hosil qilishi va buning natijasida reaksiya aktivlanish energiyasining kamayishi mumkin. Bu esa reaksiyani tezlashtiradi. Agar hosil bo'lgan oraliq birikma barqaror bo'lsa, reaksiyaning aktivlanish energiyasi ortib, reaksiya tezligi kamayishi mumkin.

Reaksiyaning aktivlanish entropiyasi. Reaksiya tezligi faqat aktivlanish energiyasining qiymatigagina emas, balki molekularlar tarkibidagi atomlar va atom guruhlarining joylanishiga, ularning katta-kichikligi va shakllariga bog'liqligi, ba'zan energiyasi reaksiyaning aktivlanish energiyasiga teng bo'lgan to'qnashuvlar (hano, undan katta qiymatli energiyaga ega bo'lgan to'qnashuvlar) natijasida ham reaksiya amalga oshmasligi mumkin. Bundan tashqari, kimyoviy reaksiya jarayonida reaksiyaga kirishuvchi moddalarda bog'lar uzilib yangi bog'lanishlar vujudga kelishi natijasida zarrachalarning tartibsiz harakati birmuncha ortib, aktivlanish jarayonida sistemaning entropiyasi ham ancha o'zgaradi. Shu holatga mos keladigan entropiya aktivlanish entropiyasi deyiladi. Modda holatining sodir bo'lish ehtimolligi bilan uning entropiyasi orasidagi bog'lanish Bolsmaning issiqlik fluktuatsiyasi nazariyasiga binoan tuzilgan formula bilan ifodalanadi:

$$S = K \cdot \ln W, \quad W - \text{Bolsman effekti.}$$

Aktiv holatga to'g'ri keladigan entropiya esa S^*_{akt} ga teng bo'ladi:

$$S^*_{akt} = K \ln W.$$

Agar S^*_{akt} ni Avogadro soniga ko'paytirsak, 1 mol modda uchun hisoblangan aktivlanish entropiyasini topa olamiz:

$$S_{akt} = S^*_{akt} \cdot N_A = N_A - K \ln W = R \ln W$$

Bundan:

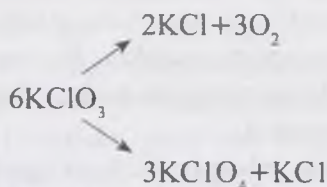
$$\ln W = S_{akt}^* / R \text{ yoki } W = e \cdot S_{akt}^* / R$$

kelib chiqadi. Ko'pgina hollarda S_{akt}^* – aktivlanish entropiyasi tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

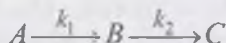
6.6. ODDIY VA MURAKKAB REAKSIYALAR

Agar reaksiya o'zining stexiometrik tenglamasiga muvofiq birgina bosqichda bora, bunday reaksiya oddiy reaksiya deyiladi. Oddiy reaksiyaning kinetik tenglamasi faqat bitta tezlik konstantasi bilan tavsiflanadi. Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar ancha murakkab tarzda boradi, chunki bir vaqtning o'zida bir necha xil oddiy reaksiyalar yonma-yon, ketma-ket, tutash va qaytar ravishda boradi. Murakkab reaksiyalarning kinetik ta'limoti reaksiyani tashkil qilgan har qaysi oddiy reaksiya bir vaqtning o'zida mustaqil boradi, degan farazga asoslangan. Ularning har qaysisi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi.

Parallel reaksiyalarda dastlabki moddalar ikki yoki bir necha yo'nalishda o'zaro ta'sir etib, ayni vaqtda sxemaga muvofiq bir necha mahsulot hosil bo'ladi. Masalan,



Murakkab reaksiyalardagi oddiy reaksiyalar parallel ravishda borayotgan bo'lsa, bu murakkab reaksiyaning umumiy tezligi oddiy reaksiyalar tezliklarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. Parallel reaksiyalar sharoitini (temperatura, erituvchi va katalizatorlarni) o'zgartirish yo'li bilan jarayonni kerakli yo'nalishga burish mumkin. Ketma-ket reaksiyalar bir necha bosqichda boradigan reaksiyalardir. Bunday reaksiyalardan oraliq moddalar hosil bo'ladi.



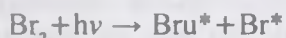
Ketma-ket tartibda boradigan reaksiyalarda umumiy jarayonning tezligi eng sekin boruvchi bosqich tezligi bilan o'lchanadi. Ketma-ket boradigan reaksiyalar juda ko'p uchraydi. **Tutash (induksiylangan) reaksiyalar** deb bir muhitda boradigan va bir biriga ta'sir ko'rsatadigan ikki reaksiyaga aytiladi. Bulardan biri faqat ikkinchisi bilan birgalikda bora oladi. Tutash reaksiyalar kinetikasi 1905-yilda N.A. Shilov tomonidan mukammal tekshirilgan va bu hodisa «kimyoviy induksiya» deb ataladi.

Qaytar reaksiya ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalardir.

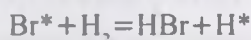
Zanjir reaksiyalar. Oddiy mexanizm bilan boradigan bir, ikki va ko'p molekular reaksiyalardan tashqari zanjir mexanizmi bilan boradigan murakkab reaksiyalar ham mavjud. Bunday reaksiyalarni dastlab 1913-yilda Bodenshteyn nur ta'sirida HCl ning

hosil bo'lishi reaksiyasida o'rgangan. Zanjir reaksiyalar va ularga tegishli ta'limotni boyitishda akademik N.N. Semyonov va uning shogirdlarining xizmati kattadir. Zanjir reaksiyalar keng tarqalgan bo'lib, oddiy portlash (oksidlanish-yonish), krekning, polimerlanish reaksiyalari va boshqalar zanjir mexanizmi bilan boradi. Zanjir reaksiyalarning o'ziga xos bir qancha xususiyati bor. N.N. Semyonov nazariyasiga ko'ra zanjir reaksiyaning boshlanishi uchun aktiv markaz hosil bo'lishi kerak. Bunday aktiv markaz vazifasini valentligi to'yinmagan atom yoki radikallar bajaradi.

Masalan, $H_2 + Br_2 = 2HBr$ reaksiyasida nur ta'sirida eng oddiy brom molekulasini dissotsilanib, brom atomini hosil qiladi:



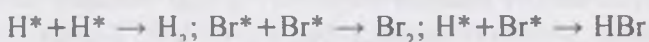
Vodorod bromga nisbatan qiyinroq ajralgani uchun, u dissotsilanmaydi. Brom atomi reaksiyani boshlab beruvchi aktiv markaz bo'ladi va u vodorod molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'lgan vodorod atomi aktiv markaz bo'ladi va u brom molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi. Reaksiya natijasida yangi aktiv markaz – brom atomi hosil bo'ladi. Bu jarayon uzluksiz davom etadi:

1. $Br_2 + h\nu \rightarrow Br + Br^\bullet$
2. $Br^\bullet + H_2 \rightarrow HBr + H^\bullet$
3. $H^\bullet + Br_2 \rightarrow HBr + Br^\bullet$
4. $Br^\bullet + H_2 \rightarrow HBr + H^\bullet$

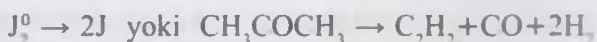
Ba'zi hollarda zanjirning uzilishini ham kuzatish mumkin:



6.7. KIMYOVIY REAKSIYALAR TARTIBI

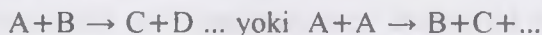
Vant-Goff ta'limotiga binoan reaksiyalar kinetik jihatdan molekularligi va tartibiga ko'ra klassifikatsiyalanadi. Reaksiyaning molekularligi bir vaqtda haqiqatan to'qnashib, kimyoviy reaksiyaga kirishgan molekular soni bilan belgilanadi.

Reaksiyalar bu jihatdan bir molekular (monomolekular), ikki molekular (bimolekular), uch molekular (trimolekular) va shu kabi sinflarga bo'linadi. Odatda, ko'pchilik reaksiyalar bimolekular bo'ladi. Bir molekular (monomolekular) reaksiyalar quyidagi sxema bilan ifodalanishi mumkin. Masalan, gaz muhitda boradigan reaksiya:



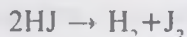
monomolekular reaksiyaga misol bo'la oladi.

Bimolekular reaksiyalar deb bir moddaning molekulasini ikkinchi moddaning bir molekulasini bilan to'qnashuvchi yoki bir tur moddaning ikki molekulasini o'zaro to'qnashishi natijasida sodir bo'ladigan reaksiyalarga aytiladi. Bimolekular reaksiyaning sxemasi

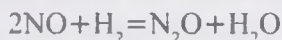


shaklida yoziladi.

Vodorod yodidning parchalanishi bimolekular reaksiya uchun misol bo'la oladi:



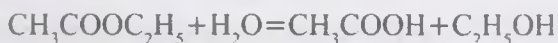
Trimolekular reaksiyalar bir vaqtning o'zida bir moddaning uch molekulasini to'qnashishi natijasida sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning sxemasi: $A+B+C \rightarrow D+E+G+\dots$ yoki $3A \rightarrow B+C+D+\dots$. Azot (II) oksidining vodorod bilan qaytarilishi trimolekular reaksiya uchun yaqqol misoldir:



Reaksiya tartibi. Reaksiya tartibi reaksiya tezligining birikayotgan moddalar konsentratsiyasiga qanday bog'liqligini ko'rsatadi, ya'ni reaksiya tezligi konsentratsiyaning qanday darajada o'zgarishiga bog'liq bo'lsa, reaksiya tartibi o'sha darajani ko'rsatuvchi songa teng bo'ladi.

Masalan, $V = k[\text{KCl}]^n + [\text{C}_2^m]$ bo'lsa, $m+n$ yig'indisi reaksiyaning tarkibini bildiradi.

Reaksiya nol, bir, ikki, uch va yuqori tartibli bo'lishi mumkin. Reaksiyaning tartibi, hatto kasrli ham bo'la oladi. Misol uchun, murakkab efirning suyultirilgan eritmada gidrolizlanishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Bunda suv ko'p bo'lganligidan reaksiyaning va unda ishtirok etayotgan moddaning konsentratsiyasi amaliy jihatdan o'zgarmay qoladi. Shuning uchun reaksiyaning tezligi faqat efirning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Demak, bu reaksiya ikki molekular bo'lib, birinchi tartibli reaksiyadir.

Reaksiya tezligi reaksiya davomida o'zgarmasa, bunday reaksiyalar **nol tartibli** bo'ladi. Masalan, radioaktiv moddalarning parchalanishi nol tartibli reaksiyadir. Reaksiyaning tartibi empirik ravishda topiladi:



Reaksiyaning kinetik tenglamasi: $= kC_A^a \cdot C_B^b$ bo'lgani uchun bu reaksiyaning tartibi konsentratsiyalarning daraja ko'rsatkichlari yig'indisiga $a+b=n$ tengdir.

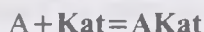
6.8. KATALIZ

Reaksiya tezligini o'zgartirib, reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar **katalizatorlar** deyiladi. Ilgari aytilganidek, reaksiya tezligini oshirish yo'llaridan biri reaksiyaning aktivlanish energiyasini kamaytirishdir. Reaksiyalarning aktivlanish energiyasi katalizatorlar yordamida kamaytiriladi. Ko'pchilik katalizatorlar reaksiya-

ning tezligini ming martalab oshirib yuboradi. Qaytar jarayonlarda katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini bir xil darajada o'zgartiradi, ya'ni muvozanat konstantasi kattaligini o'zgartirmagani holda muvozanatning tez qaror topishiga imkon beradi. Reaksiya tezligining katalizator ta'sirida o'zgarishi **kataliz** deyiladi. Kataliz ikki xil: **gomogen** va **geterogen** katalizga bo'linadi. Agar katalizator hamda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir fazada bo'lsa, bu gomogen **kataliz** deyiladi. Geterogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator har xil fazada bo'ladi. Geterogen katalizda katalizator ko'pincha qattiq modda bo'ladi. Katalizatorning reaksiya tezligiga ta'sirining mohiyati shundan iboratki, reaksiyaga kirishuvchi modda bilan katalizator orasida oraliq birikma hosil bo'ladi. Sekin boradigan **reaksiya**



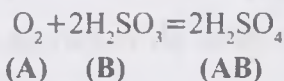
reaksiyaga kirisha oladigan oraliq birikma **AKat** hosil qilishi natijasida tezlashadi:



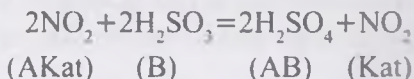
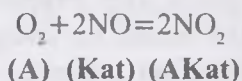
Oraliq birikma **AKat** dastlabki olingan ikkinchi modda **B** bilan reaksiyaga kirishib, **AB** moddani hosil qiladi:



Ko'rib o'tilgan sxemadan katalizatorning har bir zarrachasi reaksiyada juda ko'p marta qatnashishi mumkin ekanligi ma'lum bo'ldi. Gomogen katalizga **sulfir kislotasi** ning havodagi kislorod bilan oksidlanishi misol bo'la oladi:



Bu reaksiya juda sekin boradi. Lekin, azot (II) – oksid ishtirokida bu reaksiya quyidagi jarayonlarning sodir bo'lishi natijasida ancha tez boradi:



Katalizator (Kat) ro'lini o'ynagan azot (II) oksid o'zgarmay qolganligi tenglamadan ko'rinib turibdi.

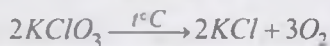
Geterogen katalizda o'zaro ta'sir etuvchi moddalar katalizator sirtida reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekulari kataliz hodisasidan oldin, adsorbent sirtida alohida nuqtalarga adsorbilanadi. Katalizatorning aktiv markazlari deb ataladigan bu nuqtalarda adsorbsiyalangan molekularlar o'zgaradi, buning natijasida oxirgi mahsulotning hosil bo'lishi tezlashadi.

Geterogen katalizni A.S. Sultonov, G'.X. Xo'jayev, A. Abduqodirov va boshqalar chuqur o'rganib, bu sohada anchagina yangiliklar yaratdilar. Bular neftni qayta ish-

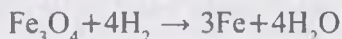
lash, ikkilamchi mahsulotlarni ishga solish va yuqori unumli katalizatorlardan foydalanishdir.

6.9. KIMYOVIY MUVOZANAT

Ma'lum chegaralangan hajmdagi jismlar gruppasi sistema deyiladi. Sistemani tashkil qiluvchi moddalar bir-biriga ta'sir etib turadi. Sistema gomogen, ya'ni bir jinsli (masalan, gazlar aralashmasi, gazlar yoki tuzlar eritmasi) va geterogen, ya'ni bir-biridan fizik va kimyoviy xossalari jihatdan farq qiladigan ajratish yuzasi bilan chegaralangan yoki bir necha qismdan tuzilgan bo'ladi. Suv bilan kerosin, simob bilan suv, suv bilan qattiq moddalar aralashmasi bunga misol bo'la oladi. Gomogen sistema bir fazadan, geterogen sistema esa ikki yoki undan ortiq fazalardan tuzilgan bo'ladi. Ko'pgina kimyoviy reaksiyalar oxirigacha boradi. Masalan, Bertole tuzi qizdirilganda kaliy xlorid tuziga va kislorodga to'liq parchalanadi:



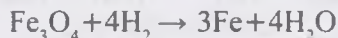
Lekin shu sharoitda kaliy xlorid tuzi bilan kislorod birikib, qaytadan Bertole tuzini hosil qilmaydi. Shuning uchun bunday reaksiyalar amalda **qaytmas**, boshqacha aytganda, **bir tomonlama boruvchi reaksiyalar** deb ataladi. Temir oksid kukuni bilan vodorod orasida bo'ladigan reaksiya esa boshqacha tabiatga ega:



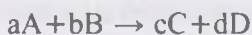
Shu sharoitning o'zida temir bilan suv reaksiyaga kirishib, dastlabki moddalarni hosil qilishi mumkin:



Shunday qilib, bir vaqtning o'zida ayni temperaturada bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan ikki yo'nalishdagi reaksiya boradi. Bir sharoitning o'zida ikki tomonga bora oladigan jarayon qaytar, boshqacha qilib aytganda, **ikki tomonlama boradigan jarayon** deyiladi. Kimyoviy jarayonlarning qaytar ekanligini ko'rsatish uchun, reaksiya tenglamasidagi tenglik belgisi o'rniga qarama-qarshi ikki yo'nalishi ko'rsatiladi:



Bunday reaksiyalar oxirigacha bora olmaydi, chunki bunda hosil bo'lgan reaksiya mahsulotlari o'zaro reaksiyaga kirishib, yana qaytadan reaksiya uchun olingan moddalarni hosil qiladi. Qaytar reaksiyalar umumiy tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:



Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, to'g'ri (chapdan o'ngga oqadigan) reaksiyaning tezligi A hamda B moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsio-

naldir (moddalar konsentratsiyalari, odatda, molyar konsentratsiyada ifodalanadi). Shunday qilib to'g'ri reaksiya tezligi:

$$V_1 = K_1 C_A^a \cdot C_B^b$$

formula bilan ifodalanadi. Bu yerda V – to'g'ri reaksiyaning tezligi, K – to'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasi, C – A, moddaning konsentratsiyasi, C_B^b – B – moddaning konsentratsiyasi. Teskari reaksiyaning tezligi esa, o'z navbatida, quyidagicha ifodalanadi:

$$V_2 = K_2 C_C^c \cdot C_D^d$$

bu yerda K_2 – teskari reaksiyaning tezlik konstantasi, V_2 – teskari reaksiyaning tezligi, C^c – C – moddaning konsentratsiyasi, C_D^d – D – moddaning konsentratsiyasi.

Vaqt o'tishi bilan reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari kamayishi natijasida to'g'ri reaksiyaning tezligi V_1 kamayadi, teskari reaksiyaning tezligi V_2 esa ortadi, chunki olingan moddalar konsentratsiyalari kamayib, hosil bo'layotgan moddalar konsentratsiyalari ortib boradi.

Nihoyat, ma'lum bir vaqtdan keyin ularning tezligi o'zaro tenglashib qoladi ($V_1 = V_2$) va natijada kimyoviy muvozanat qaror topadi. To'g'ri reaksiya bilan teskari reaksiya tezliklari o'zaro tenglashgan holat **kimyoviy muvozanat** deb ataladi. Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari esa **muvozanat konsentratsiyalari** deyiladi. Yuqorida qayd qilinganidek kimyoviy muvozanat vaqtida:

$$V_1 = V_2$$

ya'ni

$$K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = K_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d$$

bo'ladi.

Ma'lum bir temperaturada K_1 va K_2 o'zgarmas kattaliklar bo'lgani uchun ularning nisbati ham o'zgarmas kattalikdir:

$$\frac{K_1}{K_2} = K \text{ yoki } K_c = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

bu yerda K_c – molyar konsentratsiya yordamida ifodalangan muvozanat konstantasi. K_c turli reaksiyalar uchun ma'lum qiymatga ega bo'lib, faqat temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi. Ma'lumki, doimiy temperaturada moddaning bug' bosimi uning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun gaz muhitida boradigan reaksiyalarda konsentratsiya o'rniga bug' bosimidan foydalaniladi. Muvozanat konstantasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$K_m = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

K_m – bug‘ bosimi bilan ifodalangan muvozanat konstantasi. K_c va K_m o‘rtasidagi munosabatni topish uchun Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi $PV=nRT$ dan foydalanib $P=\frac{n}{V} \cdot RT$ ni keltirib chiqaramiz.

$\frac{n}{V}$ konsentratsiyani ifodalagani uchun $P=CRT$ deb yozish mumkin. Masalan, A modda uchun bosimni quyidagicha ifodalasak:

$$P_a = C_a \cdot RT$$

Har qaysi modda uchun bug‘ bosimlarini shu tariqa yozib, K_m uchun quyidagi matematik ifodalarni keltirib chiqaramiz:

$$K_m = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} = \frac{C_C^c (RT)^c \cdot C_D^d (RT)^d}{C_A^a (RT)^a \cdot C_B^b (RT)^b} = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} \cdot (RT)^{-(a+b)+(c+d)}$$

$$\text{yoki } \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} \text{ ni } K_c \text{ orqali yozsak,}$$

$K_m = K_c \cdot (RT)^n$ formula kelib chiqadi, bu yerda $n = -(a+b)+(c+d)$ – kimyoviy muvozanat holatiga quyidagi uchta qoida taalluqli bo‘ladi:

1. Agar sistema bir sharoitda kimyoviy muvozanat holatida bo‘lsa, vaqt o‘tishi bilan uning tarkibi o‘zgarmaydi.

2. Agar kimyoviy muvozanatda turgan sistema tashqi ta’sir orqali muvozanat holatidan chiqarilsa, tashqi ta’sir yo‘qotilganda sistema yana muvozanat holatiga qaytadi.

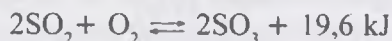
3. Qaytar reaksiya mahsulotlarini o‘zaro reaksiyaga kiritish yo‘li bilan yoki reaksiya uchun olingan moddalarni bir-biriga ta’sir ettirish yo‘li bilan kimyoviy muvozanat holatiga erishish mumkin.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, bosim va temperaturaning ta’siri Le-Shatellye prinsipi asosida tushuntiriladi. Le-Shatellye prinsipi quyidagicha ta’riflanadi: *Kimyoviy muvozanat holatidagi sistemaga tashqaridan ta’sir etilib, uning biror sharoiti o‘zgartirilsa, sistemada o‘sha tashqi ta’sirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi.*

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, temperatura va bosimning ta’sirini Le-Shatellye prinsipi asosida ko‘rib chiqamiz.

Kimyoviy muvozanat holatiga temperaturaning ta’siri.

Le-Shatellye prinsipiga muvofiq, kimyoviy muvozanatdagi sistemaning temperaturasi oshirilganda kimyoviy muvozanat temperatura pasayadigan, ya’ni issiqlik yutiladigan reaksiya tomoniga siljiydi. Aksincha, temperaturaning pasaytirilishi kimyoviy muvozanatni issiqlik ajralib chiqadigan reaksiya tomoniga siljitadi. Demak, temperaturaning ko‘tarilishi endotermik reaksiyaning borishiga, pasayishi esa, ekzotermik reaksiyaning borishiga yordam beradi. Masalan:

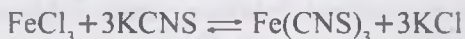


tenglama bilan ifodalangan muvozanat sistemasini olsak, SO_3 ning hosil bo'lishi ekzotermik reaksiya bo'lganligi uchun Le-Shatelye prinsipiga ko'ra, temperatura oshirilganda O_2 ajraladi, ya'ni muvozanat o'ngdan chapga quyidagi yo'nalishda siljiydi:



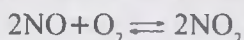
Aksincha, temperatura pasaytirilganda SO_2 bilan O_2 birikib SO_3 hosil qiladi, ya'ni muvozanat $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ reaksiya tomonga siljiydi.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiyaning ta'siri. Kimyoviy muvozanat holatidagi sistemada moddalardan birining konsentratsiyasi oshirilsa, sistemada mumkin bo'lgan aksiyalar shunday kuchayadiki, natijada konsentratsiyasi siljigan modda sari bo'ladi. Masalan, bizga



tenglama bilan ifodalangan muvozanat sistema berilgan bo'lsin. Bu reaksiyada FeCl_3 ning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat to'g'ri reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga, ya'ni o'ng tomonga siljiydi. KCl ning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat teskari reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga, ya'ni chapga siljiydi.

Kimyoviy muvozanat holatiga bosimning ta'siri. Gazsimon moddalar ishtirok etadigan va hajm o'zgaradigan sistemalarda kimyoviy muvozanat bosim o'zgarishi bilan o'zgaradi. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq agar muvozanat holatida turgan sistemaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat bosimni kamaytiruvchi reaksiya tomoniga siljiydi: aksincha, bosim kamaytirilsa, muvozanat bosimni oshiruvchi reaksiya tomoniga siljiydi. Lekin shuni ham esda tutish kerakki, o'zgarma temperaturada va reaksiya olib borilayotgan berk idishda bosim o'zgarishi uchun molekulalarning umumiy soni kimyoviy reaksiya natijasida o'zgarishi lozim. Misol tariqasida NO va O_2 dan NO_2 hosil bo'lish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Reaksiya tenglamasidan ikki molekula azot (II) oksid bir molekula kislorod bilan birikib, ikki molekula azot (IV) oksid hosil bo'lishi ko'rinib turibdi. Masalan, shunday muvozanatda turgan sistemaning bosimini oshirsak, muvozanat hajmi kamayishi bilan boradigan reaksiya tomoniga siljiydi. Aksincha, bosim pasaytirilsa, muvozanat molekulalar soni ko'payadigan reaksiya tomoniga siljiydi. Kimyoviy kinetika ta'limotiga ko'ra, kimyoviy muvozanat $V_1 = V_2$ bo'lgandagina amalga oshadi. Termodinamika ta'limoti esa bu holatga sistemaning erkin energiyasi (G) ning eng kichik qiymati to'g'ri keladi deb ta'kidlaydi. Yuqorida aytilgan fikrni «izotermik-izobarik» jarayonlar uchun quyidagicha yozsak bo'ladi:

$$\Delta G < 0$$

Termodinamik muvozanat vaqtida sistema erkin energiyasining qiymati o'zgar olmaydi, ya'ni $\Delta G = 0$.

ΔG – reaksiyani yo'naltiruvchi umumiy energiya – izobarik potensial bo'lib, 1961-yildagi xalqaro kelishuvga muvofiq Gibbsning erkin energiyasi nomi bilan ataladi. Gibbsning erkin energiyasini moddadagi energiya va entropiyani ifodalovchi kattalik deb ta'riflash mumkin.

Termodinamikaning ikkinchi qonunidan ma'lumki, o'z ixtiyoriga tashlab qo'yilgan ajratilgan sistemalarda uning erkin energiyasi kamaya oladigan jarayonlarga o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkin. Agar termodinamik muvozanatda turgan sistemaning sharoiti o'zgarsa, sistema termodinamik muvozanat holatidan chiqadi. Ayni vaqtda sistemaning erkin energiyasini o'zgartiradigan jarayonlar sodir bo'ladi. Bu jarayonlar sistema yangi sharoitda boshqa muvozanat holatga o'tguncha, ya'ni sistemaning erkin energiyasi ayni sharoitda minimum qiymatni olguncha davom etadi. Demak, ajratilgan sistemada erkin energiyani kamaytiruvchi jarayonlarga o'z-o'zidan sodir bo'ladi va uning natijasida sistema muvozanat holatiga o'tadi. Erkin energiyaning kamayishi hisobiga esa sistema ma'lum ish bajaradi. Bajariladigan ishning miqdori sistemada qaytar jarayon ro'y bergandagina maksimal qiymatga ega bo'ladi. Kimyoviy reaksiya jarayonida bajariladigan maksimal ishning ishorasi esa, reaksiyaning o'z-o'zidan borishi yoki bormasligini ko'rsatadi.

O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan jarayonlar uchun (ya'ni, izobarik va izotermik) erkin energiyaning kamayishi maksimal ishga teng bo'ladi:

$$\Delta G = A_p$$

Arizotermik-izobarik jarayonlarda reaksiyaning maksimal bajargan ishi. Agar qaytar reaksiya natijasida sistema kimyoviy muvozanat holatiga keladigan bo'lsa, uning erkin energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi va bunday sistema endi hech qanday ish bajara olmaydi:

$$A_p = 0$$

Agar sistema muvozanat holatida bo'lmasa, uning erkin energiyasini kamaytirishga qaratilgan jarayonlar ro'y beradi. Sistema natijada muvozanat holatiga o'tadi. Muvozanat holatida turgan sistemaning muvozanat konstantasining moddalarning konsentratsiyalari orasidagi munosabat kattaligiga bog'liq. Demak, reaksiyaning maksimal ishi bilan muvozanat konstantasi orasida ma'lum bog'lanish bo'lishi kerak. Agar qaytar reaksiya:



tenglama bilan ifodalansa, bu reaksiyaning maksimal ishi A bilan muvozanat konstantasi K_s orasida quyidagi bog'lanish bo'lishi nazariy usulda aniqlangan.

Agar reaksiya o'zgarmas bosimda va o'zgarmas temperaturada sodir bo'lsa, uning izotermik tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$-\Delta G = A_p = RT \left(\ln K_m - \ln \cdot \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} \right)$$

bu yerda A_p – izobarik-izotermik jarayonning maksimal ishi. P_C, P_D, P_A, P_B jarayonda qatnashayotgan C, D, A, B moddalarning bug' bosimi. Reaksiya uchun olingan mod-

dalardan har birining dastlabki konsentratsiyasi (yoki bug' bosimi) 1 ga teng bo'lsa, natural logarifmni o'nlik logarifmga aylantirib, yuqorida keltirilgan formuladan quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$-\Delta G = 2,3 \cdot RT \ln K_m$$

Bu formuladan foydalanib, reaksiyaning ayni temperaturadagi maksimal ishini muvozanat konstantasi kattaligidan hisoblab topish mumkin. Maksimal ishning ishorasiga qarab ayni sharoitda (berilgan temperatura va konsentratsiyada) qaytar reaksiya qaysi tomonga borishini oldindan aytsa bo'ladi:

Agar $\Delta V > 0$ bo'lsa, reaksiya chapdan o'ngga, ya'ni to'g'ri yo'nalishda boradi.

Agar $\Delta V < 0$ bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda bo'ladi.

Agar $\Delta V = 0$ bo'lsa, sistema kimyoviy muvozanat holatida qoladi. $\Delta p = -\Delta G$ bo'lganligi uchun bu munosabatlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$\Delta G < 0$ bo'lsa, sistema muvozanat holatida turgan bo'ladi.

$\Delta G < 0$ bo'lsa, reaksiya to'g'ri yo'nalishda boradi.

$\Delta G > 0$ bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda boradi.

6.10. KIMYOVIY JARAYONLARNING YO'NALISHI

1. Agar biror sistemada energiya o'zgarmasa, ya'ni sistemaga tashqaridan energiya berilmasa yoki sistemadan energiya chiqmasa, jarayon faqat entropiya ko'payadigan yo'nalishda amalga oshadi. ΔS maksimumga intiladi.

2. Agar sistemada entropiya o'zgarmasa, ya'ni zarrachalarning joylashish tartibi bir xil qolsa, jarayon faqat energiya kamayadigan yo'nalishda amalga oshadi. O'zgarmas hajm va o'zgarmas temperaturada ichki energiya – ΔU minimumga intiladi. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada esa «entalpiya» ΔH minimumga intiladi.

3. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarda bir vaqtning o'zida ham energiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda reaksiyani harakatlantiruvchi umumiy kuch qaysi yo'nalishda minimumga intilsa, kimyoviy jarayon ham ana shu yo'nalishda amalga oshadi. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan izobar potentsialning o'zgarishi:

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

ekanligi hisobga olingan holda ifodani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$-2,3 - RT \ln K = \Delta H - T \Delta S$$

bundan

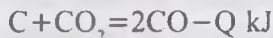
$$\frac{-2,3 \cdot RT \ln K}{T^0} = \frac{\Delta H - T \Delta S}{T^0} \text{ hosil bo'ladi va nihoyat } -2,3 \cdot RT \ln K = \frac{\Delta H}{T} - \Delta S$$

$\Delta H = -Q$ bo'lganligi sababli ekzotermik endotermik jarayonlar uchun quyidagilarni hosil qilamiz.

Ekzotermik jarayonlar uchun:

$$-2,3RT\ln K = \Delta S + Q/T$$

Endotermik jarayonlar uchun $92,3R \ln K = \Delta S - Q/T$. Keltirilgan ifodalardan ekzotermik reaksiyalarda temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasining kamayishini ko'rsarish mumkin. Aksincha, endotermik reaksiyalarda temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasining tutishini kuzatish mumkin. Masalan:



Yuqoridagi qaytar reaksiyada temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasi ortadi:

$$K_{298}^{\circ} = 3,2 \cdot 10^{-10}, K_{982}^{\circ} = 1,0, K_{1200}^{\circ} = 199.$$

Reaksiyaning izobar tenglamasini analiz qilish natijasida quyidagi matematik ifodalarni keltirib chiqaramiz:

$$RT\ln K = \Delta H - T\Delta S$$

$$RT\ln K = \Delta S - \Delta H/\Delta T$$

Bu yerda ΔH – reaksiyaning entalpiya faktori, $T\Delta S$ – reaksiyaning entropiya faktori deb yuritiladi. ΔH – sistemada tartibsizlik darajasini kamaytirsa, $T\Delta S$ – tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi. $\Delta G = 0$ bo'lganda entalpiya faktori reaksiyaning entropiya faktoriga teng bo'ladi:

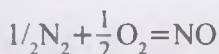
$$\Delta H = T\Delta S$$

Bu sharoitda sistema muvozanat holatiga keladi. O'z-o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun $\Delta G < 0$. Reaksiyaning issiqlik effekti standart sharoit (298K yoki 25°C) da va 1 atm. bosimda kJ yoki J – o'lchov birligida beriladi, uni ΔH_{298} ishora bilan yoziladi. ΔH° – reaksiya vaqtidagi entalpiya o'zgarishi deb qabul qilinadi. ΔH° bilan ΔS° – temperatura ozgarishi bilan o'zgarmaydi deb faraz qilsak, ΔG° temperatura o'zgarishi bilan $\Delta G = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ}$ tenglamaga muvofiq o'zgaradi. ΔG° va ΔS° ham standart holat uchun olingan kattaliklardir. Bu yerda uchta muhim variant bo'lishi mumkin.

ΔH° ham, ΔS ham reaksiyaning borishiga yordam beradi, buning uchun $\Delta H < 0$ va $\Delta S > 0$ bo'lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

Reaksiyaning borishiga faqat ΔH yordam beradi. Bu holda ΔH° katta manfiy qiymatga ega bo'ladi: $\Delta H^{\circ} < 0$.

3. $\Delta H^{\circ} > 0$ bo'lib, entalpiya faktorining ΔH° ortishi entropiya faktori $T\Delta S$ ning ortuvini «bosib ketadi». Endotermik reaksiyalarda $T\Delta S$ entalpiya faktorini «bosa olmaydi». Masalan:



reaksiya uchun $\Delta H^{\circ} = 91,37 \text{ kJ}$.

$$T\Delta S = 298 \cdot [210,6(1/2 \cdot 199,9 + 1/2 \cdot 205,04)] = 3 \text{ kJ}.$$

Reaksiyaning izobar potentsiali:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ} = 91,37 - 3 = 88,37 \text{ kJ.}$$

Demak, standart holatda bu reaksiya o'z-o'zicha sodir bo'lmaydi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni. Bu yerda kimyoviy reaksiyalar tezligi o'rganiladi. Har bir reaksiya o'z tezligiga ega bo'ladiki, bunda reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan mahsulotlar tabiati ahamiyatga ega. Biror reaksiyaning tezligini oshirish yoki kamaytirish maqsadida katalizator qo'llaniladi, zarur paytlarda bosim va temperaturadan foydalaniladi. Reaksiyalar mexanizmini o'rganishda kinetik ma'lumotlar asosiy omil bo'lib xizmat qiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

Reaksiya tezligini aniqlash yo'llarini bilib olish.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt oralig'ida o'lchay olish va kinetik egri chiziqlarni chiza olish.

Olingan tajriba ma'lumotlariga asoslanib kinetik tenglamalar tuzishni o'rganish.

Mashq va masalalar

1. Reaksiya aralashmadagi vodorod bromid konsentratsiyasi o'lchanib, quyidagi natijalar olindi:

Reaksiya boshidan hisoblangan vaqt, s.....o 10 20 30 40 50.

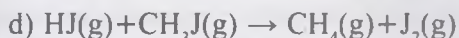
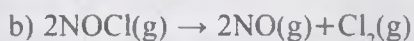
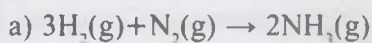
Vodorod bromidning konsentratsiyasi, mol/l 2...o 0,25 0,35, 0,45 0,55 0,60.

Vaqtning ajratilgan har 10 sekunddagi qismida reaksiyaning o'rtacha tezligini hisoblang. Reaksiya tezligi qanday birliklarda o'lchanadi.

2. Vodorod bromid sintezi reaksiyasining birinchi va ikkinchi bosqichlari uchun kinetik tenglama tuzing. Ushbu reaksiyalar va umumiy reaksiya uchun reaksiyalar tartibini toping.

3. Reaksiyalarda qo'llanilayotgan reagentlar konsentratsiyasi, temperatura yoki bir katalizator ikkinchisi bilan almashtirilganda tezlik konstantasi kattaligining o'zgarish-o'zgarmasligini aytib bering.

4. Quyidagi reaksiyalarning har biri uchun sarflanayotgan har bir reagent bilan hosil bo'layotgan mahsulot tezligi orasidagi nisbatni aniqlang:

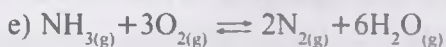
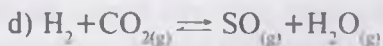
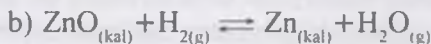
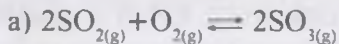


5. $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2$ reaksiyasida ma'lum vaqt ichida sarflangan ozonning o'rtacha tezligi $9,0 \cdot 10^3 \text{ atm/ms}$ ga tengligi aniqlangan. Shu vaqt ichida O_2 ning hosil bo'lish tezligini toping (o'zgarmas hajmda).

6. $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ reaksiyasi uchun NO ning sarflanish va N_2 ning hosil bo'lish tezligini aniqlang.

7. Molekularlar uchrashuvi kimyoviy reaksiyalarga olib kelishi mumkin bo'lgan qanday faktorlarni bilasiz?

8. Quyidagi reaksiyalarning har biri uchun muvozanat konstantasini ifodalang:



Test savollari

1. Muvozanatdagi sistemada $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$; $[\text{N}_2]=0,9$; $[\text{H}_2]=0,6$; $[\text{NH}_3]=6$ mol/l ga o'zgarsa, boshlang'ich holatga nisbatan bosim qanday o'zgaradi?

A) 1,8 marta ortadi;

B) 1,4 marta kamayadi;

C) 1,8 marta kamayadi;

D) 14 marta ortadi.

2. Reaksiyaning temperatura koeffitsienti 2 ga teng bo'lganda, 60°C da tezligi $0,64 \text{ mol/l} \cdot \text{s}^{-1}$ ga teng. Temperatura 10°C bo'lganda reaksiya tezligini aniqlang.

A) 0,01;

B) 0,02;

C) 20,48;

D) 40,96.

3. Agar $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ sistemada $[\text{CO}]_1=0,2$; $[\text{COCl}_2]=0,8 \text{ mol/l}$, muvozanat konstantasi 40 ga teng bo'lsa, xlorning boshlang'ich konsentratsiyasini aniqlang.

A) 0,1;

B) 0,2;

C) 0,8;

D) 0,9.

4. Reaksiyaning tezlik koeffitsienti 5 ga teng bo'lganda, tezlikni 625 barobar oshirish uchun temperaturani necha gradusga oshirish kerak?

A) 10;

B) 25;

C) 40;

D) 125.

5. $2\text{H} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ reaksiyada boshlang'ich $[\text{H}_2]=0,4$; $[\text{O}] 0,2 \text{ mol/l}$ ga teng. Vodorodning molyar ulushi 40% g kamayganda moddalar konsentratsiyasini aniqlang.

A) 0,12 va 0,16;

B) 0,24 va 0,16;

C) 0,24 va 0,12;

D) 0,12 va 0,24.

VII BOB

ERITMALAR

Eritmalar keng tarqalgan bo'lib, atrofimizni o'rab va bizga hayot bag'ishlab turgan havo, jez, biologik suyuqliklar bo'lgan qon, limfa va boshqalar ularga misol bo'la oladi.

Nisbiy miqdori keng ko'lamda o'zgara oluvchi ikki va undan ortiq komponent – tarkibiy qismlardan tashkil topgan qattiq yoki suyuq gomogen faza eritma deyiladi.

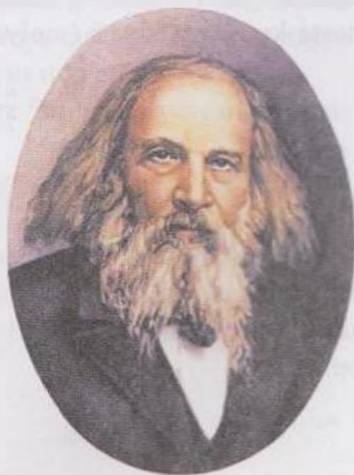
7.1. ERITMALARNING UMUMIY XOSSALARI. KONSENTRATSIYANI IFODALASH USULLARI

Eritma hosil bo'lishini dastlab eruvchi modda bilan erituvchi orasida sodir bo'ladigan mexanik aralashma natijasi deb qaralar edi. Lekin D.I. Mendeleyev eritmalar hosil bo'lishini tushuntiruvchi nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga asosan eritmaning hosil bo'lishi oddiy fizik jarayon bo'lmasdan, balki kimyoviy – gidratlanish va solvatlanish jarayoni natijasidir.

Barcha eritmalar **erigan moddalar va erituvchidan** tashkil topgan bo'ladi, bunday muhitda moddalar molekula yoki ionlar holida bir tekis tarqaladi. Eritmalar tarkibining doimiy emasligi ularni mexanik aralashmalarga yaqinlashtiradi, ammo o'zining bir jinsliligi bilan ulardan farqlanadi.

Erigan modda fazasi bilan muvozanatda bo'lgan eritma **to'yingan** hisoblanadi. Bular kam tarqalganligi sababli u qadar amaliy ahamiyatga ega emas. Amaliyotda **to'yinmagan** eritmalar, ya'ni tarkibida erigan modda konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmalar ko'p ishlatiladi.

Eritma yoki erituvchining ma'lum hajmida erigan moddaning miqdoriga eritmaning konsentratsiyasi deyiladi.



7.1-rasm. Dmitriy Ivanovich
Mendeleyev.

Eritmada erigan modda konsentratsiyasi yuqori bo'lganda horsetitrlangan, kam bo'lganda suyultirilgan eritma deb yuritiladi.

Konsentratsiyani ifodalashning bir necha miqdoriy usullari ma'lum.

1. Protsent (foiz) konsentratsiya – bu eritmaning 100 birlik massasida erigan moddaning massalar soni (masalan, grammlar soni) bilan belgilanadi.

$$\text{Protsent konsentratsiya, } C\% = \frac{\text{erigan modda massasi}}{\text{eritmaning umumiy massasi}} \cdot 100.$$

2. Molyar konsentratsiya (molyarlik) – 1 l eritmada erigan modda mollari soni bilan belgilanadi.

Molyar konsentratsiyaning matematik ifodasi $C_m = \frac{n}{V}$ mol/l bilan ifodalanadi.

Bu yerda C_m – molyar konsentratsiya, n – modda miqdori (mollari soni), V – eritma hajmi.

3. Ekvivalent konsentratsiya yoki normallik mazkur t° da eritmaning bir litrida erigan modda ekvivalentlar soni bilan ifodalanadi (n harfi bilan belgilanadi).

$$C_n = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot E_{\text{tuz}}}$$

E_{tuz} – erigan tuzning ekvivalenti.

4. Molyal konsentratsiya (molyarlik – C_m harfi bilan belgilanadi) 1000 g erituvchida erigan moddaning molar soni. Bu yo'l bilan aniqlangan konsentratsiya mol – massa konsentratsiyasi (molyarlik) deyiladi.

$$C_n = \frac{a \cdot 1000}{b \cdot M_{\text{tuz}}} \quad \begin{array}{l} a - \text{erigan modda massasi} \\ b - \text{erituvchining massasi} \\ M_{\text{tuz}} - \text{tuzning mol massasi} \end{array}$$

5. Mazkur modda mollar sonini eritmada mavjud bo'lgan barcha moddalar mollari umumiy soniga nisbati shu modda (komponent) ning mol qismi deb ataladi. Bir modda ikkinchi moddada eriganda erigan modda mol qismi (N_2) quyidagicha topiladi:

$$N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

bu yerda n_1 va n_2 – erituvchi va erigan moddalar mol lar soni.

Konsentratsiyalari normallik bilan ifodalangan eritmalaridan foydalanib, erigan moddalar qoldiqsiz reaksiyaga kirishishlari uchun ular qanday hajmiy nisbatda aralashishini oldindan hisoblab topish mumkin bo'ladi.

Normalligi C_{H_1} bo'lgan A moddaning V_1 litri normalligi C_{H_2} bo'lgan B moddaning V_2 litri bilan reaksiyaga kirishdi deylik. Bu A moddaning $C_{H_1} \cdot V_1$ ekvivalenti va B

moddaning $C_{H_2} \cdot V_2$ – ekvivalenti reaksiyaga kirishganligini bildiradi. Demak, moddalar ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi, shuning uchun:

$$C_{H_1} : V_1 = C_{H_2} \cdot V_2$$

yoki

$$V_2 : V_1 = C_{H_1} \cdot C_{H_2}$$

deb yoza olamiz.

Shunday qilib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar eritmasining hajmi, ular normalliklariga teskari proporsionaldir.

Bundan, reaksiyalar uchun zarur eritmalar hajmini aniqlash bilan bir qatorda, aksincha, reaksiyaga sarflangan eritmalar hajmi bo'yicha ular konsentratsiyalarini ham topish imkoniyati tug'iladi.

7.2. ERUVCHANLIK

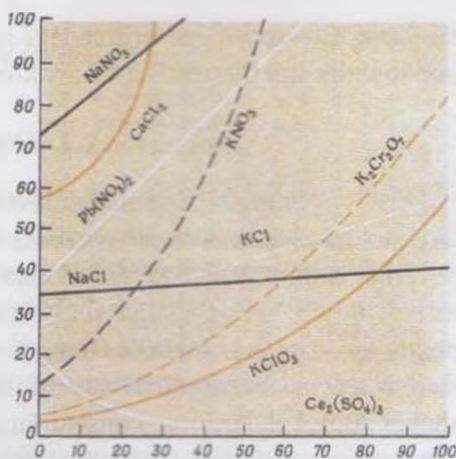
Moddaning u yoki bu erituvchida erish xususiyati eruvchanlik deyiladi. Mazkur sharoitda moddaning eruvchanlik o'lchovi uning to'yingan eritmasi konsentratsiyasi bilan belgilanadi. Ko'pincha, eruvchanlik erituvchining 100 massa birligini mazkur sharoitda to'yintiruvchi suvsiz moddaning massa birligi soni bilan belgilanadi va bu yo'l bilan ifodalangan eruvchanlikni **eruvchanlik koeffitsienti** deyiladi.

100 g suvda 1 g dan ortiq modda erisa – yaxshi eriydigan, 100 g suvda 1 g dan 0,001 gacha modda erisa, kam eriydigan, 0,001 g dan oz eriydigan moddalarga erimaydigan moddalar deyiladi.

Qattiq jismlarning erishi aksariyat hollarda issiqlik yutilishi bilan boradi. Bunda energiyaning ko'pgina qismi kristall panjarani parchalashga sarflanadi. Bu energiya gidrat (solvat)lar hosil bo'lishida ajraladigan energiya bilan qoplanadi.

Le-Shatellye prinsipini moddaning kristall holati va uning to'yingan eritmasiga qo'llab, modda energiya yutish bilan eriganda temperaturaning ko'tarilishi uning erishini oshiradi degan xulosani chiqarish mumkin. Aksincha, gidratlanish energiyasi eritma hosil bo'lishi uchun yetarli bo'lganda, ya'ni erish energiya ajralishi bilan borsa, bunday holda temperatura ko'tarilishi eruvchanlikni kamaytiradi. Bunday hodisa suvda ishqorlar, litiy, magniy va aluminiyning ko'pgina tuzlari eriganda ro'y beradi.

Suyuqliklarning bir-birida erishi chegaralangan holatdan chegaralanmagan holatga o'tish temperaturasi **eruvchanlikning kritik temperaturasi** deyiladi. Ba'zi keng tarqalgan ionli kristall moddalarning erishini haroratga bog'liqligi grafikda keltirilgan.



7.2-rasm. Ba'zi keng tarqalgan ionli kristallar erishining haroratga bog'liqligi.

Agar ikki bir-biriga aralashmaydigan suyuqlikdan iborat sistemaga bularning har birida eriy oladigan uchinchi modda kiritilsa, unda erigan modda bu suyuqliklarda erishiga mos proporsionallikda tarqaladi. Bundan **taqsimlanish qonuni** kelib chiqadi, ya'ni ikki aralashmaydigan erituvchida eriy oladigan modda o'zgarmas temperaturada moddalar orasida shunday taqsimlanadiki, bu eritmalardagi uning konsentratsiyalar nisbati umumiy erigan modda miqdoriga bog'liq bo'lmagan holda doimiy bo'ladi:

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

Bu yerda C_1 va C_2 – erigan moddaning birinchi va ikkinchi erituvchidagi konsentratsiyalari; K – tarqalish koeffitsienti.

Gazlarning suvda erishi ekzotermik jarayondir. Shu sababli gazlarning eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan pasayadi. Organik erituvchilarda gazlar eriganda issiqlik yutilish holatlari uchraydi. Bunday holatlarda temperatura ortishi bilan gazlarning eruvchanligi ko'payadi.

Gaz suyuqliklarda eriganda muvozanat vujudga keladi va bunda sistemaning hajmi birmuncha kamayadi. Demak, bosimning ko'tarilishi muvozanatni o'ngga tomon suradi, ya'ni gaz eruvchanligini oshiradi.

Gaz bosimi, masalan, ikki baravar oshirilsa, uning molekulari konsentratsiyasi suyuqlik ustida shuncha marta ortadi, bunda gazning erishi ham tezlashadi. Muvozanat buziladi. Yangi bosimda muvozanat vujudga kelishi uchun erigan molekular konsentratsiyasi ham ikki baravar ortadi. Bunday hodisa Genri qonuni bilan tushuntiriladi.

Doimiy temperaturada suyuqlikning mazkur hajmida eriyotgan gaz massasi gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsionaldir.

Genri qonuni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C = kP$$

bu yerda C – to'yingan eritmadagi gaz konsentratsiyasi; P – parsial bosim; k – proporsionallik koeffitsienti, u Genri konstantasi (yoki Genri koeffitsienti) deb ataladi.

7.3. OSMOTIK BOSIM

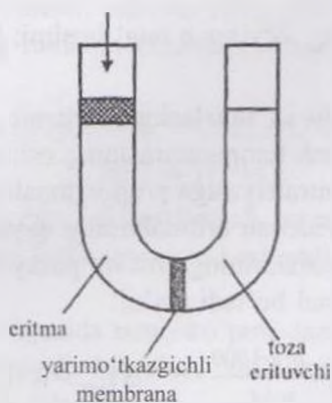
Eritma gomogen sistemadan iborat bo'lib, erigan modda va erituvchi zarrachalar tartibsiz harakatda bo'ladi va eritmaning butun hajmi bo'yicha baravar tarqaladi.

Agar silindrga qandaydir moddaning, masalan, shakarining konsentrlangan eritmasini quyib, uning ustiga shakarining birmuncha suyultirilgan eritmasidan solsak, bunda avval shakar bilan suv teng hajmda tarqalmagan holatda bo'ladi. Ammo biroz vaqt o'tgach, shakar bilan suv molekulari bir tekis tarqalgan holatga o'tadi. Bu shakar molekularining konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga va aksincha, suv molekularini suyultirilgan eritmadan konsentrlangan eritmaga o'ta borishi hisobiga bo'ladi. Bunda konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga o'tuvchi shakar molekulari istalgan vaqt ichida ko'proq bo'lishi turgan gap. Shunday qilib, konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga shakarining yo'nalishi vujudga ke-

idi, suv esa suyultirilgan eritmada konsentrlangan eritmaga harakat qiladi, ya'ni ar bir zarracha konsentratsiyasi kam tarafga harakat qila boshlaydi. Zarrachalar harakatlanib ko'chib, uning konsentratsiyasini tenglashtirishga olib keluvchi jarayon diffuziya deyiladi. Diffuziyada sistemaning entropiyasi ortadi. Ko'rsatilgan misolda erigan modda va erituvchi zarrachalari qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi. Bunday holat **to'qnashuvchi** yoki **ikki yoqlama diffuziya** deyiladi. Agar ikki eritma erituvchini o'tkazadigan va erigan moddani o'tkazmaydigan to'siq qo'yilsa, o'zgacha hodisa kuzatiladi. Bunday yarimo'tkazgichlar deb ataladigan to'siqlar tabiatda ham uchraydi, ularni sun'iy ravishda tayyorlasa ham bo'ladi.

Loydan yasalgan teshikchalarga ega silindrga biror eritma, masalan, shakar eritmasini quyib, silindrni suvga tushirsak, bunda konsentratsiyalar tenglashuvi faqat suvning o'tishi hisobiga amalga oshadi. Suv molekullari ko'p miqdorda eritmaga o'ta boshlaydi, buning orqasida eritma hajmi ko'paya boradi, shakar konsentratsiyasi esa kamaya boradi. **Yarimo'tkazgich to'siqorqali amalga oshuvchi bunday bir yoqlama diffuziya osmos deyiladi.**

7.3- rasmda osmotik bosimni o'lchash asbobining sxemasi keltirilgan. 2-idishni shakar eritmasi bilan to'ldirib, uni 1-idishdagi suvga solib qo'yamiz. Osmos tufayli eritma hajmi ko'paya boradi va nayni to'ldira boshlaydi.



7.3-rasm. Osmotik bosimni o'lchash asbobi sxemasi.

Eritmaning naydagi sathi ko'tarila borishi bilan suv molekullarining eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiluvchi ortiqcha bosim – **gidrostatik bosim** vujudga keladi. Gidrostatik bosim ma'lum birlikka yetgach, muvozanatdagi eritmaning osmotik bosimi yuzaga keladi. Mana shunday muvozanatdagi gidrostatik bosimni o'lchash orqali osmotik bosimni aniqlash mumkin. Osmos hodisasi hayvon va o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydi. Osmos tufayli o'simlik poyasidan yuqoriga suv ko'tariladi va hujayralarni ta'minlaydi.

Turli eritmalarning osmotik bosimi o'rganilgan va uning kattaligi eritma konsentratsiyasi bilan temperaturaga bog'liqligi aniqlangan. Bunday tajribalar osmotik bosim hosil bo'lishida erigan modda yoki erituvchi tabiati ahamiyatining yo'qligini tasdiqlagan. Osmotik bosim osmometrda o'lchanadi.

1886-yilda Vant-Goffuncha yuqori konsentratsiyaga ega bo'lmagan elektrolitmaslar eritmalari uchun osmotik bosim konsentratsiya va temperaturaga bog'liqligini quyidagi tenglama bilan ifodaladi:

$$P = 1000 \cdot CRT$$

bu yerda P – osmotik bosim (Pa); C – uning molyar hajm konsentratsiyasi (mol/l); R – universal gaz doimiysi, 8,314 (J/mol. K); T – mutlaq temperatura.

7.4. TO'YINGAN BUG' BOSIMI

Mazkur temperaturada har bir suyuqlik ustidagi to'yingan bug' bosimi doimiy qiymatga ega bo'ladi. Biror moddaning suyuqlikda erishi uning to'yingan bug' bosimining kamayishiga olib kelishi tajribalardan ko'rinadi.

1887-yili Raul to'yingan bug' bosimiga doir qonunini e'lon qildi. Eritma ustidagi to'yingan bug' bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol qismiga tengdir.

Raul qonunining matematik ifodasi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N_2$$

bu yerda P_0 – toza erituvchining to'yingan bug' bosimi; P – eritmaning bug' bosimi; N_2 – erigan modda mol qismi.

Raul eritmalarning qaynashi va muzlashini o'rganib, elektrolitmaslarning suyultirilgan eritmalari uchun qaynash temperaturasining oshishi va muzlash temperaturasining kamayishi eritma konsentratsiyasiga proporsionalligini topib, o'zining ikkinchi qonunini yaratdi. Bu qonunga asosan eritmalarning qaynash temperaturalarining absolut ortishi, muzlash temperaturalarining absolut pasayishi ularning molyar konsentratsiyalariga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$\Delta T_{\text{qayn}} = \varepsilon C_{\text{molyal}} = \frac{\varepsilon \cdot a \cdot 1000}{b \cdot M_{\text{muz}}} \quad \Delta T_{\text{muz}} = K \cdot C_{\text{mol}} = \frac{K \cdot a \cdot 1000}{b \cdot M_{\text{muz}}}$$

bu yerda C_m – mol-massa konsentratsiya (molyarlik), a – erigan modda massasi, b – erituvchining massasi, M – erigan moddaning mol massasi. ε – ebulioskopik (qaynash) va K – krioskopik (muzlash) doimiysi, ular erituvchi tabiatiga bog'liq bo'lib, erigan modda tabiatiga bog'liq bo'lmaydi. Moddalarning molekular massasini aniqlashda eritmalar qaynash va muzlash temperaturalarini o'lchashga mo'ljallangan ebulioskopik va krioskopik usullardan foydalaniladi, ya'ni:

$$M_t = \frac{\varepsilon \cdot a \cdot 1000}{b \cdot \Delta T_{\text{qay}}} \quad \text{– ebulioskopik usul}$$

$$M_{\text{muz}} = \frac{K \cdot a \cdot 1000}{b \cdot \Delta T_{\text{muz}}} \quad \text{– krioskopik usul.}$$

7.5. ELEKTROLITIK DISSOTSIYALANISH NAZARIYASI. KISLOTA VA ASOS NAZARIYALARI

Suvdagi eritmalar elektr tokini o'tkazuvchi moddalar elektrolitlar deyilib, bularga kislota, asos va tuzlar kiradi. Mazkur moddalar uchun Vant-Goff va Raul qonunlarini qo'llab bo'lmaydi. Bu qonunlarni elektrolit eritmalar uchun qo'llashda ma'lum koefitsient kiritish lozim. Bu koefitsientni *izotonik «i» koefitsient* deyiladi.

Shved olimi S.Arrenius 1887-yili eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini o'rganish natijalari asosida elektrolitik dissotsilanish nazariyasini yaratdi. Olim tajribalari yordamida kislota, asos va tuzlar suvda eritilganida qarama-qarshi zaryadli ionlarga aylanishini isbotlaydi. Natijada eritmadagi zarrachalar soni ortadi, bu, o'z navbatida, eritma osmotik bosimining yuqorilashuviga sabab bo'ladi. Ushbu jarayon qaytar hisoblanadi. Buning oddiy misoli sifatida sirka yoki vodorod xlorid kislota ionlarga dissotsilanishini ko'rsatish mumkin:



S. Arreniusning elektrolitni dissotsilanish nazariyasi kuchsiz elektrolitlardan amalda foydalanish borasida katta ahamiyat kasb etdi. Nazariya asoslari quyidagi holatlarni o'z ichiga oladi:

1. Elektrolitlar suvda eriganida ozmi-ko'pmi darajada ionlarga, ya'ni elektr zaryadli zarrachalarga parchalanadi. Masalan, NaCl kristallari musbat Na^+ zarrachalari va manfiy Cl^- zarrachalarga aylanadi.

2. Ionlar atom yoki molekulalardan farqli o'laroq, elektr zaryadiga egaligi bilan tamoman farqlanadi. Masalan, vodorod ioni gaz holdagi vodoroddan o'z xossasiga ko'ra farqlidir: gaz holdagi vodorod suvda erimaydi, ion holatdagisi suvda mavjud bo'la oladi.

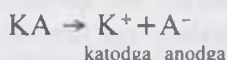
3. Ayrim moddalar tarkibida bir hil ionlar bo'lsa-da, reaksiyaga kirishganlarida o'zini turlicha tutishi isbotlandi. Misol tariqasida NaCl, KCl, BaCl₂ kabi tuzlarning eritmalar AgNO₃ eritmasi bilan ta'sirlashganda oq cho'kma AgCl ni hosil qiladi. Bunda ular eritmalaridagi Cl⁻ ionlarining Ag⁺ ionlari bilan birikishi oqibatida cho'kma hosil qilishining va KClO₃, CHCl₃ kabi moddalarda xlor mavjud bo'lishiga qaramay, AgNO₃ bilan cho'kma bermasligi sababini tushuntiradi. Bunda KClO₃ eritilganda xlor ioni hosil bo'lmasligi, balki K⁺ ioni va ClO₃⁻ ionlariga dissotsilanishini to'g'ri ifodaladi. Demak, ClO₃⁻ ioni Ag⁺ ioni bilan cho'kma bermasligini amalda isbotlab berdi.



7.4-rasm. Arrenius Svante
Avgust.

4. Nazariya kislota va asoslarga to'g'ri ta'rif berdi. Unga ko'ra suvda e'riganda vodorod ionlariga ajraladigan elektronlar kislotalar deb ataldi. Bunda vodorod ionlari konsentratsiyasi yuqori yoki past bo'lishiga qarab kislota kuchli yoki kuchsizligi aniqlanishi ko'rsatildi. Suvda gidroksil ionlariga ajraladigan elektrolitlar asoslar deb ataladi.

5. Elektr toki ta'sirida kationlar katodga, anionlar anodga tomon harakatlanadi.



6. Dissotsiyanlash jarayoni qaytar bo'lgani uchun sistema har doim muvozanatda bo'ladi. Shuning uchun $\rightarrow$ belgisi qo'yiladi. Dissotsiyanlash jarayonini miqdoriy xarakterlash uchun dissotsiyanlash darajasi « α » va dissotsiyanlash konstantasi tushunchalari kiritilgan.

Dissotsiyanlash darajasi α dissotsiyanlangan ionlar sonini umumiy dissotsiyanlashi lozim bo'lgan ionlar soniga bo'lib aniqlanadi.

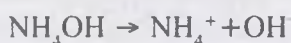
$$\alpha = \frac{N_{diss}}{N_{umumiy}} \text{ yoki } \alpha = \frac{i-1}{n-1}$$

formula bilan hisoblanadi.

i – izotonik koeffitsient;

n – dissotsiyanlangan ionlar soni.

Dissotsiyanlash konstantasi dissotsiyanlangan ionlar konsentratsiyalarini ko'paytmasini dastlabki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga bo'lib hisoblanadi.



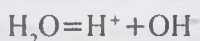
$$K = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]}$$

Shunday qilib elektrolitlarning suvli eritmaları tabiati Vant-Goff qonuniga zid emasligi mazkur qonun asosida to'g'ri va aniq tushuntirilib berildi.

Hozirgi vaqtda kislota va asoslar haqida umumlashgan bir qancha nazariyalar ma'lum. Bulardan solvo sistemalar nazariyasi, proton nazariyasi va elektron nazariyasi keng qo'llaniladi. Bu nazariyalarning har biri turlicha negizlar asosida kelib chiqqan bo'lishiga qaramay, bir-biriga zid emas hamda kislota – asos birikmalarning o'ziga xos tomonlarini ochib beradi. Kislota va asos haqidagi nazariyalarning hozirgi ifodasini ishlab chiqishda boshqalar bilan bir qatorda, M.I. Usanovichning xizmati katta bo'ldi.

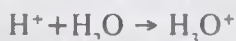
1. Solvosistema nazariyasi

Suv dissotsilanganda:



vujudga kelgan H^+ va OH^- ionlari boshqa ionlar kabi suvli eritmada gidratlanadi.

Vodorod ioni suv molekulasini bilan osongina birikib, gidroksoniy ionini hosil qiladi:



Gidroksoniyni ba'zi birikma (kompleks)laridan kristall holda ajratib olish mumkinligi aniqlangan.

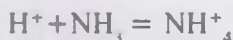
Shunday qilib, suvning o'zi dissotsilanganda ham gidroksoniy ioni vujudga kelishi quyidagi tenglamadan ko'rinib turibdi:



O'tkazilgan tajribalar aminlarning ko'pgina anorganik tuzlarni eritishi, ularning eritmaları ham tok o'tkazishini ko'rsatdiki, bu elektrolitik dissotsilanishdan darak berdi. Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida va suyuq ammiakda o'tkazilgan reaksiyalar orasida yaqinlik borligi ko'rindi. Ammiakning o'zi ham oz bo'lsa-da, dissotsilanishi aniqlangan:



Vodorod ioni eritmada solvatlangan bo'lib, u erituvchining bir molekulasini bilan tezgina reaksiyaga kirishadi:



Natijada gidroksoniy ioniga o'xshash bo'lgan ammoniy ioni hosil bo'ladi. Ammiakning dissotsilanishi ham suvnikisi kabi boradi:



NH_2^- ioni OH^- ga o'xshash iondir.

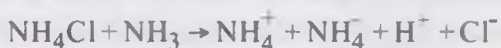
Ammiak bilan o'tkazilgan ilmiy kuzatishlar metallarning amidlarini gidroksidlarga o'xshash birikmalar deb qarashga imkon berdi.

Bu o'xshashlik OH^- va NH_2^- ionlari hamda suv bilan ammiak molekularining izoelektronlik xususiyatlari bilan yanada ravshanlashadi. Bular orasidagi o'xshashlik ularning ko'pgina xossalari namoyon bo'ladi. Asoslarning suvdagi eritmaları kabi amidlarning ammiakli eritmaları dissotsilanishi tufayli elektr tokini o'tkazadi:



Mana shu eritmalarda fenolftalein qizaradi, kislota qo'shilganda ular neytrallanadi. Amidlarning erishi gidroksidlarning erishiga mos keladi. Bundan suyuq ammiak muhitidagi metall amidlari OH^- gruppasiga ega bo'lmahligiga qaramay, o'zini kuchli asoslardek tutadi, degan xulosa kelib chiqadi.

Agar suyuq ammiakda ammoniy tuzi eritilib, tegishlicha kislota xususiyatga ega eritma hosil qilinsa va olingan ma'lumotlar taqqoslansa, bularning bir xilligini, ya'ni har ikkala holda ham ammoniy tuzi eritmasi hosil bo'lishi kuzatiladi:



Franklin suyuq ammiakda eritilgan ammoniy tuzlari metallarning amidlari bilan kislotalar kabi reaksiyaga kirishishini ko'rsatdi. Demak, suyuq ammiakdagi ammoniy tuzlari o'zini kislota kabi tutadi.

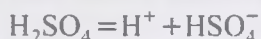
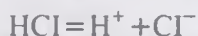
Suyuq ammiakdagi neytrallanish reaksiyasi dissotsilanmagan eritma molekulalari-ning hosil bolishiga olib keluvchi jarayondan iborat bo'ladi. Ko'rilgan qonuniyatlar kislota va asoslarning yangi solvosistemalar nazariyasida o'z aksini topdi.

Ushbu nazariyaga binoan eritmada erituvchi dissotsilanganda musbat ionlar hosil qiluvchi birikma shartli ravishda kislota deb qaraladi, asos bo'lib esa eritmada erituvchining o'zi dissotsilanganda manfiy ionlar hosil qiluvchi birikmalar qabul qilinadi.

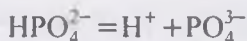
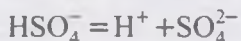
2. *Proton nazariyasi.* Brensted-Laurilar tomonidan taklif qilingan bu nazariyaga asosan proton bera oluvchi har qanday zarracha (molekula yoki ion) kislota bo'ladi. Protonni biriktirib oluvchi har qanday zarracha asosdir.

Proton nazariyasiga muvofiq kislotalar uchga bo'linadi:

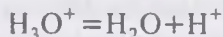
1) **neytral kislotalar:** bularga misol qilib xlorid kislota yoki sulfat kislotani ko'rsatish mumkin:



2) **anion kislotalar:** manfiy ionlardan iborat bo'ladi:



3) **kation kislotalar:** musbat ionlardan iborat bo'ladi:

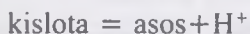


Kation kislotalarga ko'p valentli metallarning gidratlangan ionlari ham kiradi.

Ko'pgina komplekslarni kislotalarga qo'shish mumkinki, bularning ham proton berishi tajribalarda isbotlangan.

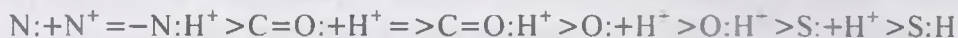
Asoslarni ham kislotalar kabi neytral (suv, aminobirikmalar) anionli (Ch , OH) va kationli (H_3O^+ , NH_4^+) sinflarga ajratish mumkin.

Proton nazariyasiga muvofiq proton ajralishining har qanday reaksiyasi quyidagi sxema orqali ifodalanadi:



Bunday jarayonda ishtirok etuvchi asos va kislota mujassamlashgan bo'ladi. Masalan, gidrosulfat anioni – NH_4^- sulfat kislota – H_2SO_4 bilan mujassamlashgan asos, H_3O^+ ionlari esa asos bo'lgan H_2O bilan mujassamlashgan kislotaadir.

Proton nazariyasi organik moddalar – aminlar, efir, keton va tioefirlarning asos xususiyatini tushuntirib beradi. Bunday birikmalar donor-akseptor bog'i bo'yicha protonni biriktirib, mujassamlashgan kislotalar bo'lgan **oniy – kationlar** hosil qiladi.



Proton nazariyasida erituvchining proton ajralishi bilan boradigan *dissotsi-lanishi* katta ahamiyatga egadir. Buning miqdoriy kattaligi *avtoprotoliz konstantasi* (*avtoprotolizning ion ko'paytmasi*) bilan xarakterlanadi, yani $2H_2O = H_3O^+ + OH^-$. $K_{uv} = [H_3O^+] + [OH^-]$.

Erituvchining o'zi qanchalik kuchli dissotsilansa, uning kislotaliligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Erituvchining yana bir muhim xususiyati uning *protonga moyilligi* bo'lib, mazkur erituvchida protonning solvatlanishida ajraluvchi energiya bilan belgilanadi. **Protonga** moyillik qanchalik ko'p bo'lsa, erituvchining asos xossalari shunchalik kuchli namoyon bo'ladi. Protonga moyillik ammiakda kuchli, bundan keyingi o'rindagi gidrazin, suv, etil spirt va boshqalar turadi.

Osonlik bilan proton biriktiruvchi moddalar *protofillar* (ammiak, gidrazin va boshqalar) va oson uzatuvchilar esa *protogenlar* (HF, HNO₃ va boshqalar) deyiladi. Protonni bir yo'la ham biriktirib, ham uzatuvchilar *amfiprotionlar* (suv, metilspirt va boshqalar) deb ataladi.

Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini sezdirmaydigan erituvchilar *nivelirlov-chilar* deyiladi.

Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini yuqori darajada sezdiradigan erituv-chilar *differensiyalovchilar* deyiladi. Kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchilar sifatida suvga qaraganda protonga moyilligi kamroq bo'lgan sirka kislota, etilspirt, atseton va shu kabi organik erituvchilarni ko'rsatib o'tish mumkin.

Agar suvsiz sirka kislota kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchi bo'lsa, asoslar uchun nivelirlovchi erituvchi bo'ladi.

3. *Elektron nazariyasi*. Bu nazariyani Lyuis taklif qilgan bo'lib, asos sifatida kimyoviy bog' hosil bo'lishi uchun elektron jufti beruvchi modda, kislota sifatida esa elektron juftlarini qabul qiluvchi modda – elektron juftlari akseptori qabul qilingan. Elektron nazariyasiga ko'ra kislota – asos reaksiyasi donor – akseptor bog'lanishning hosil bo'lishidan iboratdir. Kislota bilan asosning birikishidan *addukt*lar deb ataluvchi tuzsimon modda hosil bo'ladi:



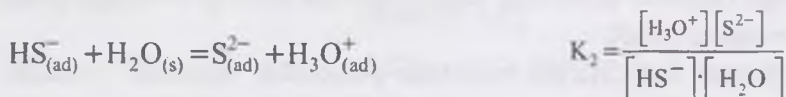
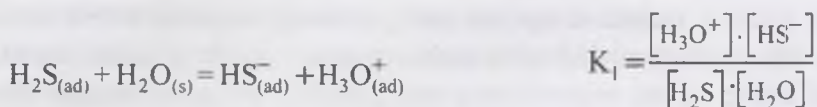
Elektron nazariya suvli eritmalarda boradigan neytrallanish, kompleks hosil bo'lishi, aminobirikmalarning ba'zi galogenidlar bilan, angidridlarning suv bilan reaksiyalarini o'xshash jarayonlar sifatida qaraydi. Elektron juftlar donori bo'lgan

moddalar *Lyuis asoslari*, elektron juftlarning akseptori bo'lgan moddalar *Lyuis kislotalari* deyiladi.

Lyuis asoslariga ba'zi aminobirikmalar (ammiak, alifatik va aromatik aminlar, galogenid-ionlar, piridin asoslari, xinolin asoslari va hokazolar), ketonlar yoki umumiy formulasi X_2CO bo'lgan (X – galogen atomi) birikmalar kiradi.

Lyuis kislotalariga misol qilib bir qator elementlarning galogenidlari (BF_3 , $AlCl_3$, $SiCl_4$ va boshqalar), kumush, xrom, platina kabi hamda boshqa ionlarni – kompleks hosil qiluvchilarni ko'rsatish mumkin. Bularning ba'zilari amaliy ahamiyatga egadir.

Ko'p asosli kislotalari ikki va undan ortiq protonlarni bera oladigan kislotalarga aytiladi. Bunga H_2S kislotasini misol qilib olish mumkin. Ikki asosli kislota ikki proton berganligi uchun ikkita kislota konstantasiga ega bo'ladi.



Har doim $K_1 > K_2$ bo'ladi.

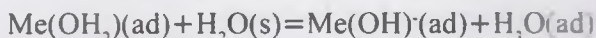
Ko'p asosli kislotalar zarrachalarini (a) muhit pH bog'liq holda taqsimlanishini quyidagi diogrammada kuzatish mumkin. Masalan, uch asosli H_3PO_4 kislota uchta proton berib $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} ionlarini hosil qiladi. U holda molekula ulushi quyidagicha hisoblanadi.

$$a(H_3PO_4) = \frac{[H_3PO_4]}{[H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}]}$$

Kislota-asos nazariyasi doirasidagi reaksiyalar o'zining tez borishi, katalizator qo'llashni talab qilmasligi va mahsulot unumining 100% ga qadar yetishi bilan ajralib turadi. Bunday reaksiyalar kimyoviy analizda ko'p qo'llaniladi. Ayniqsa, suvsiz titrlashda juda qo'l keladi. Kislota-asos nazariyasida nanoorganik sintezda foydalanib, juda ko'plab yangi moddalar olingan. Ftorlashda olinadigan sintetik materiallar, biologik aktiv moddalar, tibbiyot uchun zarur dori-darmonlar va boshqalar bunga misol bo'la oladi. Suyuq ammiakda olib boriluvchi bir qancha reaksiyalar ham kislota-asos reaksiyalaridan hisoblanadi. Boshqa yo'llar bilan olib bo'lmaydigan moddalar – kremniy, tetramid, nitrozilamid, sulfamid va shu kabi boshqa muhim birikmalar shu yo'l bilan olinganligi kislota-asos nazariyasining faqat nazariy ahamiyatga ega bo'lib qolmay, uning ulkan amaliy istiqboli borligidan dalolat beradi.

Agar Bryonsted kislotalari va asoslari suvli eritmalarida kuzatilsa, protonlar molekuladagi markaziy atomdagi OH gruppasidan ajralishini aniqlash mumkin. Bunday protonlar nordon protonlar deb ataladi. Bunday protonlarni 3 sinfga ajratish mumkin:

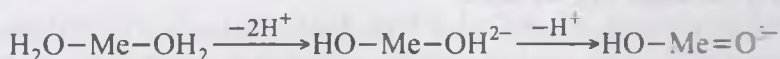
Akvakislotalar – bunday kislotalarda molekuladagi markaziy metall ioni bilan koordinatsiyalangan suv molekulasi proton vazifasini bajaradi.



Gidroksokislotalar – proton gidroksil gruppaga tegishli bo'lib, molekulada markaziy atom bilan bog'langan oksogruppalar=O mavjud bo'lmagan birikmalardir. Bunga misol qilib minerallar hosil bo'lishida asosiy rol o'ynaydigan $\text{Si}(\text{OH})_4$ olish mumkin.

Oksikislotalar – protonlar gidroksil gruppaga tegishli bo'lib, molekula markaziy atomi bilan bog'langan oksigruppa mavjud bo'lgan birikmalardir. Masalan H_2SO_4 – $[\text{O}_2\text{S}(\text{OH})_2]$.

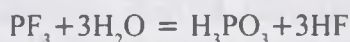
Ushbu kislotalarning mavjudligini quyidagi sxema orqali ifodalash mumkin:



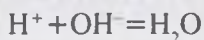
7.6. GIDROLIZ

Modda bilan suv orasida sodir bo'ladigan almashinuv reaksiyasiga *gidroliz* deyiladi.

Gidrolizning mazmuni suv ta'sirida parchalash dissotsiyanlash demakdir. Masalan, fosfor (III) – florid PF_3 suv bilan oson reaksiyaga kirishib, fosfit kislota va vodorod florid hosil qiladi:

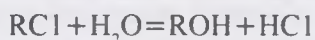
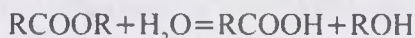


Turli xil sinflarga kiruvchi birikmalar gidrolizga uchraydi. Ayniqsa, tuzlar gidrolizi muhim ahamiyatga ega. Tuzlar gidrolizida kislota va asoslar hosil bo'ladi. Gidroliz reaksiyasiga kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan, kuchsiz kislota va kuchli asosdan yoki kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchraydi, neytrallanish bu holda quyida ifodilangan reaksiya bilan belgilanadi:

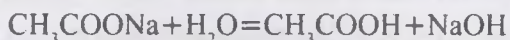


teskari reaksiya, ya'ni suv molekulasining ionlarga dissotsiylanishi juda kam darajada boradi. Gidrolizda erimaydigan yoki uchuvchan modda hosil bo'lishi, dastlabki moddaning oxirigacha parchalanganligini bildiradi. Tuzlar gidrolizi tufayli bufer eritmalar mavjud bo'ladi.

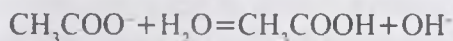
Organik birikmalar kislota yoki ishqorlar ishtirokida gidrolizlanadi:



Aniq misol tariqasida bir asosli kislota bilan bir valentli metallardan tashkil topgan tuz – natriy atsetatni olaylik. Ushbu tuz kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan bo'lib, uning gidrolizi quyidagicha boradi:



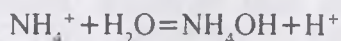
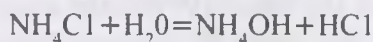
yoki ion-molekular holda yozsak:



Tenglamadan ushbu misolda gidroliz tuz anioni hisobiga va reaksiya OFF ioni ajralishi bilan borayotganligi ko'rinadi.

Ammo suvning ion ko'paytmasi $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ doimiy kattalik bo'lganligi sababli OH^- ionlarining ko'payib borishi vodorod ionlarining kamayishiga olib keladi. Bundan **ravshanki, kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan hosil bo'lgan tuzlar eritmasi ishqoriy muhitga ega bo'ladi.**

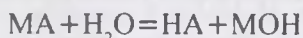
Shunga o'xshash holda kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuz kationi gidrolizga beriladi va natijada reaksiya vodorod ionlarining hosil bo'lishi bilan boradi:



H^+ ionlarining yig'ilishi OH^- ionlari konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, **kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar eritmasi kislotali muhitga ega bo'ladi.**

Yuqorida keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, eritmada bo'lgan tuzning hammasi emas, balki ma'lum qismi gidrolizlanadi. Boshqacha qilib aytganda, eritmada tuz bilan u hosil qiladigan kislota va asos orasida muvozanat vujudga keladi. Gidrolizlanadigan modda qismi – gidroliz darajasi muvozanat konstantasiga hamda temperatura va tuz konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Gidroliz tenglamasini umumiy holda yozamiz. HA – kislota, MOH – asos, MA – ular hosil qilgan tuz. Bunda gidroliz uchun quyidagi tenglamani yozamiz:



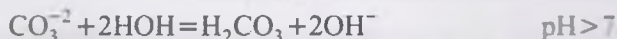
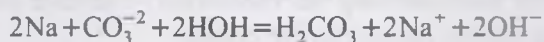
Bunda muvozanat konstantasi quyidagicha yoziladi:

$$K = \frac{[\text{HA}][\text{MOH}]}{[\text{MA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

Suv konsentratsiyasi suyultirilgan eritmalarda amaliy jihatdan olganda doimiy kattalikka ega. $K[H_2O]=K_2$ deb belgilab muvozanat konstantasi K_2 ni topamiz:

$$K_2 = \frac{[HA][MOH]}{[MA]}$$

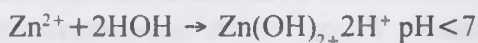
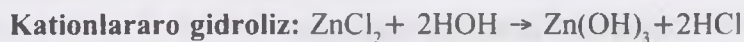
Gidroliz konstantasi qiymati mazkur tuzning gidrolizga kirishish xususiyatini belgilaydi.



Kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan tuz uchun gidroliz konstantasi kislotaning dissotsilanish konstantasi K_{kisl} bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_{kisl} \cdot C}; \quad \text{gidroliz darajasi} \quad h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{kisl} \cdot C}}$$

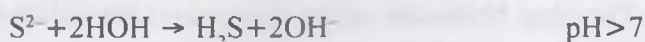
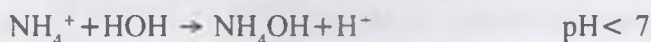
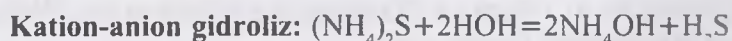
Ushbu tenglamadan K_{kisl} qanchalik kichik bo'lsa, K_g shunchalik katta bo'lishi ko'rinib turibdi. Boshqacha so'z bilan aytganda kislota qanchalik kuchsiz bo'lsa, uning tuzlari shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi. Eritma muhiti pH metr – milli voltmetrda o'lchanadi.



Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuzlar uchun yuqoridagiga o'xshash holda gidroliz konstantasi asosning dissotsilanish konstantasi K_{asos} bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_{asos} \cdot C}; \quad \text{gidroliz darajasi} \quad h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{asos} \cdot C}}$$

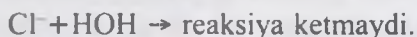
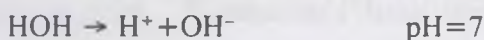
Binobarin, asos qanchalik kuchsiz bo'lsa, u hosil qilgan tuzlar shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi.



Kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan tashkil topgan tuzlar uchun gidroliz konstantasi kislota hamda asoslarning dissotsilanish konstantasi bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_{kis} \cdot K_{asos}}; \text{ gidroliz darajasi } h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{kis} \cdot K_{asos} \cdot C}}$$

Agar tuzlar dissotsiyalanganda kam qutiblangan kation va anionlar hosil qilsalar, H^+ yoki OH^- ionlarini bog'lab ololmaydi < eritma muhitini o'zgartira olmaydi. Natijada eritma muhiti neytral bo'lib qoladi:



Gidroliz sanoatda va hayotda muhim ahamiyatga ega: sanoatda spirtlar, fenollar, o'simlik moylari va hayvon yog'idan yuqori alifatik kislotalar olinadi. Murakkab efirlar, glikozid va amid bog'lari gidrolizitik organizmlar hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni. Eritmalar atom, ion yoki molekullarning gomogen (bir jinsli) aralashmasidir. Eritma modda bilan erituvchining nisbiy miqdorini suyultirilgan yoki konsentrlangan eritma sifatida belgilanadi. Moddaning eruvchanligini o'zgartirish uchun temperatura va bosimni o'zgartirish zarur bo'ladi. Gazning erishi bosim ortishi bilan ko'payadi. Le-Shatellye prinsipi mana shu hodisani tushuntiradi. Yarimo'tkazgich membranalar bilan ish ko'rilganda yuzaga keluvchi osmotik bosim ustida fikr yuritiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

Molyarlik, molyallik, mol qism, normallik va protsent (foiz) konsentratsiyani o'rganish.

Konsentrlangan, suyultirilgan, to'yingan va to'yinmagan eritmalarini tasniflash. Kolloid eritmani chin eritmalaridan farqlay olish.

Mashq va masalalar

1. Quyidagi birikmalar uchun dissotsilanish tenglamalarini tuzing:

a) H_2CO_3 ; b) H_2S ; d) HCN ; e) H_2SiO_3 ; f) NH_4OH .

2. Quyida keltirilgan eritmalarning har birida erigan moddaning *mol* lar sonini hisoblang:

0,358 M li $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ eritmasining 256 ml da;

0,0567 M li HBr eritmasining 400–10⁴ ml da;

d) 0,565% NaCl saqllovchi NaCl suvli eritmasining 450 g da.

3. CuCl_2 suvda eriganda issiqlik ajraladi (46,4 kJ/mol Cu Cl_2).

Le-Shatelye prinsipidan foydalanib, temperaturaning shu tuz eruvchanligiga ta'sirini aniqlang.

4. Agar HgCl_2 ning 0,01 M li eritmasidan tok o'tkazilsa, KCl ning shunday eritmasidagiga qaraganda lampochka kuchsizroq yonadi. Buning boisi nimada?

5. Ko'rsatilgan kolloidlarning qay biri gidrofil va qay biri gidrofob ekanligini aniqlang:

a) gomogenlashtirilgan sutdagi sariq yog';

b) jele;

d) kolloidal oltinning suvli eritmasi;

e) gogol-mogol.

6. Soch yuviladigan shampunlar odatda natriy laurilsulfat $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^- \text{Na}^+]$ xilidagi yuvish vositasini saqlaydi. Shunday moddaning sochni tozalash sababini tushuntiring. Sochdan tabiiy moylarning yuvilib ketishi nimaga bog'liq?

7. Ouyida keltirilgan ionlardan qaysi biri suvli eritmada kuchli gidratlanadi: K^+ ; Cs^+ ; Cu^{2+} ?

8. Muzlagan yo'lga NaCl yoki CaCl_2 kabi tuzlar sepilsa, muz eriydi. Jarayonni tushuntiring.

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. Dissotsilanish darajasi 1,0% bo'lgan sirka kislotaning pHini hisoblang.

A. 0,76; B. 2,76; C. 3,76; D. 4,76.

2. 10% li nitrat kislota hosil qilish uchun 210³m³ suvga qancha hajm 50% li (ml) $d=1316 \text{ kg/m}^3$ nitrat kislota qo'shish kerak?

A. 400; B. 307,8; C. 500; D. 384,6.

3. Konsentratsiyalari 0,02 M KOH va 0,1 M NH_4OH ni aralashtirish natijasida hosil bo'lgan eritma pH ini hisoblang.

A. 1,0; B. 2,0; C. 11; D. 12.

4. Konsentratsiyalari 3 m bo'lgan natriy gidroksidini 1 M xlorid kislota bilan aralashtirish natijasida hosil bo'lgan eritmaning pH ni aniqlang (bir xil hajmda).

- A. 0; B) 13,0; C. 13,7; D. 14,0.

5. Konsentratsiyasi 0,25 n, 0,5 /sirka kislotasini dissotsilangan molekulari sonini 5 barobar oshirish uchun qancha hajm (l) suv qo'shish kerak?

- A. 6; B. 8; C. 10; D. 14.

6. Konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{-4}$ M bo'lgan sulfat kislota pOHni aniqlang.

- A. 3; B. 4; C. 10; D. 11.

7. 20% li 3 m^3 ammoniy xlorid ($\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$) eritmasidan 10% li eritma tayyorlash uchun qancha hajm (m^3) suv qo'shish kerak?

- A. 2,7; B. 2,9; C. 3,18; D. 3,4.

VIII BOB

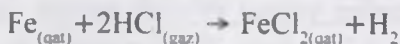
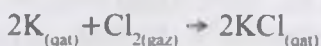
ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR

Elektrokimyoviy jarayon sanoatda, texnika va turmushda keng tarqalgan. Elektr batareyalar, akkumulatorlar tayyorlash, metallarni elektr toki yordamida ajratib olish, metall qoplamalar olish uchun metallarni cho'ktirish, metallar korroziyasi va boshqa qator elektrokimyoviy jarayonlar shular jumlasidandir.

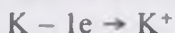
Elektr toki elektr zaryadlarining ko'chishi bilan bog'liq. Shu sababli elektrokimyoda elektronlarning bir moddadan ikkinchisiga o'tishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar o'rganiladi. Bunday reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

8.1. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

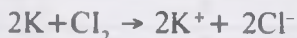
Bir qator reaksiyalarda ishtirok etayotgan elementlarning oksidlanish darajalari o'zgargani tajribalarda isbotlangan:



Kaliy va xlor atomlari o'zaro birikib KCl hosil bo'lish reaksiyasi kaliy atomidan xlor atomiga elektron ko'chish bilan boradi. Ushbu reaksiyani ikki jarayonning amalga oshuvi deb qarash mumkin:



Ushbu jarayonlarning har biri yarimreaksiya deyiladi. Ana shu yarimreaksiyalar yig'indisi, ya'ni neytral atomlardan ion holatdagi zarrachalarning hosil bo'lishi to'liq reaksiya hisoblanadi:



Shunday qilib, elektron yo'qotish bilan boradigan reaksiyalar oksidlanish, elektron qabul qilish bilan boradigan reaksiyalar esa qaytarilish reaksiyalari deyiladi. Oksidlanishni oksidlanish darajasining oshuvi, qaytarilishni esa oksidlanish darajasining kamayishi bilan boradigan jarayon deb belgilasa ham bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanishga sabab bo'luvchi modda oksidlovchi deyiladi.

Oksidlovchi elektronni qo'shib olib, o'zi **qaytariladi**. Shuningdek, qaytarilishni amalga oshiruvchi modda **qaytaruvchi** deyiladi. (VIII.2) reaksiyada vodorod xlorid oksidlovchi, temir esa qaytaruvchidir. Reaksiyada qaytariluvchi modda doimo *oksidlovchi*, oksidlanuvchi modda esa *qaytaruvchi* hisoblanadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ayni bir vaqtda sodir bo'ladi. Elementlarning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari ham davriy ravishda o'zgaradi.

Oksidlanish darajasi. Molekulalarda atomlarning oksidlanish darajasini aniqlashda ularning tuzilish formulasidan foydalanish mumkin. Ammo amalda bu yo'l kam qo'llanadi. Oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qoidalarga rioya qilinadi.

1. Moddaning element holatidagi oksidlanish darajasi nolga teng. Na, Cl₂, N₂, P da har bir atomning oksidlanish darajasi nolga teng, chunki bog' hosil bo'lishida ishtirok etayotgan elektronlar atomlar orasida baravar tarqaladi.

2. Birikmalarda, ko'proq elektromanfiylikka ega elementlarning oksidlanish darajasi manfiy, kamroq elektromanfiylikka ega bo'lganlarining oksidlanish darajasi musbat deb qabul qilinadi. Oksidlanish darajasining mutlaq kattaligi element valentligiga yaqinroq bo'ladi yoki uning atomlarini hosil qiluvchi bog'lari orasida joylashgan elektron juftlari soniga teng bo'ladi.

3. Har bir molekula yoki molekular ionda barcha atomlarning manfiy va musbat oksidlanish darajalari yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak. Elementlarning davriy jadvalidan ma'lum qonuniyat asosida ularning oksidlanish darajalarini bilib olish mumkin.

8.1-jadvalda ba'zi elementlarning kimyoviy reaksiyalarda ko'proq uchraydigan oksidlanish darajalari keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki, elementlarning valentliklari ikkiga, uchga, to'rtga, beshga va, hatto, oltiga teng bo'lishi mumkin. Jadvaldan elementlarning yuqori va quyi oksidlanish darajasi atomning tartib raqami bilan davriy ravishda bog'liq ekanligi yaqqol ko'rinib turibdi. Ishqoriy metallar birikmalarida oksidlanish darajalari +1 ga teng. Bu elementlar boshqa elementlar bilan birikib kimyoviy bog' hosil qilishida bitta elektron berib, musbat zaryadlangan ionga aylanadi. IIA gruppada elementlari +2, IIIA gruppadagi tabiatda ko'p uchraydigan aluminiy doimo +3 ga teng bo'lgan oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

8.1-jadval

Davriy jadvaldagi kimyoviy elementlarning oksidlanish darajasi

Element	Atomning tartib raqami	Oksidlanish darajasi
Litiy	3	+ 1
Berilliy	4	+2
Bor	5	+3
Uglerod	6	+2; +4; -4
Azot	7	+ 1; +2; +3; +4; +5; -3
Kislorod	8	-2
Ftor	9	-1
Natriy	11	+ 1

Magniy	12	+2
Aluminiy	13	+3
Kremniy	14	+4; -4
Fosfor	15	+5; -3 •
Oltingugurt	16	+4; +6; -2
Xlor	17	+7; -1
Kaliy	19	+1
Kalsiy	20	+2
Skandiy	21	+3
Titan	22	+3; +4
Vanadiy	23	+4; +5
Xrom	24	+2; +3; +6
Marganes	25	+2; +3; +4; +5; +6; +7
Temir	26	+2; +3
Kobalt	27	+2; +3
Nikel	28	+2; +3
Mis	29	+1; +2
Rux	30	+2
Galliy	31	+3
Germaniy	32	+2; +4; -4
Mishyak	33	+3; +5; -3
Selen	34	+4; +6; -2
Brom	35	+1; +3; +5; -1
Kripton	36	+4

Kuchli elektromanfiy element bo'lgan fluor doimo -1 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Kislorod, asosan -2 ga teng oksidlanish holatida uchraydi. Faqat peroksidlarda ushbu qoidadan chetga chiqiladi. HO_2 - peroksid ionida va peroksid molekularida kislorodning oksidlanish darajasi -1 ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, biror birikmadagi atomlar butunlay ionlarga aylangan, deb faraz qilinganda modda tarkibidagi istalgan elementlarning shartli zaryadi ayni elementning oksidlanish darajasi deb qabul qilinadi.

Oksidlanish darajasini aniqlashda kislorodning oksidlanish darajasi doimo -2 ga, vodorodniki esa +1 ga tengligidan foydalaniladi. Erkin elementlarning oksidlanish darajasi nolga teng bo'ladi.

Suvda vodorodning oksidlanish darajasi +1, kislorodniki -2 dir. Osh tuzida natriyniki +1, xlorniki -1 dir. Kaliypermanganat (KMnO_4) da bo'lgan marganes atomining oksidlanish darajasini aniqlash uchun kislorodning oksidlanish darajasi -2 ga tengligini hisobga olib, quyidagi tenglamadan foydalanish kerak: $\text{K}^{+1}\text{Mn}^x\text{O}_4^{-2}$

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

$$x = +7$$

x – manganesning oksidlanish darajasi.

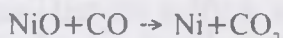
Kaliy permanganat KMnO_4 da manganesning oksidlanish darajasi $+7$ ga, sulfat SO_4^{2-} ionida oltingugurtning oksidlanish darajasi $+6$ ga, NO_3 ionida azotning oksidlanish darajasi $+5$ ga teng. Metanda uglerodning oksidlanish darajasi -4 ga, uglerod (IV) oksid (CO_2) da $+4$, formaldegid (CH_2O)da nolga, chumoli kislota HCOOH da $+2$ ga va etilenda -2 ga tengdir. Buning boisi «oksidlanish darajasi» ning formal tushuncha ekanligidir. Bunda qutbli va kovalent birikmalar ham ionli birikmalar sifatida qaraladi, ya'ni u haqiqiy bog'lanishlarni ifodalamaydi. Shunday bo'lsa-da, bu tushuncha anchagina masalalarni hal qilishda qo'l keladi. Reaksiyaga kirayotgan moddaning qaysi biri oksidlovchi, qaysi biri qaytaruvchi ekanligini bilib olishga yordam beradi.

8.2. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARINING TURLARI

Mazkur reaksiyalarning uch turi bo'lib, bular quyidagilar:

- 1) molekulararo (ionlararo) reaksiyalar;
- 2) molekula (ion) da sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari;
- 3) oksidlovchilik va qaytaruvchilik vazifalari mazkur element atomlarining o'zi bajaradigan disproporsiyalanish reaksiyalari.

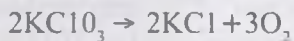
Birinchii turdagi reaksiyalarda oksidlovchi element bir modda tarkibida, qaytaruvchi element esa ikkinchi modda tarkibida bo'ladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borayotganda har xil molekullardagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:



Bunda nikelning oksidlanish darajasi pasayadi, uglerodniki ortadi.

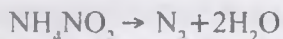
Ikkinchi tur reaksiyalarda ayni bir molekula tarkibiga kiruvchi turli elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi.

Quyidagi reaksiyada:



Xlor ioni Cl^{5+} oksidlovchi, kislorod ioni O^{2-} qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi.

Uchinchi turga kiruvchi disproporsiyalanish reaksiyasiga misol qilib, laboratoriyada toza azot olishda qo'llaniladigan ammoniy nitritning parchalanishini ko'rsatish mumkin:



Bu yerda NH_4^+ ioni oksidlanib, NO_2^- ioni esa azotga aylanib qaytariladi.

8.3. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI TENGLAMALARINI TUZISH

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzishda ma'lum qoidalarga rioya qilinadi. Yo'qotilgan elektronlar sonini qabul qilingan elektronlar soniga teng bo'lishi, elementlar sonining reaksiyaning chap va o'ng tomonda bir-biriga teng keliishi (zaryadlarning algebraik yig'indisi har ikki tomonda tengligi) va reaksiya natijasi-

da hosil bo'lgan kislorod ioni O^{2-} kislotali muhitda vodorod ionlari bilan birikib suvga aylanishi, ishqoriy yoki neytral muhitli eritmada gidroksid ionlari hosil bo'lishini hisobga olish kerak bo'ladi. Tenglamalarni tuzishda ikki usul qo'llaniladi.

1. Elektron balans usuli. Qaytaruvchi yo'qotgan umumiy elektronlar soni oksidlovchi qabul qilib olgan elektronlar soniga tenglashtiriladi. Oksidlanish-qaytarilish jarayonining har bir bosqichi uchun ionli tenglamalar tuzilib, bular tegishli koefitsientlarga ko'paytiriladi va bir-birlariga qo'shilgan holda ularning yig'indisi topiladi. Bu usul oksidlanish darajasini hisobga olish usuli deb ham yuritiladi.

Buni quyidagi misolda ko'rib chiqamiz:



Reaksiya tenglamasini tuzish uchun quyidagicha ish tutamiz:

a) tenglamaning ikki tomonida har bir elementning o'zgargan oksidlanishda reaksiyasini aniqlaymiz, ya'ni bu bilan qaysi element oksidlanayotgani yoki qaytarilayotganligini bilib olamiz. Yuqoridagi misolda tenglamaning har ikki tomonida vodorodning oksidlanish darajasi +1 ga teng, kislorodning oksidlanish darajasi -2 ga teng – bularning ikkalasi ham oksidlanmayapti yoki qaytarilmayapti. Ammo marganesning oksidlanish darajasi MnO_4^- da +7 dan Mn^{+2} gacha o'zgarayapti, uglerodning oksidlanish darajasi $C_2O_4^{2-}$ da +3 dan CO_2 da +4 ga ko'tarilayapti;

b) oksidlanishda yoki qaytarilishda har bir elementning oksidlanish darajasi o'zgarishini aniqlaymiz. Marganesning oksidlanish darajasi beshta birlikka; uglerodniki esa bitta birlikka o'zgarayapti. Ammo $C_2O_4^{2-}$ tarkibida ikkita uglerod atomi borligidan har bir uglerodning oksidlanish darajasi bir $C_2O_4^{2-}$ ioniga hisoblanganda uglerodning oksidlanish darajasi ikkiga teng bo'ladi;

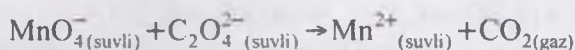
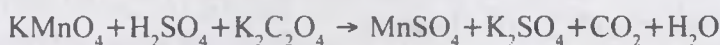
d) ikkinchi bosqichdagi oksidlanish darajalarining o'zgarishini hisobga olgan holda oksidlovchi va qaytaruvchilar oksidlanish darajalarining baravar ortishi va kamayishini ta'minlovchi mollar sonining nisbatini aniqlaymiz. $Bu C_2O_4^{2-}$ – ioni tomonidan chiqariluvchi va MnO_4^- tomonidan biriktirib olinuvchi elektronlar soniga teng bo'ladi. Shunda ionlar nisbati $5C_2O_4^{2-}:2MnO_4^-$ kabi bo'ladi, umumiy elektron balans koefitsientlari marganes uchun $10:2=5$ ga va uglerod uchun $2:2=1$ ga teng bo'ladi;

e) oksidlanayotgan va qaytarilayotgan moddalar koefitsientlari aniqlangandan keyin qolgan elementlar atomlari soni tenglashtiriladi. Yuqoridagi misolda $5C_2O_4^{2-}$ ionida 10 ta uglerod atomiga ega, bu tenglamaning o'ng tomonida 10 ta CO_2 joylashuvini taqozo etadi. Tenglamaning chap tomonida 28 ta kislorod atomi ($2MnO_4^-$ da 8 ta va $5C_2O_4^{2-}$ da 20 ta) bo'lib, uning o'ng qismiga 8 molekula suv o'rnamashganda 28 ta kislorod atomi ($8H_2O$ da 8 ta va 10 ta CO_2 da 20 ta) joylashadi. 8 molekula suv tenglamaning o'ng tomonida, chap tomonda esa 16 ta H^+ ni joylashtirishni taqozo qiladi:



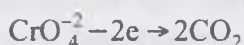
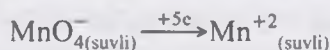
2. *Yarimreaksiyalar (ion-elektron) usuli.* Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini yarim reaksiyalar yordamida tuzish usulini permanganat ioni MnO_4^- bilan oksalat ioni $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ orasida kislotali muhitda boradigan reaksiya misolida ko'rib chiqamiz.

$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ning nordon eritmasiga Mn_4 qo'shilganda permanganat ionining qo'ng'ir-binafsha rangi yo'qoladi. Bunda eritmadan uglerod (II) oksidi (CO_2) ajralib chiqib, eritma Mn^{+2} uchun xos bo'lgan och-qizg'ish rangga o'tadi. To'liq bo'lmagan reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

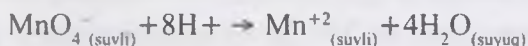


Amalda bu reaksiya vodorod ionlari (H^+) konsentratsiyasining kamayishi va suv hosil bo'lishi bilan borishi aniqlangan. Bunga reaksiya tenglamasini tuzib, to'la ishonch hosil qilsa bo'ladi. Buning uchun uch bosqichdan iborat quyidagi ishini bajarishimiz lozim.

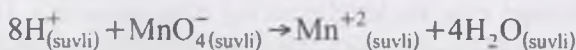
Birinchi bosqichda birida oksidlovchi, ikkinchisida qaytaruvchi ishtirok etadigan ikkita yarimreaksiya yoziladi:



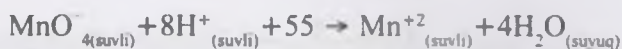
Ikkinchi bosqichda har bir yarimreaksiya oxiriga yetkazilib, alohida-alohida tenglanadi. Reaksiya kislotali muhitda olib borilganda vodorod va kislorod atomlari sonini tenglashtirish uchun reagentlarga yoki reaksiya mahsulotlariga H^+ va H_2O , ishqoriy muhitda esa OH^- va H_2O qo'shiladi. Permanganat ioni ishtirok etayotgan yarimreaksiyada tenglamaning ikki tomonida bittadan marganes atomi bor. Ammo tenglamaning chap qismida to'rtta kislorod atomi bo'lib, o'ng tomonida bitta ham yo'q. MnO da bo'lgan to'rtta kislorod atomlarini tenglashtirish maqsadida mahsulotlar qatori to'rtta suv molekulasini bilan to'ldiriladi:



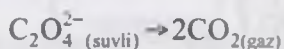
Oldingi bajargan amallarimiz natijasida mahsulotlar orasida vujudga kelgan sakkiz vodorod atomini tenglashtirish uchun reagentlarga sakkizta H^+ ionini qo'shamiz:



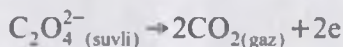
Bu bosqichda tenglamaning ikki qismida har bir element atomlari soni bir xil bo'lib, zaryadlarni tenglashtirish kerak, xolos. Reagentlar zaryadi $+8-1=+7$ ga teng bo'lgan holda, mahsulotlar zaryadi $-2+4(0)=2$ dir. Zaryadlarni tenglashtirish uchun tenglamaning chap qismiga beshta elektron qo'shish (marganesning oksidlanish darajasi $+7$ dan $+2$ gacha o'zgaradi), ya'ni u besh elektronni birlashtirishi kerak:



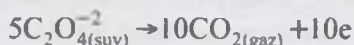
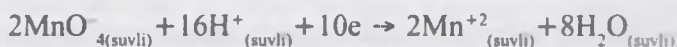
Oksalat ion uchun ham shunday amalni bajarib, yaritmreaksiyani ifodalaymiz:



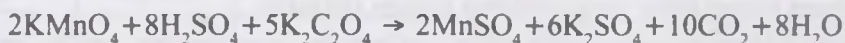
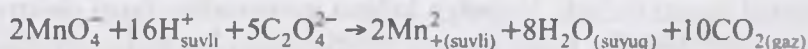
Zaryadlarni tenglashtirish uchun so'nggi tenglamaning o'ng qismiga ikki elektron qo'shamiz:



Uchinchi bosqichda har bir yarimreaksiya tenglamasini reaksiya biriktirib olayotgan hamda ikkinchi reaksiya ajratayotgan elektronlar soniga tenglovchi ko'paytmaga ko'paytirish zarur. Yuqoridagi misolda permanganat ionli yarimreaksiyani 2 ga, oksalat ionli yarimreaksiyani 5 ga ko'paytirish kerak:

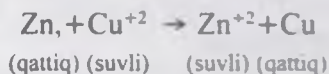


Shunday qilib, yarimreaksiyalar tenglamalari yig'indisi to'la tenglamani tashkil etadi:



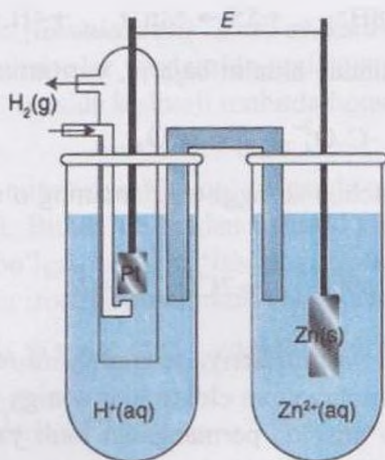
8.4. GALVANIK ELEMENTLAR

O'z-o'zidan boradigan har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida ajralib chiqadigan energiyani elektr ishini bajarish uchun yo'naltirsa bo'ladi. Bu galvanik elementlarda amalga oshiriladi. Elektronlarning ko'chishi reagentlar orasida bormay, tashqi zanjir orqali o'tuvchi moslama ana shunday element rolini bajara oladi. Agar rux plastinka olib, uni mis ioni (Cu^{+2}) bo'lgan eritmaga solinsa, yuqorida aytilgan o'z-o'zidan boruvchi reaksiyani kuzatish mumkin. Reaksiya so'ngida suvdagi Cu^{+2} ionlari uchun xos bo'lgan eritmaning zangori rangi yo'qoladi va rux metali yuzasida metall holidagi mis ajralib chiqa boshlaydi. Bir vaqtning o'zida rux eriy boshlaydi:



8.1-rasmda Zn bilan Cu^{+2} islatiluvchi galvanik element sxemasi ko'rsatilgan. Bu moslamada mis zanjir orqali kelayotgan elektronlar hisobiga qaytariladi.

Tashqi zanjir orqali bog'langan ichki metall yarimelementlari **elektrodlar** deb, oksidlanish boradigan elektrod **anod**, qaytarilish boradigan elektrod esa **katod** deyiladi. Anod manfiy elektrod (En), katod esa musbat elektrod bo'lib xizmat qiladi.



8.1-rasm. Galvanik elementning ishlash sxemasi.

Metallar suv yoki tuz eritmasiga tushirilganda ularning ustki qismidagi ionlariga suv molekullari o'zining manfiy qutblari bilan ta'sir etib, metall ionlarini ajratib oladi. Bu paytda suvda metall ionlarining gidratlari hosil bo'ladi. Metall plastinka yuzasi manfiy zaryadlanib qoladi.

Buning natijasida suvga o'tgan ionlar metall atrofini qurshab, qo'sh elektr zaryadlari qavatini vujudga keltiradi. Natijada metall bilan suv chegarasida turli xil zaryadli elektropotensial paydo bo'ladi. **Vujudga kelgan potentsiallar farqi elektrod potentsiali** deb yuritiladi. Metallar (yoki ularning plastinkalari) o'z tuzlari eritmasiga tushirilganda ham potentsiallar farqi vujudga kelishi mumkin.

Aktivlik qatorida vodoroddan oldin joylashgan metallar o'z tuzlari eritmasiga tushirilganda eritmaga ionlar ajralib chiqadi. Vodoroddan keyin joylashgan metallar o'z tuzlari eritmasida vodorodga nisbatan musbat zaryadga ega bo'ladi. Chunki metallar aktiv bo'lmaganligi sababli eritmaga elektron chiqara olmaydi. Ularning erkin elektronlarini eritmada bo'lgan metall ionlari qabul qilib neytrallanadi va metall yuzasiga to'planadi. Metall elektronlari soni o'zidagi musbat ionlar sonidan kamayib ketganligi sababli metall musbat zaryadlanadi, anionlar mo'lligi sababli eritma manfiy zaryadlanadi. Shu sababli bir qancha metallarning potentsiallari musbat qiymatga ega bo'ladi (yana ta'kidlaymiz: vodorod elektrodining potentsialiga nisbatan).

Metall ioni konsentratsiyasi 1 n bo'lgan eritmaga rag-kur metall tushirilganda vujudga keladigan potentsial **normal elektrod potentsiali** (E°) deyiladi. Potentsiallarni o'lchashda birlik sifatida normal vodorod potentsiali, standart elektrod sifatida esa normal vodorod elektrod qabul qilingan.

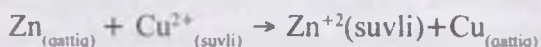
Metallarning normal potentsiallarini nazarda tutib, ular tartib bilan bir qatorga qo'yilsa, vodorodning bir tomonida manfiy potentsialga ega metallar, ikkinchi tomonida esa musbat potentsialli metallar joylashadi. U **metallarning kuchlanish qatoridan iborat bo'lib, ular aktivlik qatori** deb ham ataladi. Normal potentsiallari aniqlab, metallarning aktivligini bilib olsa bo'ladi. Aktiv metallar potentsiallari manfiy bo'lishi bilan tavsiflanadi. 8.2-jadvalda metallarning normal sharoitdagi (25°C) stan-

dart elektrod potentsiallari keltirilgan. Normal potentsiallar orqali normal elektrodlardan tashkil topgan turli galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini hisoblab topish mumkin.

Galvanik elementning **elektr yurituvchi kuchi** (EYuK) elektronlarni tashqi zanjir bo'yicha harakatlantiruvchi kuchi (elektr bosimi) demakdir. EYuK elektr kuchlanish birligi volt (V) da o'lchanadi va galvanik **element kuchlanishi** yoki **potentsiali** deb yuritiladi. 1 Kulonga teng zaryad 1 J energiya olish uchun teng bo'lgan EYuK bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$V = J/K$$

Galvanik element standart sharoitda ishlaganda E° bilan ifodalanadigan standart EYuK vujudga keltiriladi:



H^+ ning konsentratsiyasi 1 g-ion/l bo'lgan kislotaga platina elektrodi tushirilib, tashqaridan vodorod gazi berilib turgan paytda vujudga kelgan potentsial standart sharoitdagi potentsial deb yuritiladi va $E_0 = 0$ deb qabul qilinadi.

8.2-jadval

Metallarning standart potentsiallari (E°)
(suvli eritmada, V hisobida)

Elektrodlar	E°	Elektronhr	E°	Elektrodlar	E°
Ag^+	+0,799	Fe^{+2}	-0,440	Pb^{+2}	-0,126
Al^{+3}	-1,66	Fe^{+3}	+0,771	Sn^{+2}	-0,136
Ba^{+2}	-2,90	2H^+	+0,000	Sn^{+4}	+0,154
Ca^{+2}	-2,87	Hg^+	+0,789	In^{+2}	-0,763
Cd^{+2}	-0,403	2Hg^{+2}	+0,920	Au^+	-1,7
Ge^{+2}	+1,61	Hg^{+2}	+0,854		
Co^{+4}	-0,277	K^+	-2,925		
Co^{+3}	+1,842	Li^+	-3,05		
Cr^{+3}	-0,74	Mg^{+2}	-2,37		
Cu^+	+0,337	Mn^{+2}	-1,18		
Cu^{+2}	+0,521	Na^+	-2,71		
		Ni^{+2}	-0,28		

Bunday rux-mis galvanik elementining E- elektr yurituvchi kuchini topish uchun musbat potentsialdan manfiy potentsialni ayirish kerak bo'ladi: $0,34 - (-0,763 \text{ V}) = 1,103 \text{ V}$. Elektr yurituvchi kuch ikkala elektrod potentsialning algebraik yig'indisidan kelib chiqadi.

Kimyoviy jarayonlar ham o'z potentsiallari bilan tavsiflanadi. Mexanik gravitatsion potentsial kabi o'zi boradigan jarayonlarda u kamayadi. Birikishning harakatlantiruvchi kuchi tamomlanishi natijasida potentsial minimumga yetadi. $P, T = \text{const}$ bo'lganda kimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi bo'lgan potentsialni

izobar-izotermik potensial yoki qisqacha qilib *izobarpotensial* deyish qabul qilingan. U Gibbs energiyasi (G) deb ham yuritiladi. Mana shu potensialning kamayishi jarayonga, uning «kimyoviy trayektoriyasi»ga bogʻliq boʻlmaydi va reaksiya yordamida mazkur holatdan muvozonat holatga oʻtish vaqtida sarflanishi sistema tomonidan bajarilgan maksimaliga teng boʻladi:

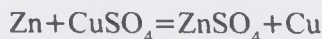
$$-\Delta G = A_{\text{maks}}$$

Jarayonni prinsipial amalga oshish sharti, yaʼni reaksiyaning oʻz-oʻzidan roʻy berishi (ish sarflanmagan holda) mumkinligi quyidagi tengsizlik bilan ifodalanadi:

$$\Delta G_{\text{RT}} < 0$$

$\Delta G > 0$ boʻlgan jarayonni prinsipial oʻtkazib boʻlmasligi tushuniladi.

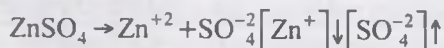
Gibbs energiyasining oʻzgarishini tajribalar yordamida aniqlash mumkin. Galvanik elementlardan foydalanib, elektr yurituvchi kuchini oʻlchash oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida G ni aniqlashning keng qoʻllaniladigan usullaridan biri hisoblanadi. G ni aniqlash uchun mis (II) sulfat eritmasidan ruxning misni siqib chiqarish reaksiyasini koʻrib chiqamiz:



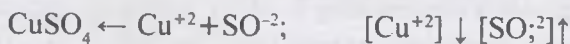
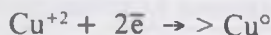
Bu reaksiya termostatda, yaʼni doimiy bosim va temperatura ($R = 1 \text{ atm}$, 3 kPa , $t = 28^\circ \text{C}$) berilganda Gess qonuniga binoan quyidagicha issiqlik effektiga ega boʻladi:

$$\Delta H = \Delta H(\text{pH})_{\text{ZnSO}_4} - \Delta H_{\text{CuSO}_4} = -(1065) - (844) = -221 \text{ kJ}$$

Shu reaksiya galvanik elementda oʻtkazilganda rux plastinkasini rux sulfat eritmasiga, mis plastinkasini esa mis sulfat eritmasiga tushirib qoʻyiladi. Har ikkala yarimelement tok oʻtkazuvchi eritma bilan toʻldirilgan U- simon nay bilan tutashtirilsa, galvanik element (Daniel-Yakobi elementi) vujudga keladi. Birinchi yarim elementda oksidlanish reaksiyasi amalga oshadi:

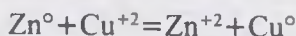


Natijada muvozanat buziladi. Ikkinchi yarim elementda qaytarilish reaksiyasi ketadi:



bunda muvozanat buziladi.

Tok hosil boʻlish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:



Bunda rux oʻzining 2 ta elektronini misga berib, musbat zaryadlanayotganligini, mis esa ularni qabul qilib neytrallanayotganini va sulfat ionlari tashqi zanjir orqali

harakatlanayotgan elektronlar yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda ketayotganini bilib olish mumkin.

Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi kompensatsiyalanganda maksimal ish bajariladi. Bu holatda tokning bajargan ishi uchun quyidagi tenglamani yozsak bo'ladi:

$$-\Delta G = nFE \quad (8.3)$$

Shunday qilib, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida Gibbs energiyasining o'zgarishi galvanik elementlar elektr yurituvchi kuchi manbai bo'lib xizmat qiladi. Eni o'lchab, (8.3) tenglamadan galvanik elementda borayotgan reaksiya uchun ΔG ni hisoblab chiqarish mumkin.

Galvanik element yordamida reaksiyaning «erkin» energiyasini nazariy jihatdan to'la ravishda elektr energiyaga aylantirish mumkin.

Hozirgi vaqtda elektr tokining kimyoviy manbalaridan bo'lgan yoqilg'i elementlarini yaratish borasida ilmiy ishlar olib borilmoqda. Tez oksidlanuvchi vodorod, gidrazin va boshqa moddalar yoqilg'i sifatida amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Galvanik elementlar xizmatidan hammamizga ma'lum bo'lgan avtomobillarda, samolyot, paroxod, teplovoz va boshqa transport vositalarida foydalaniladi. Ular sanoat korxonalarida, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida ham keng qo'llanilishi ma'lum. Elektr tokining kimyoviy manbalaridan bundan buyon ham kengroq foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Oksidlanish-qaytarilish jarayonlari potensialining konsentratsiyaga bog'liqligi. Nostandard sharoitda ishlovchi galvanik element elektr yurituvchi kuchini temperatura va mahsulotlar konsentratsiyasi orqali hisoblab chiqarish mumkin. Bunday hisoblarni G bilan G° ni bog'lovchi quyidagi tenglama orqali amalga oshirish mumkin:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + 2,303 RT \lg C \quad (8.4)$$

(VIII.4) tenglamaga binoan, $G = -nFE$ sababli quyidagini yoza olamiz:

$$-nFE = -nEF^\circ + 2,303 RT \lg C \quad (8.5)$$

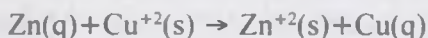
Bu tenglamani E bo'yicha yechamiz:

$$E - E^\circ = \frac{2,303RT}{nF} \lg C \quad (8.6)$$

Bu nisbat *Nernst tenglamasi* nomi bilan ma'lum. 298 Kda $2,303 RT/F$ kattaligi 0,059 V ga teng bo'lganligi sababli Nernst tenglamasini oddiyroq ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \lg C \quad (8.7)$$

Ushbu tenglamani:



8.2-rasm. Nernst Valter.

$E^{\circ}=1,10$ V reaksiyaga qo'llab ko'ramiz. Bu yerda $n=2$ ga teng bo'lib, Nernst tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$E=1,10V \frac{0,0591V}{2} \lg \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]} \quad (8.8)$$

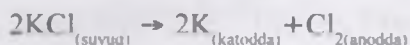
(VIII.8) tenglamadan rux bilan mis orasida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi bori-shiga asoslangan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi $[Cu^{+2}]$ ko'payishi va $[Zn^{+2}]$ kamayishi bilan ortadi. Masalan, $[Cu^{+2}]=5.0$ va 0.5 M bo'lganda

$$E=1,10V \frac{0,0591V}{2} \cdot (-2,00)=1,16V \quad \text{ga ega bo'lamiz.}$$

Umumiy holatda, agar reagentlar konsentratsiyasi mahsulotlar konsentratsiyasiga nisbatan ortsa, bu galvanik elementda ketadigan reaksiyaning o'z-o'zidan borish da-rajasi va uning elektr yurituvchi kuchini oshirishga olib keladi. Agar mahsulotlar konsentratsiyasi nisbatan ortsa, elektr yurituvchi kuch kamayadi. Elektrokimyoviy element ishlayotganda reagentlar kamayadi va mahsulotlar hosil bo'ladi. Bu bilan bog'liq bo'lgan reagentlar konsentratsiyasining kamayishi va mahsulotlar konsen-tratsiyasining ortishi element elektr yurituvchi kuchining asta-sekin kamayishiga olib keladi.

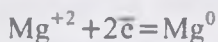
8.5. ELEKTROLIZ JARAYONLARI

O'z-o'zidan boruvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari galvanik elementlar, ya'ni elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektrokimyoviy uskunalar yaratishda qo'llaniladi. Ikkinchi tomondan, elektr toki yordamida o'z-o'zidan bormaydigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ham amalga oshirsa bo'ladi, bunga misol qilib suyuqlantirilgan kaliy xloridni u tarkib topgan elementlarga ajralishini ko'rsatish mumkin:

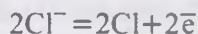


Tashqi elektr manbai yordamida amalga oshiriluvchi bunday reaksiyalarga elektroliz jarayoni deyiladi. Jarayon elektrolitik yacheyka (elektrolizyor) larda olib boriladi.

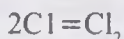
Elektroliz jarayoni ko'pincha suyuqlantirilgan yoki elektrolit eritmalar orqali elektr toki o'tkazilib amalga oshiriladi. Misol tariqasida suyuqlantirilgan magniy xloridning elektrolizini ko'rib chiqamiz. Magniy xloridning suyuqlanmasidan tok o'tayotganda magniy kationlari elektr maydoni ta'sirida manfiy elektrod – katod tomon siljiydi. Bunda tashqi zanjir orqali kelayotgan elektronlar bilan birikib, ular qaytariladi:



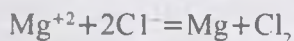
Xlor anionlari musbat elektrod anodga siljiydi va ortiqcha elektronlarni yo'qotib oksidlanadi. Bunda, dastlabki elektrokimyoviy bosqichda xlor ionlari oksidlanadi:



bundan xlor atomlari birikib, molekulaga aylanadi:



Elektrodlarda boradigan jarayonlar tenglamalarini qoʻshib, MgCl_2 suyuqlanmasining elektrolizi uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining umumiy tenglamasini hosil qilamiz:



Ushbu reaksiya oʻz-oʻzidan bormaydi, uni oʻtkazish uchun zarur boʻlgan elektr energiyasi tashqi manbadan olinadi.

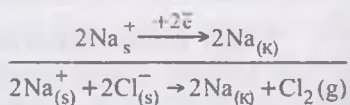
Elektrolizda *katod manfiy*, anod esa *musbat zaryadlanadi*, elektrodlar zaryadi belgilari galvanik element ishidagiga teskari boʻladi.

Elektrolizda kimyoviy reaksiya tashqaridan ulanadigan elektr toki energiyasi hisobiga boradi, galvanik elementda esa unda oʻz-oʻzidan boradigan kimyoviy reaksiya energiyasi elektr energiyaga aylanadi. Elektr energiyasi akkumulator batareyasi yoki boshqa tok manbayidan olinadi. Elektr toki manbayidan qatʼi nazar, u elektronlarni bir elektroddan haydab, ikkinchi elektroddan chiqarib yuboruvchi «elektron nasos» rolini oʻynaydi. Elektronlar elektroddan chiqib ketganda unda musbat zaryad hosil boʻladi, elektronlar elektrodga kelganda unda manfiy zaryad vujudga keladi. NaCl suyuqlanmasi elektrolizida Na^+ ionlari konsentratsiyasi shu elektrod atrofida kamaygani sari unga yana qoʻshimcha ionlar kela boshlaydi. Musbat elektrodga Cl^- ionlari koʻchishi ham xuddi shu tarzda roʻy beradi, bu yerda ular elektronlarni berib oksidlanadi. Galvanik elementdagi kabi qaytarilish borayotgan elektrod **katod**, oksidlanish ketayotgan elektrod **anod** nomini oladi. Shunday qilib, elektrolitik yacheykada quyidagi reaksiyalar sodir boʻladi:

Anodda:



Katodda:



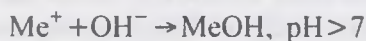
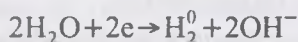
NaCl ning suvli eritmasini elektroliz qilib natriy olib boʻlmaydi. Bunga sabab, suvning Na^+ _(suvli) ioniga qaraganda oson qaytarilishidir. Shu sababli NaCl ning suvli eritmasi elektrolizida katodda molekular holdagi vodorod ajraladi. Anodda esa Cl yoki H_2O oksidlanishi mumkin. Bularning standart oksidlanish potentsiallari oʻzaro yaqin boʻlganligi sababli suv xlor ioniga nisbatan osonroq oksidlanishi kerak.

Ammo baʼzi paytlarda reaksiyani amalga oshirish uchun elektrod potentsiallari koʻrsatgandan yuqoriroq kuchlanish zarur boʻladi. Elektrolizni oʻtkazish uchun zarur

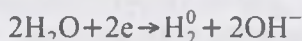
bo'lgan qo'shimcha kuchlanish **effektiv kuchlanish** deyiladi. Effektiv kuchlanishli elektrodlardagi reaksiyalarning tezligi ancha yuqori bo'ladi. Darhaqiqat, ko'rib o'tilgan misolda effektiv kuchlanish shunchalik yuqoriki, Cl^- ionlari suvga qaraganda yengil oksidlanib Cl_2 ajraladi. Shu sababdan NaCl ning suvli eritmasi elektrolizida katodda H_2 , anodda Cl_2 hosil bo'ladi. Bu jarayon ishlab chiqarishda sanoat miqyosida amalga oshirilgan.

Elektroliz jarayonlarini o'rganib, quyidagi xulosaga kelish mumkin. Kimyoviy moddalarning suvli eritmalarini elektroliz qilinganda katodda va anodda bo'ladigan qaytarilish va oksidlanish reaksiyalari natijasida qanday moddalar ajralib chiqishini tushuntirishda quyidagi qoidalar nazarda tutish kerak:

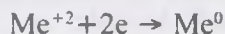
1. Agar katodda metallarning kuchlanishlar qatorida aluminiygacha joylashgan metallar kationlari to'plansa, u holda, birinchi navbatda, suv molekullari qaytariladi. Natijada vodorod ajralib chiqadi, eritmaning muhiti ishqoriy namoyon bo'ladi:



2. Agar katodda metallarning kuchlanishlar qatorida aluminiydan vodorodgacha joylashgan metallar kationlari to'plansa, u holda ham metall, ham suv molekullari qaytariladi, natijada metall va vodorod ajraladi.

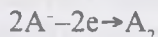


3. Agar katodda metallarning kuchlanishlar qatorida vodoroddan keyin joylashgan metallar kationlari to'plansa, u holda metallar ionlari qaytarilib, metallar ajraladi.

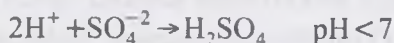
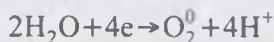


8.3-rasm. Faradey Maykl.

4. Agar anodda kislorodsiz anionlar to'plansa, u holda anion oksidlanadi.



Agar anodda kislorodli anionlar to'plansa, u holda, birinchi navbatda, suv molekullari oksidlanadi, natijada kislorod ajralib chiqadi, eritmaning muhiti esa kislotali namoyon bo'ladi.



Elektroliz natijasida ajralgan moddalarning miqdorini dastlab Faradey o'rgandi. U o'zining ilmiy kuzatuvlari asosida quyidagi ikki qonunni e'lon qildi:

1. Elektroliz jarayonida hosil bo'layotgan modda massasi eritmadan o'tgan elektr toki miqdoriga to'g'ri proporsionaldir. Metall bilan eritma chegarasida elektrokimyoviy jarayon amalga oshadi. Elektrolit ionlar metall elektronlari bilan birikadi, ya'ni moddaning elektrolitik holda ajralib chiqishi shu jarayonning natijasidir. Elektrodda hosil bo'luvchi modda miqdori zanjirdan o'tgan elektronlar soniga, ya'ni elektr toki miqdoriga proporsional bo'ladi. Elektrolitik yacheykadan 1 mol elektronlar zaryadi o'tganda 2 mol natriy metali cho'kadi, 2 mol elektronlar zaryadi o'tganda 2 mol natriy yig'iladi.

Elektrolitik yacheykadan o'tayotgan zaryad miqdori Kulonlarda o'lchanadi.

96500 Kulon (Kl) 1 Faradeyni tashkil qiladi:

$1F = 96\,500\text{ Kl} = 1\text{ mol elektronlar zaryadi.}$

Tok kuchi 1 amperga teng bo'lganda o'tkazgichning kesimi yuzasidan 1 sekundda o'tadigan elektr zaryadi 1 Kulon hisoblanadi.

2. Turli xil kimyoviy eritmalardan bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa, ekvivalent miqdorda moddalar hosil bo'ladi. Xlorid kislota, kumush nitrat, mis (II) xlorid va qalay (IV) xlorid eritmaları orqali elektr toki o'tkazilib ma'lum vaqtdan so'ng elektroliz mahsulotlari miqdori o'lchangan. Xlorid kislota orqali ma'lum vaqt ichida elektr toki o'tsa, lg (0,5 mol) vodorod hosil bo'lganda boshqa eritmalardan katodda, o'z navbatida, 107,9 g kumush, 31,8 g mis va 29,7 g qalay ajralgan. Hosil bo'lgan metallar miqdorini ularning atom massalari bilan solishtirilganda kumush 1 mol, mis 0,5 mol va qalay hammasi bo'lib 0,25 mol ajralgani ma'lum bo'ladi, ya'ni katodda ajralgan moddalar miqdori ularning mol-ekvivalentiga tengdir.

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va galvanotexnikada keng qo'llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Galvanoplastika orqali buyumlarning aniq metall nusxalari olinadi. Po'latti elektrolitik silliqlash aluminiy va magniyni ohorlash ishlari ham elektroliz yordamida bajariladi. Nikellash, xromlash ham shunday jarayonga kiradi. Bular metallarning korroziyaga chidamliligini bir necha baravar oshiradi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni. Oksidlanish-qaytarish reaksiyalari ikkita yarim-reaksiyadan tashkil topib, ularning birida oksidlanish (elektronning ajralishi), ikkinchisida qaytarilish (elektronni biriktirish) amalga oshadi. Oksidlanayotgan modda qaytaruvchi, qaytarilayotgan modda esa oksidlovchi bo'lib xizmat qiladi. O'z-o'zidan boruvchi reaksiyalardan galvanik elementlarda foydalanib elektr toki hosil qilinadi. Galvanik elementni elektronlarni tashqi zanjir orqali anoddan katodga tomon «harakatlantiruvchi kuch» manbayi sifatida qarash mumkin. Bu harakatlanuvchi kuchni **elektr yurituvchi kuch (EYuK)** deb yuritiladi. Ionlar konsentratsiyasi birga teng bo'lgandagi potentsiallar farqini standart elektrod potentsiali deyiladi. U E° bilan ifodalanadi.

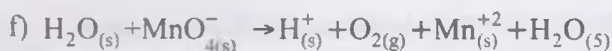
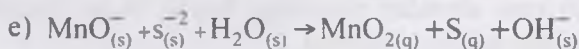
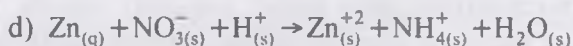
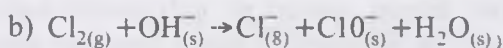
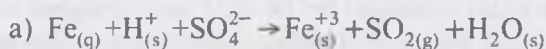
Oksidlanish-qaytarilish jarayonini bilish elektr batareyalar yaratish va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalanib metallarni qaytarish, qoplash hamda rafinatsiyalashda foydalanishga imkon beradi.

Bobni o'rganishdan maqsad

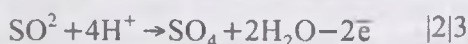
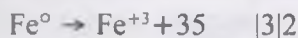
1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaysi moddalar oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekanligini ajrata olish.
2. Yarimreaksiyalar usulidan foydalanib oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish va tenglashtirish.
3. Galvanik element EYuK ni hisoblay olish.
4. O'z-o'zicha boruvchi reaksiyalar uchun elektrod potentsiallarini aytib berish.
5. Nernst tenglamasidan foydalanib E va E° ning berilgan kattaliklariga asosan ionlar konsentratsiyasini aniqlab olish.
6. Qo'rg'oshin akkumulatorini tushuntirish va ishlash prinsipini tushuntira bilish talab qilinadi.
7. Korroziya jarayonining mohiyatini tushunib, metallarning katod himoyasini tushuntira olish.

Mashq va masalalar

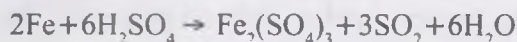
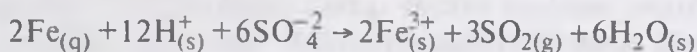
1. Quyida keltirilgan tenglamalarni ion-elektron balans usuli bilan tenglab, reaksiyalarning to'liq molekular tenglamalarini yozib, har bir holat uchun oksidlanayotgan va qaytarilayotgan moddalarni ko'rsating:



Namuna: 1. a) Yarimreaksiyalar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



balanslangan tenglama ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

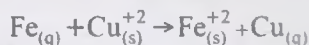


Bu reaksiyada Fe oksidlanadi, SO_4^{2-} qaytariladi.

2. Gidrazin N_2H_4 va diazot tetroksidi N_2O_4 qo'shilganda o'zi alanganuvchi aralashma hosil qiladi, u yoqilg'i sifatida qo'llaniladi. Reaksiya mahsulotlari sifatida

H₂, N₂ va H₂O ajraladi. Reaksiyaning to'liq kimyoviy tenglamasini tuzing; ushbu reaksiyada qaysi modda qaytaruvchi va qaysi modda oksidlovchi ekanligini aniqlang.

3. Quyidagi reaksiya asosida galvanik elementni chizing:



Rasmda anod va katodni ko'rsating, galvanik elementning musbat va manfiy qutblarini belgilang. Ionlar hamda elektronlar harakati yo'nalishini belgilab, standart sharoitda shu galvanik element hosil qiluvchi EYuK ni hisoblab toping.

Javob: elementning standart potentsiali $0,44 + 0,34 = 0,78\text{V}$ ga teng.

4. Quyida keltirilgan zarrachalardan qaysi biri qaytaruvchi bo'ladi:

a) Na⁺; b) Cl⁻; d) SO₄²⁻; e) Cl₂

Javobingizni qisqa va aniq tushuntiring.

5. Suyuqlanma holdagi AlCl₃ bilan xuddi shu tuzning suvdagi eritmasi inert elektrodlarda elektroliz qilinganda turli mahsulotlar hosil bo'lishini tushuntiring. Har ikki holda hosil bo'luvchi mahsulotlarni yozing.

6. NaCl ning suvli eritmasidan 1 soat davomida kuchi 2,00 A tok o'tkazilgandagi elektroliz paytida necha litr gaz holdagi (normal sharoitda) xlor Cl₂ ajraladi?

7. Antifrizlarga qo'shilgan oz miqdordagi aminobirikmalar metall korroziyasi ingibitorlari rolini bajaradi. Metallarni zanglashdan saqlovchi bunday birikmalar (Brensted asoslari sifatida) xususiyatini tushuntiring.

Test savollari

1. Kaliy permanganatni kuchli ishqoriy muhitda qaytarish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A) Mn(OH)₂; B) MnO₄²⁻; C) MnO₂; D) Mn⁴⁺.

2. Qaysi modda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi?

A) H₂SO₃; B) H₂S; C) H₂SO₄; D) H₂CO₃.

3. Quyidagi reaksiya tenglamasi koeffitsientlarini tanlab, suv molekulasi oldidagi koeffitsientni ko'rsating.



A) 2; B) 5; C) 10; D) 18.F.21.

4. Kislotali muhitda qaysi modda va ionlar bir vaqtning o'zida mavjud bo'la oladi?

A) H₂S va Cl₂; B) Fe⁺² va Cl⁻; D) SO₄²⁻ va Fe⁺²;
E) SO₃²⁻ va S²⁻; F) K₂O va Na₂O.

5. Idishdagi Cu(NO₃)₂, AgNO₃, Pb(NO₃)₂, Bi(NO₃)₃ tuzlari aralashmasini elektroliz qilganda ajralib chiqadigan metallar tartibini aniqlang.

A) Cu, Ag, Bi, Pb; B) Pb, Cu, Bi, Ag; D) Ag, Cu, Bi, Pb;
E) Pb, Bi, Cu, Ag; F) Bi, Pb, Ag, Cu.

IX BOB

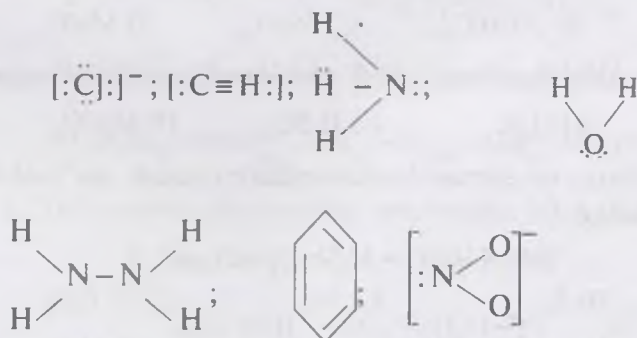
KOORDINATSION BIRIKMALAR

9.1. KOMPLEKS BIRIKMALARNING TUZILISHI

Metallarning reaksiyada elektron yo'qotishi ular uchun alohida xususiyat ekanligi oldingi boblarda aytib o'tildi. Hosil bo'luvchi musbat zaryadlangan ionlar – kationlar erkin holda bo'lmay, ularni qurshab turuvchi anionlar bilan birgalikda mavjud bo'ladi. Bu esa zaryadlarning muvozanat holatda bo'lishiga olib keladi. Metallarning kationlari – Lyuis kislotalari (G.N. Lyuis kislota sifatida elektron juftiga ega bo'lgan akseptorni, asos sifatida esa shu elektronlar jufti donorini tushuntirgan) xossalariga ham egadir. Ularning bo'linmagan elektron juftlariga neytral molekula yoki anionlar bilan bog'lanishi mumkinligini bildiradi.

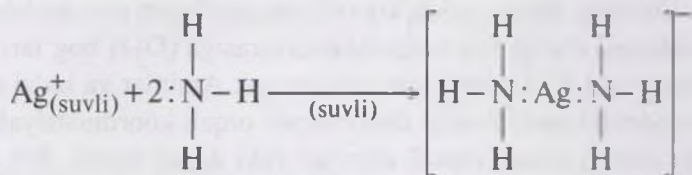
Ikki yoki undan ortiq oddiy moddalar molekulari (ionlari) mujassamlashuvidan hosil bo'lgan moddalar *koordinatsion birikmalar* deyiladi.

Kompleks birikmalarda metall atomlarini o'rab turuvchi molekula yoki ionlar *ligandlar* (lotincha – *Ligare* – bog'lovchilar) deb ataladi. Ular eng kamida bitta taqdimlanmagan valent elektronlar juftiga ega bo'ladi:



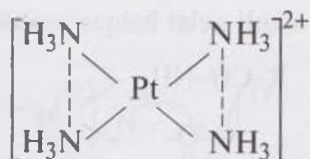
Ba'zi hollarda metall bilan uning ligandlari orasida hosil bo'luvchi bog'larni musbat ion bilan manfiy ion yoki qutblangan molekularlarning manfiy tomonlari orasida hosil bo'luvchi elektrostatik tortishuv bilan ham tushuntiriladi. Shunga ko'ra, metallarning kompleks birikmalar hosil qilish xususiyati metall ionining musbat zaryadi ortishi va uning ion radiusi kamayishi bilan ortadi. Ishqoriy metallarning ionlari Na^+ va K^+ katta qiyinchilik bilan komplekslar hosil qilgani holda oraliq metallarning ko'p zaryadli musbat ionlari kompleks hosil qilishga moyilligi bilan ajralib turadi. Cr^{+3}

ionining Al^{+3} ioniga qaraganda mustahkamroq kompleks hosil qiladi. Metall ioni bilan ligand orasida hosil bo'luvchi bog' avval ligandga tegishli elektron juftining ular o'rtasida mujassamlashuvi hisobiga amalga oshishi quyidagi misoldan ham ko'rinadi:



Kompleks ion hosil bo'lganda, ligandlar metall atrofida yig'ilayapti, degan ma'no tushuniladi. Metallning markaziy ioni va u bilan bog'langan ligandlar koordinatsion sferani tashkil etadi. Shuning uchun koordinatsion birikmalarni ifodalashda ichki koordinatsion sferani birikmaning boshqa qismlaridan ajratish maqsadida kvadrat qavslardan foydalaniladi. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ formulasiga ega moddada $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ va SO_4^{2-} ionlarini o'z ichiga olgan koordinatsion birikma ifodalangan. Bu birikmada to'rt molekula ammiak ikki valentli mis bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan.

Kompleksdagi markaziy metall atomi bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan ligand atomi **donor atomi** deyiladi. Kompleksda donor azot atomi hisoblanadi.



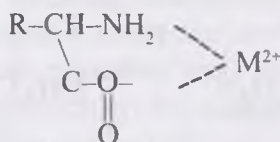
Metall ioni bilan bog'langan donor atomi soni metallning **koordinatsion soni** deb yuritiladi. Yuqoridagi kompleksni platinaning koordinatsion soni 4 ga, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{+3}$ da esa kobaltning koordinatsion soni 6 ga teng. Ba'zi metallarning ionlari doimiy koordinatsion songa ega bo'ladi. Uch valentli xrom bilan kobaltning koordinatsion soni 6 ga, ikki valentli platinani 4 ga tengligi aniqlangan. Koordinatsion son ko'pincha 4 va 6 ga teng bo'ladi. Bu son metall ionining katta-kichikligi va uni o'rab turgan ligandlarga ham bog'liq. Ligandlar katta bo'lganda, ular metall ioni atrofida kamroq to'planadi. Markaziy atomiga birikkan manfiy zaryad metall tashuvchi ligandlar ham koordinatsion sonning kamayishiga sabab bo'ladi. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ kompleksida nikel (II) ioni atrofida ammiakning 6 ta neytral molekulasi to'plansa, $[\text{NiCl}]^{2-}$ kompleksiga to'rtta manfiy zaryadlangan xlorid ion yig'iladi. To'rt koordinatsion sonli komplekslar **tetraedrik** yoki **tekis kvadrat**, olti koordinatsion sonlilar esa **oktaedrik** geometrik tuzilishga ega bo'ladi.

9.2. XELATLAR VA ULARNING BIOLOGIK SISTEMALARDAGI ROLI

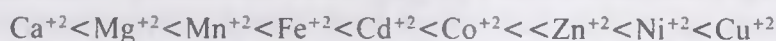
Biometallarning koordinatsion birikmalari organizmda muhim funksiyalarni bajaradi. Oddiy sharoitda molekula yoki ionlar biometall ioni hamda bitta donor atomi bilan koordinatsiyalanadi. Bunday **zarrachalar monodentat («bir tishli») ligandlar**

deyiladi. Bularga OH^- , F^- , Cl^- kabi va boshqa oddiy ionlar kiradi. Ba'zi ko'p atomli anion NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} va boshqalar ham monodentat usulida koordinatsiyalanish mumkinligi aniqlangan. Organizmning 90% dan ortiq massasi monodentat ligand hisoblangan va kislorod atomi orqali koordinatsiyalashgan suv molekulasiga to'g'ri keladi. Suv molekulasi o'ziga xos burchak strukturasiga ($\text{O}-\text{H}$ bog'lari orasidagi burchak 105° ga teng) va 1,87 D dipol momentiga ega. Aminlar va ba'zi azotli birikmalar ham shu monodentat usulida bitta donor atomi orqali koordinatsiyalanadi. Bunday usulning amalga oshuvi uchun metall atomlari ikki donor atomi, ikki uglerod atomlaridan besh yoki olti a'zoli halqa hosil bo'lishi zarur. **Bidentant** filar orqali kompleks hosil bo'lishida halqalarning vujudga kelishi «**xelat effekti**» deb yuritiladi. *Xelat* koordinatsion birikmalar shunga o'xshash monodentat ligandlar bilan hosil qilingan birikmalarga nisbatan birmuncha barqarorligi bilan ajralib turadi (5 a'zoli olti a'zoli qaranganda barqaror). Ba'zi paytlarda beqaror bo'lgan to'rt va yetti a'zoli halqalar hosil bo'lishi aniqlangan.

Tirik organizmdagi ligand (bioligand)lar yaxshi xelat hosil qiluvchi hisoblanadi. Bularga – aminokislotalarning anionlari ($\text{H}_2\text{NCNRCOO}^-$), piridin qatorining ba'zi azotli asoslari, nukleotidlar va boshqalar kiradi. Tirik organizmda hosil bo'ladigan koordinatsion birikmalardan metallarning aminokislotali komplekslarini ko'rsatib o'tish zarur. Bularga biri besh a'zoli xelat halqasi misol bo'ldi:

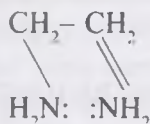


Aminokislota komplekslarining barqarorligi quyidagi tartibda (qatordagidek) ortadi:



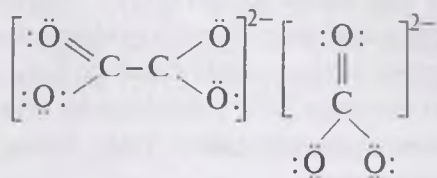
Bu yerda kislorod bilan amin azoti donor atomlari vazifasini bajarganda qator o'z kuchini to'la saqlaydi.

Ikki va undan ortiq donor atomiga ega ligandlar metall ionlari atrofida koordinatsiyalana oladi. Bular *polidentat ligandlar* deb ataladi. Ikki va undan ortiq donor atomlari orasidagi metallni o'ziga tortish xususiyatiga ega ekanligi tufayli ularni xelatlovchi (grekcha – qisqichbaqa panjasi so'zidan olingan) **agentlar** yoki **xelatlar** deyiladi. Bularning eng oddiy vakili diamindir.

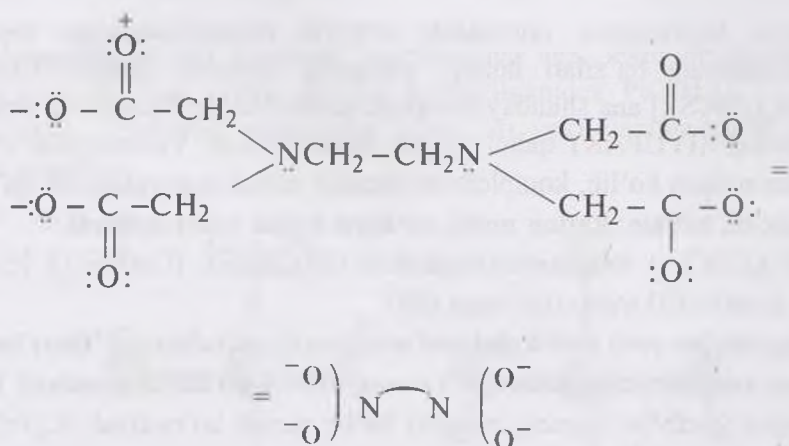


Ushbu liganddagi ikkita azot atomida (donor atomlarida elektron juftlari bir-biridan biroz uzoqda joylashgan bo'lib, ligand molekulasining qismlari metall ioni atrofida aylana oladi, natijada har ikkala azot atomi metall bilan koordinatsion bog'

hosil qila oladi. Etilendiamin bidentat ligand bo'lib, oksalation $C_2O_4^{2-}$ va karbonat-ion CO_3^{2-} ham shu qatarga kiradi:

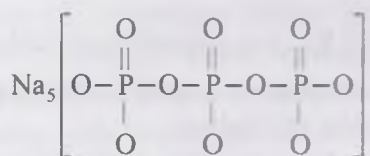


Etilendiamin tetrasirka kislota anioni bo'lgan quyidagi polidentat ligand ham keng tarqalgan:



Ushbu ion oltita donor atomiga ega bo'lib, bularning hammasi bir vaqtning o'zida metall ioni bilan koordinatsion bog' hosil qila oladi, bunda ligand metall ioni atrofida buralib qoladi. Xelatlovchi agentlar ligandlarga qarama-qarshi o'laroq barqarorroq komplekslar hosil qiladi.

Kompleks hosil qiluvchilar analizlarda, reaksiyani o'tkazish uchun xalaqit beruvchi metall ionlarini tutib qolishda, tabiiy suvlarni qayta ishlashda, tozalashda va boshqa maqsadlarda qo'llaniladi. Suvdagi kationlar kompleksga o'tib, sovun va sun'iy yuvuvchi vositalarning xossalari qayta yetkazmaydi. Tarkibida Mg^{+2} va Ca^{+2} ionlari bo'lgan qattiq suvlarni yumshatishda ishlatiladigan natriy tripolifosfat muhim va arzon sun'iy yuvuvchi vosita hisoblanadi.



Uglerod, vodorod, kislorod va azot biologik hujayralarning asosiy massasini tashkil etadi. Bular bilan bir qatorda hayot jarayonlarining to'liq o'tishi uchun mis, temir, marganes, rux, kobalt va molibden kabi elementlar zararliligi ma'lum. Ularda

turli elektron-donor gruppalar bilan kompleks hosil qilish xususiyati kuchli namoyon bo'ladi. Organizmda kechadigan turli reaksiyalarni o'tkazishga yordam beradigan katalizatorlar – fermentlar ham metall ionlari tufayli mavjud bo'la olishi aniqlangan. Qizig'i shundaki, organizm uchun zarur kimyoviy elementlardan birortasi yetishmay qolganda uning ish funksiyasi buziladi, kishi betob bo'ladi, o'zini yomon sezadi. Bu holatning uzayishi insonni hayotdan ko'z yumishigacha olib kelgan paytlari qayd qilingan. Organizm uchun natriy, magniy, kalsiy, kaliy, fosfor, oltingugurt va xlor ham zarurligi ilmiy asosda tasdiqlangan.

9.3. KOMPLEKS BIRIKMALAR NOMENKLATURASI VA IZOMERIYASI

Kompleks birikmalarni nomlashda empirik nomenklaturadan foydalaniladi. Bunday nomlarning ba'zilar hozirgi kungacha saqlanib qolgan. Reyneke tuzi $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ ana shunday komplekslardan biridir. Nazariy va amaliy kimyo Xalqaro ittifoqi (IYUPAK) qabul qilgan nomenklatura Vatanimizda 1963-yildan boshlab joriy etilgan bo'lib, kompleks birikmalar uchun u quyidagicha qo'llaniladi:

1. Tuzlarda, avvalo, kation nomi, so'ngra anion nomi aytiladi.

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ – pentaaminxlorokobalt (III) xlorid. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]$ $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ – geksaamin kobalt (III) triksalat xrom (III).

2. Kompleks ion yoki molekullarni nomlashda metallarga e'tibor beriladi. Ligandlar ularning zaryadlaridan qat'i nazar, alfavit tartibida sanaladi. Kompleksning formulasi yozib bo'lingach, birinchi bo'lib metall ko'rsatiladi $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{N}_2\text{O}_2)_2\text{Cl}_2]$ dixlorodinitritoplatinat (II) kaliy.

3. Anion ligandlarga «O» qo'shimchasini qo'shib, neytral ligandlar molekula kabi o'qiladi. Masalan, N_3^- – azido, Br^- – bromo, CN^- – siano, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ – oksalato va h.k. $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ – tetratsianonikelat (II) kaliy. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ – geksaakvoaluminium (III) xlorid.

4. Ligandlar soni (1 dan ortiq bo'lganda) grek raqamlari bilan belgilanadi (ligandlar soni 2, 3, 4, 5 va 6 bo'lganda di-, tri-, tetra-, penta- va geksa deb yoziladi).

Agar ligand nomining o'zida grek qo'shimchasi bo'lsa, masalan, monodi- va hokazo, unda ligand nomi qavsga olinib, unga boshqa qo'shimcha qo'shib yoziladi (bis-, tris-, tetrakis-, geksakis kabi ifodalanadi), ligandlar tegishli 2, 3, 4, 5 va 6 bo'lganda.

$[\text{Co}(\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]\text{Cl}$ tris (etilendiamin) kobalt (III) xlorid.

5. Kompleks anionlar nomiga -at qo'shimchasi qo'shib o'qiladi. Masalan: $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ – tetratsianonikelat (II) kaliy.

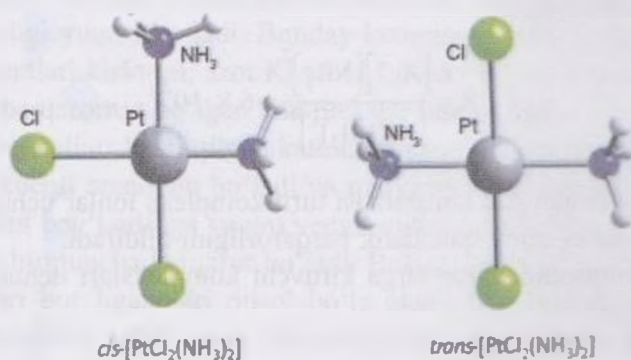
6. Metallning oksidlanish darajasi uning nomi ortiga qavsga olingan rim sonlari bilan belgilanadi. Masalan, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{+2}$ da kobaltning oksidlanish darajasi plus uchga tengligini ko'rsatish uchun rimcha (III) dan foydalaniladi.

Kompleks birikmalarda **struktura** (holat v koordinatsion) **izomeriya** va **stereo** (geometrik, optik) **izomeriyalar** bor. Bularning birinchisida birorta ligand ba'zi hol-larda metall bilan koordinatsion bog' orqali to'g'ridan to'g'ri bog'langan bo'lsa, boshqalarida u kristall to'rning koordinatsion ta'sir doirasidan tashqarida bo'ladi. Buni quyidagi kompleks birikma $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6]$ misolida namoyish qilish mumkin:

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ – binafsha rangli modda

$$\left. \begin{array}{l} [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2 \\ [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2\text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \text{ – ko'k rangli moddalar}$$

Stereoizomerlar bir xil kimyoviy bog'lanishga ega, lekin bir-biridan fazodagi joylashuvi bo'yicha farq qiladi. Quyida ko'rsatilganidek $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ – kompleks birikmada xlor – ligandlar yonma-yon holda (a) yoki qarama-qarshi tomonlarda joylashishi mumkin:



9.1-rasm. Kompleks birikmalarda *cis* va *trans* izomeriya.

Koordinatsion sferada donor atomlarining turlicha joylashuvi **hisobiga** vujudga keladigan izomeriya turi **geometrik** yoki **sis-** va **trans-izomeriya** deyiladi.

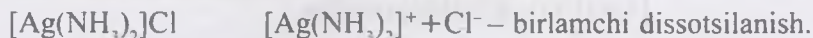
Quyida: $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ kompleks birikmadagi geometrik izomerlarning ko'rinishi tasvirlangan: a) *cis*-izomer; b) *trans*-izomer.

Bir xil gruppalar yonma-yon joylashgan izomer molekulari *cis*-izomer, bir xil gruppalar bir-biridan uzoqda joylashganlari esa *trans*-izomer hisoblanadi.

Ko'zguda bir-birining aksini ifodalovchi izomerlar **optik izomerlar** turiga kiradi. Insonning ikki qo'li bir-biriga juda o'xshagani bilan ular bir-biriga barcha jihatdan mos keladi deb bo'lmaydi. Optik izomerlarning fizik va kimyoviy xossalari o'zaro o'xshash bo'lib, ko'rinishlari faqat ko'zgudagina aks etgandagina yaqinligini aytib o'tamiz.

9.4. KOMPLEKS BIRIKMALARNING BARQARORLIGI VA ULARDAGI BOG'LANISH TABIATI

Kompleks birikmalarning barqarorligi anchagina omillarga bog'liq. Bunday birikmalarda tashqi va ichki doiralarning barqarorligi har xil bo'ladi. Tashqi doiradagi kompleks ion elektrostatik kuchlar orqali bog'lanib, suvli eritmalarda oson ajraladi. Bunday parchalanish **birlamchi dissotsilanish** deyiladi va u kuchli elektrolitlar kabi to'liq o'tadi. Ichki sferada bo'lgan ligandlar markaziy atom bilan ancha kuchli bog'langan bo'lib, kam darajada ajraladi. Kompleks birikmaning ichki sferasidagi parchalanish **ikkilamchi dissotsilanish** deb yuritiladi.



Ikkilamchi dissotsilanish kompleks zarracha, markaziy ion va ligandlar orasida muvozanat vujudga kelgandagina mavjud bola oladi. Misol tariqasida $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ni olaylik. Uning ionlarga dissotsilanishi barcha kuchsiz elektrolitlar kabi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi hamda **muvozanat kompleks konstantasi yoki beqarorlik konstantasi** deyiladi:

$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

Kompleksning beqarorlik konstantasi turli kompleks ionlar uchun har xil qiymatga ega bo'lib, kompleksning qanchalik barqarorligini bildiradi.

9.1-jadvalda kumushning bir turga kiruvchi komplekslari uchun beqarorlik konstantasi ko'rsatilgan.

9.1-jadval

Kumush komplekslari beqarorlik konstantasi

Kompleks ionlar	Beqarorlik konstantasi
$[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]^-$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$6,8 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Ag}(\text{CN})]^-$	$1 \cdot 10^{-21}$

Jadval ma'lumotlaridan kompleksning barqarorligini tratsion $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$ – dan sian $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ – ioniga o'tishi bilan ortib boryapti. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ionida juda barqaror bo'lgani uchun kompleks tuz eritmasiga kaliy yodid qo'shilganda ham kumush yodid cho'kmasi hosil bo'lmaydi. Kumush sulfidning eruvchanlik ko'paytmasi juda kichik bo'lganligi sababli vodorod sulfid qo'shilganda kumush sulfid cho'kmasi paydo bo'lganligi seziladi.

Keyingi vaqtlarda kompleks birikmalar mustahkamligini tavsiflashda beqarorlik konstantasining aksi bo'lgan kattalikni – barqarorlik konstantasi deb atash taklif qilindi. Ular orasida quyidagi nisbat bor:

$$K_{\text{barqar.}} = 1/K_{\text{beqar.}}$$

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ionini uchun barqarorlik konstantasi quyidagicha ifodalanadi:

$$K_{\text{barqar.}} = \frac{1}{K_{\text{beqar.}}} = \frac{[\text{Ag} + (\text{NH}_3)_2]^+}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]_2}$$

Eritmalarda kuchsiz elektrolitlar, masalan, ko'p negizli kislotalardagi kabi komplekslarning bosqichli dissotsilanishi uchraydi.

Barqarorlik konstantasi markaziy atom bilan ligandlarga ko'p jihatdan bog'liqligi amalda isbotlangan. Markaziy ionlari kuchsiz qutblantirish xususiyatiga ega komplekslarda (ishqoriy va ishqoriy-yer metallarda) barqarorlik markaziy ion bilan ligandlar orasidagi elektrostatik birikishning kuchayishi orqali ortishi aniqlangan bo'lib, markaziy ion va ligandlar zaryadi yuqori hamda ularning radiusi kam bo'lganda kompleksning barqarorligi yuqori bo'ladi. Bunday kationlar $[\text{NH}_4]\text{Cl}$, $\text{K}[\text{MgCl}_2]$ tarkibida kichik davr elementlari kislorod, azot $\text{K}[\text{AlH}_4]$, $\text{K}[\text{AlF}_4]$ va F^- ionlari bor ligandlar bilan birmuncha barqarorroq bo'lgan komplekslar hosil qiladi.

Platina oilasi metallari hosil qilgan kationlar, simob, kumush va oltin ionlari (bular qutblanish kuchli namoyon bo'ladi va markaziy atom bilan ligandlar orasidagi bog'lanish kovalent bog'lanishga yaqin) yengil qutblanuvchi ligandlar bilan hosil qilgan komplekslari birmuncha barqaror bo'ladi. Bularga tarkibida fosfor va oltinugurt atomlari, J^- ionlari bor ligandlari misol bo'la oladi. O'z ligandlarini tez almashtiradigan komplekslar labil, qiyin almashtiruvchilari esa inter komplekslar deb yuritiladi. Labil va inertkomplekslar orasidagi farq vujudga keluvchi muvozanatning holati bilan emas, balki aksincha, ligandlar almashingandagi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan muvozanat tezligi bilan belgilanadi.

Kompleks birikmalarning asosiy qismi metalning markaziy ionini bilan ligand anioni yoki qutblangan molekula orasidagi elektrostatik tortishuv hisobiga vujudga keladi deb qaraladi. Tortishuv kuchlari bilan bir qatorda bir xil zaryadlangan ligandlar orasida elektrostatik itarilish kuchlari ham mavjud bo'ladi. Natijada minimal potensial energiyaga ega bo'lgan barqaror atomlar (ionlar) gruppachasi vujudga keladi.

Kompleks birikmalarning hosil bo'lish nazariyasi A.Verner, V. Kossel bilan A. Magnus tomonidan ishlab chiqilgan. Olimlar ionlarni deformatsiya-



9.2-rasm. Verner Alfred.

lanmaydigan shar, zaryadlangan doiralarga o'xshatib, bular o'zaro Kulon qonuni bo'yicha birikadi, degan fikrni o'rtaga tashladilar. Kompleks hosil qiluvchi ion o'ziga teskari zaryadlangan ionni ham, qutbli molekulani ham tortaveradi. Ikkinchi tomondan, markaziy ion atrofida qanchalik ko'p zarrachalar to'plansa, kompleks hosil qiluvchi zarrachalar orasidagi o'zaro itarilish kuchlari ham shunchalik ko'p bo'ladi. Kossel bilan Magnus o'z tajribalariga asoslanib, ligandlar bilan kompleks hosil qiluvchilar orasidagi bog'lanish energiyasini hisoblab chiqdilar. Shunga ko'ra, ligandlar soni ko'payib borishi bilan ular orasidagi o'zaro itarilish kuchlari kuchayadi, bu esa kompleks mustahkamligining kamayishiga olib keladi (9.2-jadval).

9.2-jadval

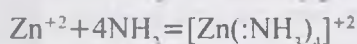
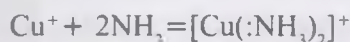
Turli zaryadli ion-kompleks hosil qiluvchilarning koordinatsion sonlari

Tartib soni	Kompleks hosil qiluvchi (ion)lar	Koord.soni
1	Bir zaryadlilar	2; 3
2	Ikki zaryadlilar	4
3	Uch zaryadlilar	4; 6

Shunday qilib, elektrostatik tushunchalar kompleks birikmalarning hosil bo'lishini tushuntirib, ularning mustahkamlik darajasini nazariy jihatdan aniqlashga yordam beradi va ma'lum darajada aniqlangan koordinatsion sonlarni izohlab beradi. Ammo komplekslarni deformatsiyalanmaydigan zaryadlangan doira sifatidagi agregat deb qaralishi, qandaydir modelga o'xshatilishi ularning ko'pgina o'ziga xos xususiyatlarini tushuntirib berishga ojizlik qildi. Chunonchi, bu tushunchalar koordinatsion soni to'rtga teng bo'lgan bir qancha komplekslar CPd^{+2} , Pt^{+2} va boshqalar) yassi tuzilishga egaligini izohlab bera olmadi. Zaryadlangan shar modeli bo'yicha tushuntiriladigan bo'lsa, bu yerda to'rtta ligand tetraedrik joylashuvi energetik jihatdan osonroq bo'lardi.

Hozirgi vaqtda kompleks birikmalardagi kimyoviy bog'larni tushuntirish va hisoblash ishlarida kvant-kimyó usullaridan foydalanilmoqda. Bunda kompleks hosil bo'lishining valent bog'lari usuli va kristall maydon nazariyasidan foydalaniladi.

NH_3 ioni ammiak molekulasida elektron jufti borligi tufayli hosil bo'lishi ma'lum. Uni ammiak molekulasining vodorod ioniga birikishi natijasida hosil bo'ladi deb tushuntiriladi. Ammiak molekulasining metallar bilan birikib ammiakatlar hosil qilishi ham shu tarzda boradi:



Valent bog'lar usuli bo'yicha komplekslarning hosil bo'lishida ligandlarning juft elektronlari qatnashganda donor-akseptor bog'lar vujudga keladi. Elektron juftlar ligand bilan markaziy ion orasida kompleks hosil qiluvchining erkin gibrid orbitalarini egallagan holda umumlashib qoladi.

Yuqorida keltirilgan misolda Cu^{+2} va Zn^{+2} ionlari uchinchi tugallangan qavatga ega bo'lib, to'rtinchi qavatda ularda bo'sh s- va p – orbitallar bor. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ kompleksida ammiakning o'nta elektroni sp- gibrid orbitallarni egallaydi, bunday gibridlanish zarrachaning to'g'ri chiziqli bo'lishini belgilaydi. $[\text{Zn}^{+2}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ kompleksida esa to'rtta elektron juft sp-gibridlangan orbitalni egallaydi va bunda kompleks tetraedrik tuzilishga ega bo'ladi.

Donor-akseptor bog'lanishning hosil bo'lishida komplekslarda s- va p-orbitallar bilan bir qatorda, d-orbitallar ham qatnashishi mumkin. Bunda valent bog'lar nazariyasiga ko'ra gibridlanishda d-orbitallar ishtirok etadi. Shunday qilib, komplekslar hosil bo'lishida sp, sp^2 , sp^3 , sp^2d va sp^3d^2 -gibridlanish hollari uchraydi. Bunda komplekslar tegishlicha chiziqli trigonal, tetraedrik yassi kvadrat va oktaedrik tuzilishga ega bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan kompleks $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ da rux ioniligandlar uchun (sxemada shartli ravishda nuqtalar bilan ko'rsatilgan) elektron juftlarni bitta 4 s va uchta 4 p orbitallar uzatadi, bunda sp^3 -gibridlanish (tetraedrik koordinatsiyalanish) amalga oshadi. Koordinatsion soni ikkiga teng bo'lgan sp-gibridlangan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ kompleksida ligandlar chiziqli koordinatsiyalangan bo'ladi.

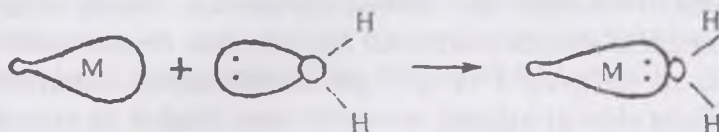
Valent bog'lar usuli kompleks birikmalarning ma'lum koordinatsion sonlari hamda geometrik shakllarini tushuntirib beradi, shuningdek, komplekslarning reaksiyaga kirishish-kirishmasligini oldindan aytib berishga ham imkon beradi. Biroq valent bog'lar usuli komplekslarning optik xossalarini, ulardagi bog'lanishning barqarorligini miqdoriy jihatdan ifodalash va stereo kimyo masalalarini analiz qilishda birmuncha o'jizlik qiladi.

9.5. KRISTALL MAYDON NAZARIYASI

Ushbu nazariya qattiq kristall moddalar xossalarini izohlashga qaratilgan. Bu nazariyaga muvofiq barcha metallarning ionlari kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, bu oraliq elementlarda kuchliroq namoyon bo'ladi. Oraliq metallar komplekslarining magnit xossalari va rangi metallar atomlari orbitallarida d- elektronlarning borligi bilan izohlanadi. Oraliq metallar komplekslaridagi kimyoviy bog'lanish modelini va bu moddalarga xos bo'lgan xossalar **kristall maydon nazariyasi** yordamida tushuntiriladi. Bu nazariya markaziy ionning d- orbitallariga ligandlarning ta'sir etishini ko'rsatadi. Erkin atom yoki ionning bitta elektron qobig'iga tegishli barcha d- elektronlar energiyasi bir xil bo'lib, bu elektronlar bir energetik sathni egallaydi.

Metall ionining o'z atrofiga ligandlar (masalan, suv) to'plash xususiyati Lyuisning kislota-asos birikishi nazariyasi asosida tushuntiriladi. Bunda asosni, boshqacha qilib aytganda ligandni elektron juftlari donori deb qarash mumkin. Bu elektronlarni akseptor vazifasini o'tovchi metall ionining vakant orbitali qabul qiladi. Metall ionini bilan uni o'rab turuvchi ligandlar orasidagi tortishish metall ionidagi musbat zaryad bilan liganddagi manfiy zaryadlar orasida vujudga keladigan elektrostatik kuchlar hisobiga amalga oshadi, deb faraz qilish mumkin. Ion holatdagi ligandlar (masalan, Br yoki

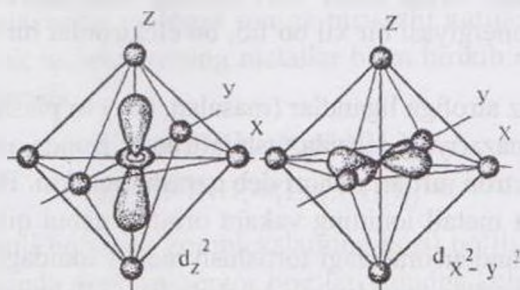
SCN⁻) bo'lganda elektrostatik birikish metall markazidagi musbat zaryad bilan har bir liganddagi manfiy zaryad orasida qaror topadi. Ligandlar sifatida neytral molekular namoyon bo'lsa (masalan, suv yoki ammiak bo'lganda), bu qutbli molekularning elektron juftlari joylashgan manfiy qismi metall markaziga yo'nalgan bo'ladi. 9.3-rasmda ko'rsatilganidek, ligandlar markaziy metall bilan kuchli bog'lanadi. Lyuis asosi rolini bajaruvchi ligand metallning gibrid orbitaliga elektron berib, elektron donor ishini bajaradi. Ammo ligandlar bir-biridan qochishga ham intiladi.



9.3-rasm. Metall atomi bilan ligand orasidagi donor-akseptor birikishning vujudga kelishi sxemasi.

Shu sababli, har qanday kompleksda ham ligandlarning metallga tortishish kuchi bilan ligandlarning o'zaro itarilish kuchlari orasida muvozanat vujudga keladi. Ligandlarning metall markazi atrofida geometrik joylashuvchi metall bilan ligandlar orasida maksimal tortishuv kuchlarining vujudga kelishi ligandlar orasidagi itarish kuchlarini minimal holatga keltiradi. Bu barqaror kompleks hosil bo'lishining asosiy sharti hisoblanadi. Bir vaqtning o'zida metall ionining tashqi elektronlari bilan ligandlardagi manfiy zaryadlar orasida itarilish sodir bo'ladi. Buni kristall maydonning ta'siri yoki ligandlar maydoni deyiladi. Natijada metall ionining d-elektronlari energiyasi ortadi. Metall ioni d- orbitalarining hammasi ligandlar maydoni ta'siriga bir xilda berilmasligi mumkin, albatta. d- orbitalarning fazodagi yo'nalishi bir xil bo'lishi mumkinligi aniqlangan (x, y, z o'qlarida). Kristall maydon nazariyasi d- elektron bulutlari ligandlar egallagan joylarni band qilmaslikka intilishini nazarda tutadi. Markaziy ionning d-elektronlari soni ko'payganda kompleksning barqarorlashish energiyasi o'zgaradi.

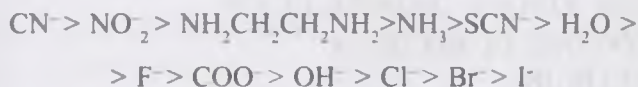
9.4-rasmda ligandlar bilan $d_{x^2-y^2}$ va d_z^2 orbital orasida eng ko'p elektrostatik qarshilik kuchi paydo bo'ladi. d-orbitalga ligandlarning ta'siri kuchsizroq bo'ladi. Qolgan d-orbitallar esa quyi energetik holatni egallaydi.



9.4.- rasm. Oktaedrik kompleksda d_z^2 va $d_{x^2-y^2}$ orbitalarining holati.

Tetraedrik komplekslarda ligandlar d_{xy} , d_{xz} va d_{yz} orbitallarga eng ko'p elektrostatik qarshilik ko'rsatadi, bu yerda $d_{x^2-y^2}$ va d_{z^2} orbitalar quyi energetik holatni egallaydi.

Ligandlar hosil qilgan maydon kuchining ligandlar tabiatiga bog'liqligi aniqlangan. Kompleks birikmalar spektrini o'rganish ligandlar kristall maydoni kuchining susayib borishiga ko'ra quyidagi qatorga joylanishini ko'rsatgan:



Bu ketma-ketlik **spektrokimyoviy qator** deyiladi.

Komplekslarning chuqurroq tadqiq qilinishi natijasida oraliq metallarning ionlari bilan ligandlar orasidagi kimyoviy bog'lanish qisman kovalent tabiatga ega ekanligi aniqlandi.

Kompleks birikmalarni o'rganishda respublikamiz olimlarining xizmati nihoyatda katta. A. Shamsiyev, M.A. Azizov, akademik N.A. Parpiyev boshchiligidagi arilgidrazonlar kompleksi kimyosi o'rganildi. Koordinatsion birikmalar termolizi, no-dir, kam tarqalgan hamda o'tkinchi metallar hosil qiluvchi komplekslar, tiotsiamat komplekslari, ularning kristall-kimyosi va ular bilan bog'liq boshqa qator masalalar tadqiq qilindi. Koordinatsion birikmalarning o'ziga xos xususiyatlari ko'p tajribalar yordamida aniqlandi. Olingan komplekslar va kompleksionatlarning xalq xo'jaligida qo'llanish sohalari topildi. O'simliklarning turli kasalliklarga qarshi ishlatiladigan preparatlarga qo'shiladigan kompleks ionlar amaliyotga tatbiq etildi; oqova suvlarni tozalash, zararli gazlarni tutib qolish va rangli metallarni ajratib olishda qo'l keldi. Bu ishlarni bajarishda A.B. Alovitdinov, A. Qo'shoqboyev, H. Ikromov, L. Tolipova va boshqalarning xizmati katta bo'ldi.



9.5-rasm. N.A. Parpiyev.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni. Koordinatsion (kompleks) birikmalarda metallar ionini o'rab turuvchi va ligandlar deb ataluvchi ion yoki molekulalar mavjud bo'ladi. Metall ion va ligandlar kompleksning koordinatsion sferasini tashkil etadi. Metall ioniga birikkan ligand atomi donor atom deyiladi. Metall ioniga birikkan donor atomlar soni **koordinatsion son** deb ataladi. Koordinatsion birikmalarda izomeriya hodisasi namoyon bo'ladi. Bularning *stereozomeriya*, *geometrik* va *optik* turlari mavjud. Koordinatsion birikmalarning ko'pgina xossalari kristall maydon nazariyasi orqali tushuntiriladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Metallning berilgan oksidlanish darajasiga ko'ra kompleks ionning zaryadini aniqlash.
2. Berilgan formulaga ko'ra koordinatsion birikmalarni nomlay olish.
3. Berilgan tarkibiga ko'ra mumkin bo'lgan izomerlarni yoza bilish.
4. Spektrokimyo qatorini tavsiflash.

Mashq va masalalar

1. Quyidagi koordinatsion birikmalarning har birida metallning markaziy atomi oksidlanish darajasini ko'rsating:

- a) $K_4 [Fe(CN)_6]$; b) $Na_3[Cr(C_2O_4)_3]$;
d) $[Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2$; e) $[Cr(NH_3)_4Br_2]Br$.

2. $[Pt(NO_2)_2]Br_2$ birikmasi stereoizomerlarining tuzilish shaklini ifodalang.

3. Tajribalar temir (II) quyi spin holatida bo'lganida uning ion radiusi yuqori spin holatidagiga nisbatan past bo'lishini ko'rsatdi. Bu holatni qanday izohlash mumkin?

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. 0,1 mol Al_2O_3 olish uchun 33,3 g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ga qancha (g) $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ qo'shish kerak bo'ladi?

- A) 72,45; B) 24,15; C) 26,64; D) 36,2.

2. Kumush oksidning ammiakdagi eritmasidan asetilen gazi o'tkazilganda tarkibida vodorod atomi bo'lmagan 24 g portlovchi modda hosil bo'ldi. Bunda necha gramm asetilen reaksiyaga kirishgan?

- A) 1,8; B) 2,6; C) 2,4; D) 1,2.

3. Quyidagi moddalarning qaysilarida markaziy atom sp – gibridlangan orbital-larga ega?

1) uglerod (IV) oksid; 2) oltingugurt (IV) oksid; 3) asetilen; 4) kremniy (IV) oksid; 5) azot (V) oksid; 6) kaliy oksid; 7) azot.

- A) 1, 2, 4; B) 1, 3, 7; C) 1, 5, 6; D) 2, 3, 7.

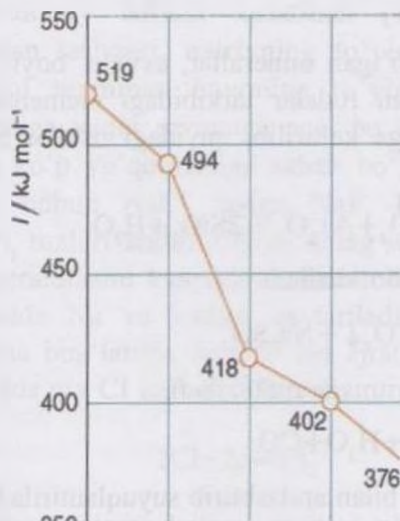
X BOB

ELEMENTLARNING UMUMIY XOSSALARI VA ULARNING ASOSIY BIRIKMALARI. s – BLOK ELEMENTLARI

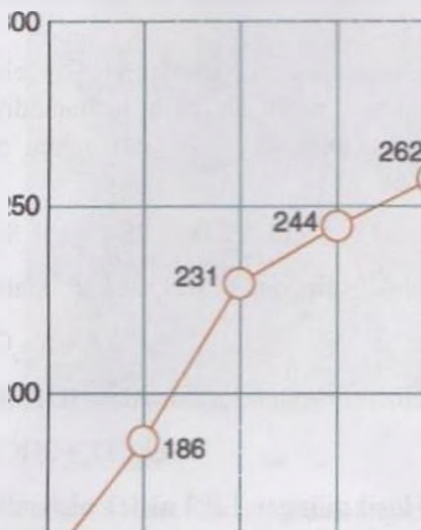
10.1. BIRINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Birinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlari ishqoriy metallar deb ataladi. Ularga Li, Na, K, Rb, Cs va Fr elementlari kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^1 elektronlari mavjud. Shuning uchun ham ular kimyoviy reaksiyada s elektronni oson yo'qotib, kuchli qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va doimo +1 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Bu elementlarda Li dan Fr tomon atom radiuslari kattalashadi, ammo ion zaryadlari o'zgarmaydi. Shuning uchun bu elementlarning metallik va qaytaruvchilik xossalari ortib boradi. Bu elementlarni ishqoriy metallar deb atalishiga sabab, ular suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, asos va vodorod hosil qiladi. Hosil bo'lgan asoslari kuchli ishqorlardir.

Bu elementlarning ionlanish energiyasi va atom radiuslari 10.1 a, b-rasmda ko'rsatilgan.



10.1- a, rasm. Birinchi gruppasi elementlari ionlanish energiyalari o'zgarishi.



10.1- b, rasm. Birinchi gruppasi elementlari atom radiuslari o'zgarishi.



10.2-rasm. Glabuer Iogann.

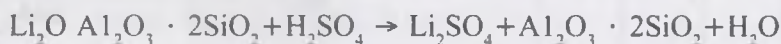
Tabiatda uchrashi. Ishqoriy metallar soʻl holda tabiatda uchramaydi. Koʻpgina elementlarga oʻxshab, ular alumosilikatlar tarkibida uchraydi. Litiyning eng muhim minerallari lepidolit $K_2O \cdot 2Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot Fe(OH)_2$, spodumen $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, ambligonit $LiAlPO_4 \cdot OH$ va boshqalar. Natriy minerallari tosh tuz $NaCl$. Glabuyer tuzi $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, kriolit $Na_3 \cdot AlF_6$, bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, silvinit $NaCl \cdot KCl$, Chili selitrasi $NaNO_3$, dala shpati $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ holida uchraydi. Kaliy minerallari silvinit $NaCl \cdot KCl$ dala shpati $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, silvin KCl , karnallit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ va oʻsimlik kuli tarkibida K_2CO_3 holida uchraydi.

Natriy bilan kaliy yerda birmuncha keng tarqalgan. Natriy yer qaʼridagi miqdori massasi boʻyicha 2,40%, kaliyniki esa 2,35% tashkil etadi. Ikkala metall silikat tipidagi mineral va togʻ jinslari tarkibiga kiradi. Natriy xlorid dengiz suvida, okeanlarda, togʻlar va choʻllarda uchraydi.

Rubidiy elementi tabiatda keng tarqalgan boʻlishiga qaramay, mustaqil minerallar hosil qilmaydi. Tabiatda u kaliyning yoʻldoshi hisoblanib, turli togʻ jinslari, ayniqsa, alumosilikatlar tarkibida uchraydi. Seziy elementi rubidiyga qaraganda ancha siyrak element hisoblanadi. Tarkibida eng koʻp seziy boʻlgan mineral-polutsit $4Cs_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 18SiO_2 \cdot 2H_2O$ dir.

Fransiy minerallari tabiatda uchramaydi, uning izotoplari sunʼiy ravishda hosil qilinadi.

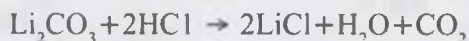
Olinishi. Tarkibida yuqoridagi elementlar boʻlgan minerallar, avvalo, boyitiladi (ortiqcha jinslar chiqarib tashlanadi). Boyitilgan rudalar tarkibidagi elementlarni eritmaga yoki qayta ishlash uchun qulay holatga keltirilib, quyidagi usullar bilan olinadi:



Hosil qilingan Li_2SO_4 ni karbonatlar holida choʻktiriladi:

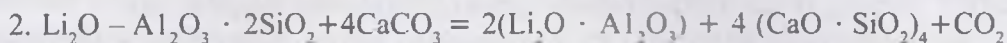


Hosil qilingan karbonatlar HCl ishtirokida eritmaga oʻtkaziladi.

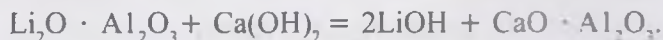


Hosil qilingan $LiCl$ ni 1:1 nisbatda KCl tuzi bilan aralashtirib suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Bunda anod sifatida grafitdan, katod sifatida temir elektrodlardan foydalaniladi. Katodda Li metalli qaytariladi: $Li^+ + e \rightarrow Li^0$.

Anodda esa xlor ioni oksidlanadi: $2\text{Cl}^- - \tilde{e} \rightarrow \text{Cl}_2$.

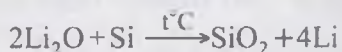


Hosil qilingan litiy minerali ishqor ta'sirida eritmaga o'tkaziladi:



Hosil qilingan LiOH eritmasi HCl ta'sirida LiCl tuziga aylantiriladi, eritmani bug'latib, qolgan LiCl tuzi suyuqlantirib elektroliz qilinadi.

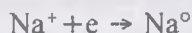
3. Toza holdagi litiy metalli litiy oksidi Li_2O ni kremniy yoki aluminiy bilan qaytarib olinadi:



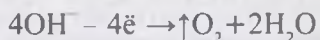
Natriy metalli asosan ikki xil usul bilan olinadi:

1. Natriy gidroksidni suyuqlantirib, elektroliz qilinadi.

Bunda katod temirdan, anod esa nikeldan yasaladi, katodda Na ioni qaytariladi:

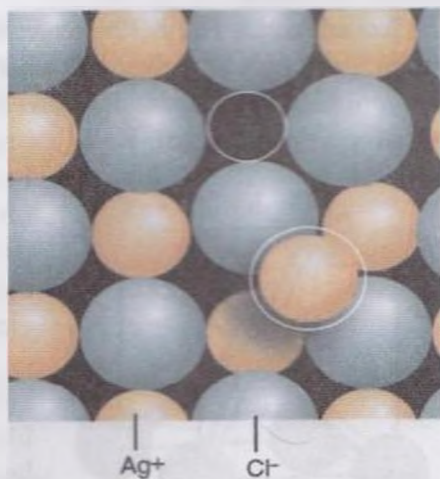
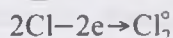


Anodda esa OH^- ionlari oksidlanib, kislorod ajralib chiqadi:



Bu usul toza natriy olinishi va jarayonning past temperaturada olib borilishi kabi afzalliklarga ega. Lekin xomashyo sifatidagi NaOH ning tannarxi birmuncha yuqoriligini eslatib o'tish lozim.

2. NaCl tuzi suyuqlantirib, elektroliz qilinadi. Bu usulda xomashyo sifatida toza holdagi NaCl ishlatilsa, NaCl bilan Na metallining suyuqlanish temperaturalarini bir-biriga yaqin bo'lgani uchun natriy metallini sof holda ajratib olish anchagina qulaydir, chunki Na^+ va Cl^- ionlari birikishida strukturaviy defekt kuzatiladi (10.3-rasm). Bundan tashqari, natriyning to'yingan bug' bosimi taxminan havoning to'yingan bug' bosimiga yaqin qiymatga ega, bu esa natriyning ko'p yo'qotilishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun NaCl tuziga NaF, KCl yoki CaCl_2 tuzlari aralashtirilib, uning suyuqlanish temperaturasini kamaytirib, elektroliz qilinadi. Katodda Na va ionlari qaytariladi. Bu aralashma bug'latilib, haydab Na ajratib olinadi. Anodda esa Cl ioni oksidlanadi:

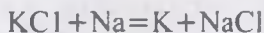
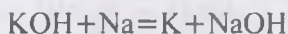


10.3-rasm. 1:1 nisbatda olingan Na^+ va Cl^- ning ionlari birikishida strukturaviy defektning hosil bo'lishi.

Bu usullarni kaliy metallini olish uchun qo'llab bo'lmaydi. Chunki uning reaksiyaga

kirishish xususiyati kuchli, ya'ni ajralib chiqayotgan kislorod bilan tezda oksidlanib ketadi. Shuning uchun kaliyni olishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

Suyuqlantirilgan KOH yoki KCl eritmasidan kaliyni natriy bilan siqib chiqariladi:



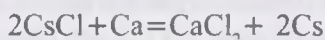
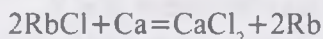
KCl va NaCl tuzlari aralashmasini suyuqlantirib elektroliz qilinadi. Katodda qaytarilgan Na va K aralashmalari vakuumda haydalib, kaliy ajratib olinadi.

KCl tuzi vakuumda aluminiy yoki kremniy bilan qaytarib olinadi:

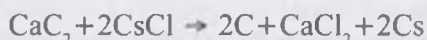
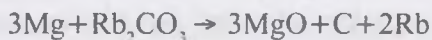


Rubidiy va seziy olishning eng qulay usullari quyidagilardan iborat:

1. Xlorli birikmalarini qizdirib, vakuumda Ca bilan qaytariladi:

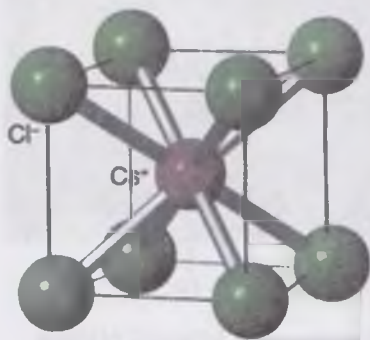


2. Karbonatlari yoki xloridlari yuqori temperaturada M yoki CaC_2 ishtirokida qaytariladi:



Li, Na, K – metallari sanoatda germetik berkitilgan temir idishlarda, laboratoriyada esa kerosin ostida saqlanadi. Rb va Cs metallari payvandlangan shisha ampulalarda saqlanadi.

Xossalari. Li, Na, K, Rb elementlari oqish kumush rangli yaltiroq, Cs sarg'ish-tillarangli, oson suyuqlanadigan metallardir. Havoda o'z-o'zidan oksidlanadi. Oksidlanish jarayoni nam havoda shiddatli ravishda ro'y beradi. Bu elementlar issiqlikni va elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Kaliy va rubidiy kuchsiz radioaktiv xossa namoyon qiladi.

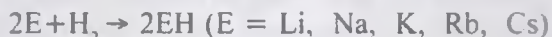


10.4-rasm. CsCl ning struktura ko'rinishi.

Fransiyaning uzoq yashaydigan izotoplari yo'q. Eng uzoq yashaydigan izotopining yarim yemirilish davri 21 minutni tashkil etadi. Hamma ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Ularning standart elektrod potentsiallari manfiy bo'lib, mutlaq qiymatga ega. Ishqoriy metallar hosil qilgan birikmalarda ko'pincha ion bog'lanish mavjud. Bu bog'lanish litiydan seziyga tomon grupp bo'yicha kamayib boradi. Suyuqlantirilganda elementlar ionlashgan holatda bo'lib, elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Ishqoriy metallar ionlari kompleks birikmalar hosil qilmaydi, chunki ularning musbat zaryadlari kichik,

radiuslari esa kattadir. Bundan tashqari, ularning tashqi elektron qavatlarida d-elektronlar mavjud emas.

Birikmalari. Ishqoriy metallar vodorod bilan qizdirilganda birikib gidridlar hosil qiladi:



Bu gidridlar ionli panjaraga ega bo'lgan qattiq kristall moddalardir. Gidridlarda vodorod ioni H^- anion rolini bajaradi. Buni suyuqlantirilgan yoki ammiakli eritmalarini elektroliz qilish natijasida anodda vodorod molekulasining hosil bo'lishi bilan isbotlash mumkin. Gidridlarning termik barqarorligi LiH dan CsH ga tomon gruppaga bo'yicha kamayib boradi. Ishqoriy metallarning gidridlari kuchli qaytaruvchilardir. Suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradi:

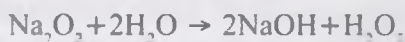


Qizdirilganda gidridlar CO_2 bilan birikib, organik birikmalar hosil qiladi:



Ishqoriy metallar gidridlarining reaksiyaga kirish xususiyati LiH dan CsH ga o'tgan sari ortib boradi. Hamma ishqoriy metallar kislorod bilan oson reaksiyaga kirishadi. Ortiqcha miqdorda kislorod ishtirokida litiy Li_2O va qisman Li_2O_2 hosil qiladi, natriy esa Na_2O va Na_2O_2 , K , Rb , Cs lar esa E_2O va E_2O_2 tarkibli oksid va qo'sh peroksidlar hosil qiladi.

Litiy va natriy oksidlari rangsiz, **kaliy va rubidiy** oksidlari sariq, **seziy oksidi** esa qizg'ish tusli moddalardir. Bu metallarning peroksidlari diamagnit O_2^{2-} ioniga, qo'shperoksidlari esa paramagnit O_2^{-1} ioniga ega bo'lib, neytralmolekulasidan bog'lanish energiyasi bilan qisman farq qiladi. Peroksidlar va qo'sh peroksidlar kuchli oksidlovchilardir. Ishqoriy metallarning peroksidlari vodorod peroksidning tuzlari bo'lib, suvda erishi natijasida to'liq gidrolizlanadi:



Hosil bo'lgan H_2O_2 ishqoriy muhitga tezda suvga va kislorodga parchalanib ketadi. Ishqoriy metallarning qo'sh peroksidlariga suv ta'sir ettirilsa, kislorod ajralib chiqadi:

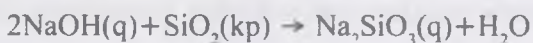


Ishqoriy metallarning oksidlari suv bilan yaxshi reaksiyaga kirishib, gidroksidlar hosil qiladi:



Ishqoriy metallarning gidroksidlari rangsiz, suvda yaxshi eriydigan, oson suyuqlanuvchi kristall moddalardir. Sanoatda eng ko'p ishlatiladigan ishqorlar, asosan, o'yuvchi natriy ($NaOH$) va o'yuvchi kaliy (KOH) dir. Bu ishqorlar kuchli kristallogid-

ratlar bo'lgani uchun havodagi namni o'ziga oson biriktirib oladi. Suyuqlantirilgan ishqorlar chinni va shishalarni erita oladi:

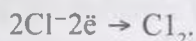


O'yuvchi natriy texnikada, asosan, NaCl eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Bunda katod sifatida temirdan, anod sifatida grafitdan yasalgan elektrodlar ishlatiladi.

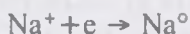
Katodda suv qaytariladi:



Anodda xlor ioni oksidlanadi:



Katodda qaytarilmagan Na^+ ionlari bilan OH^- birikib NaOH ni hosil qiladi. Bunday NaOH uncha toza bo'lmaydi, chunki uning tarkibida elektrolizga uchramagan NaCl bo'ladi. Toza holdagi NaOH olish uchun, katod sifatida simobdan foydalaniladi. U holda katodda vodorod ajralib chiqmay, natriy ioni qaytariladi:



Ajralib chiqqan Na metallini simob o'zida eritib, amalgama hosil qiladi. Amalgama suvli idishlarga solinganda tarkibidagi Na erib, NaOH hosil qiladi.

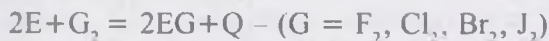
Ba'zi hollarda NaOH ni soda eritmasini ohakli suv bilan ishlov berish usuli orqali olish mumkin:



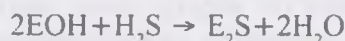
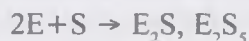
Hamma ishqoriy metallar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi va vodorodni siqib chiqara oladi:



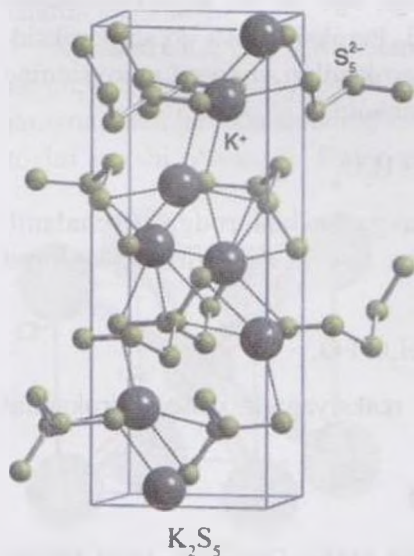
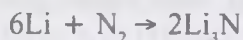
Ishqoriy metallar ozgina qizdirilganda galo-genlar bilan birikib, galogenidlarni hosil qiladi:



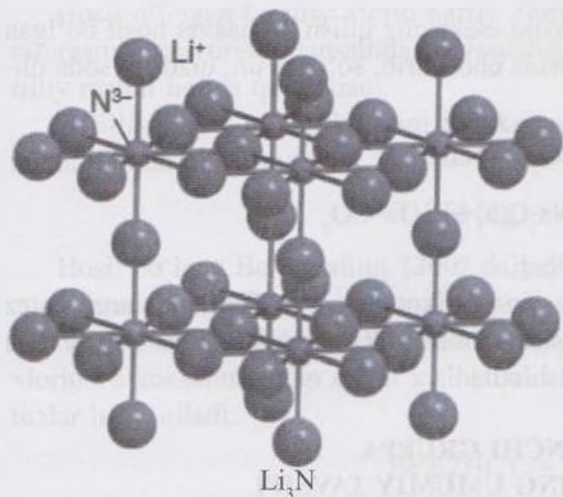
Metallarga oltingugurt ta'sir ettirib yoki ishqorlarni vodorod sulfid bilan neytrallab ishqoriy metallarning sulfidlari va polisulfidlari hosil qilinadi:



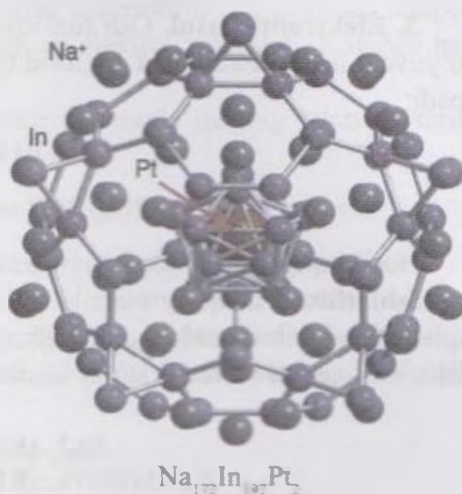
Ishqoriy metallardan faqatgina Li oddiy sharoitda azot bilan birikib nitrid hosil qiladi:



10.5-rasm. Kaliy polisulfidning struktura ko'rinishi.

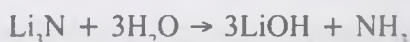


10.6-rasm. Li_3N ning struktura ko'rinishi.



10.7-rasm. Natriyning siklik birikmasi ko'rinishi.

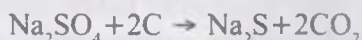
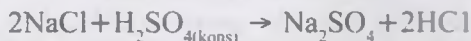
Litiyning bu nitridi suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



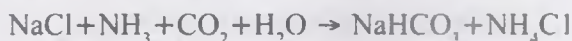
Boshqa ishqoriy metallarning nitridlari yuqori temperaturada va elektr uch-qunlari ta'sirida hosil qilinadi, ular oddiy sharoitda beqaror bo'lgan gazlardir. Ishqoriy metallar ko'p asosli kislotalar qoldiqlari bilan o'rta E_2CO_3 , E_2SO_3 , E_2SO_4 , E_3PO_4 va nordon EHCO_3 , EHSO_3 , 3HSO_4 , EH_2PO_4 , E_2HPO_4 , EHS tuzlar va polisulfid birikmalar hosil qiladi. Bu elementlarning nordon tuzlar hosil qilishi va ularning termik barqarorligi Li dan Cs ga qarab ortib boradi. Ishqoriy metallarning tuzlari, asosan, suvda yaxshi eriydi. Ular siklik birikmalar hosil qilishda ham ishtirok etadi (10.7-rasm).

Soda hozirgi paytda quyidagi uch usul bilan olinadi:

1. **Leblan usuli.** Bu usulda osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib, natriy sulfat hosil qilinadi. Hosil qilingan natriy sulfat ohaktosh va ko'mir bilan aralashtirilib pechda qizdiriladi, ya'ni:



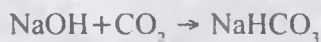
2. **Solvey usuli.** Bu usulda osh tuzi ammiak va karbonat angidrid bilan to'yintirilib NaHCO_3 cho'kmaga tushiriladi.



Cho'kmani qizdirib, soda ajratib olinadi:



3. Elektrolitik usul. Osh tuzi eritmasini elektroliz qilish natijasida hosil bo'lgan o'yuvchi natriyni karbonat angidrid ta'sirida cho'ktirib, so'ngra uni qizdirib soda olinadi:



Hosil bo'lgan CO_2 yana qayta ishlatiladi.

Ishlatilishi. Ishqoriy metallar va ularning birikmalari organik moddalarni sintez qilishda, aluminiy ishlab chiqarish, shisha va keramik moddalar olish, sun'iy tola ishlab chiqarish va mineralitlar olishda ishlatiladi.

10.2. IKKINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Ikkinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlariga Ba, Mg, Ca, Sr, Ra kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatida s^2 elektronlari mavjud. Shuning uchun kimyoviy reaksiya paytida s^2 elektronlarini berib, +2 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

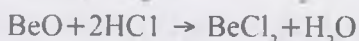
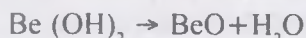
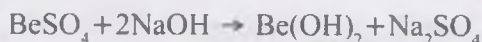
Ularning qaytaruvchilik xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsizroq va ion radiuslari ham kichik. Shuning uchun kuchsiz asos xossasini namoyon qiladi va asos xossalari Be dan Ra ga tomon kuchayadi, chunki elementlarning ion radiuslari ortib boradi. $\text{Be}(\text{OH})_2$ amfoter, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ kuchsiz asos, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ kuchli asos xossasiga ega. Be bilan Mg bir gruppada yonma-yon joylashganiga qaramay, xossalari bir-biridan keskin farq qiladi: berilliy oksidi va gidroksidi amfoter xossaga, Mg oksidi va gidroksidi asos xossasiga ega. Bunga Be ning ion radiusi Mg ning ion radiusiga qaraganda ikki marta kichikligi sabab bo'ladi.

Berilliyning yer qat'ridagi massasi $6 \cdot 10^{-4}\%$, magniyniki 2,35% va kalsiyniki esa 3,38% ni tashkil etadi.

Berilliy. $1s^2 2s^2$ elektron konfiguratsiyasiga ega. Uning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Berilliyi birinchi bo'lib 1827-yilda Velyor berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olishga muvaffaq bo'lgan.

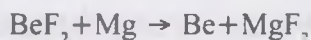
Tabiatda uchrashi. Berilliy tabiatda, asosan, berill $\text{Al}_2\text{O}_3 - 3\text{BeO} - 6\text{SiO}_2$, fenikit 2BeOSiO_2 , xrizoberill Al_2O_3 , BeO minerallari holida uchraydi.

Olinishi. 1. Tarkibida berilliy bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil qilingan konsentrat ohaktosh bilan aralashtirilib kuydiriladi, so'ngra bu qotishma konsentrlangan H_2SO_4 bilan ishlanadi



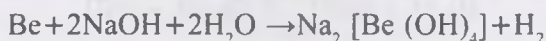
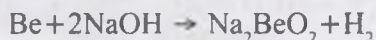
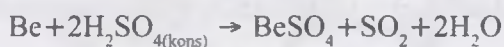
Hosil qilingan berilliy xlorid natriy xlorid bilan aralashtirib (suyuqlanish temperaturasi pasaytirish maqsadida) suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Katodda berilliy metall holida qaytariladi.

Berilliyning ftorli birikmasini induksion elektr pechlarda magniy bilan qaytarib metall holida olish mumkin:

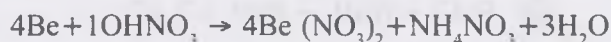


Hosil bo'lgan Be metallini 1300° da suyuqlantirib, MgF_2 shlakidan ajratiladi.

Xossalari. Berilliy geksagonal kristall tuzilishli, kulrang-kumushsimon yaltiroq metall. U suvda va havoda BeO holida yupqa parda bilan qoplanadi. Oddiy sharoitda xlorid va konsentrlangan sulfat kislotalari hamda ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, tuzlar hosil qiladi:



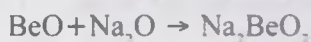
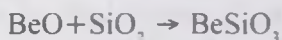
Berilliy konsentrlangan kislota ta'sirida passivlanadi, suyultirilgan HNO_3 da yaxshi eriydi.



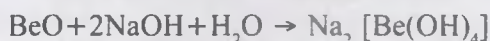
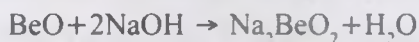
Berilliy qizdirilganda N_2 , P, S va galogenlar bilan Be_3N_2 , Be_3P_2 , Be_2C , BeG_2 tarkibli birikmalar hosil qiladi.

BERILLIY BIRIKMALARI

Berilliy oksid BeO – amfoter xossaga ega, yuqori temperaturada suyuqlanuvchi, suvda erimaydigan oq rangli kukun. U yuqori haroratda suyuqlantirilganda kislotali va asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:

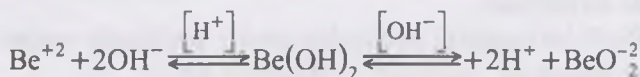


Berilliy oksidi qaynoq kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

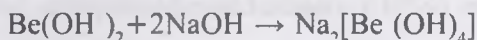
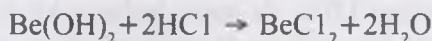


Berilliy oksidi o'tga va issiqlikka chidamli shisha va chinni materiallarni olishda, atom texnikasida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi. Berilliy gidroksid

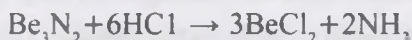
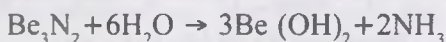
$\text{Be}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega, suvda erimaydigan oq rangli cho'kma. Kislota va aso xossasiga ega ekanligini quyidagi sxema bilan tushuntirish mumkin:



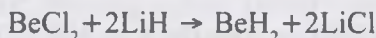
Shuning uchun $\text{Be}(\text{OH})_2$ kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



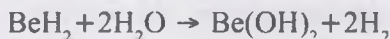
Berilliy nitrid Be_3N_2 juda qattiq, yuqori temperaturada suyuqlanadigan rangsiz kristall modda. Qizdirilganda suv va kislotalar ta'sirida parchalanadi:



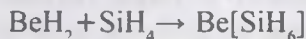
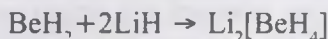
Berilliy gidrid BeH_2 kuchli qaytaruvchi xossaga ega bo'lgan polimer modda. Ur BeCl_2 ga efir eritmasida LiH ta'sir ettirib hosil qilish mumkin:



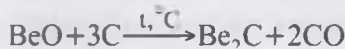
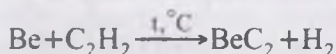
BeH_2 suv ta'sirida oson parchalanib vodorod ajralib chiqadi.



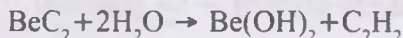
BeH_2 amfoter xossaga ega bo'lgani uchun ishqoriy va kislotali gidridlar bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



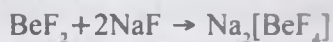
Berilliy karbidlar BeC_2 va Be_2C berilliy kukuniga yuqori temperaturada atsetilen yoki berilliy oksidiga cho'g'latilgan ko'mir ta'sir ettirib hosil qilinadi:



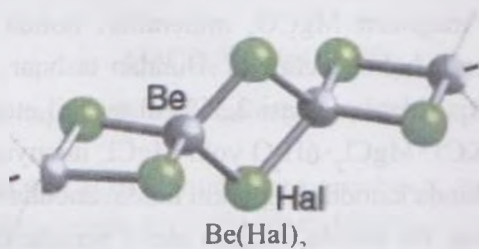
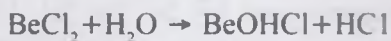
Berilliy karbidlar suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



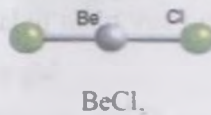
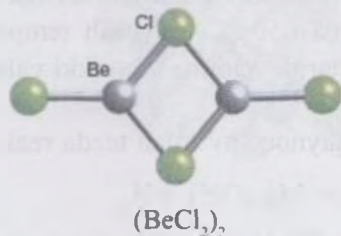
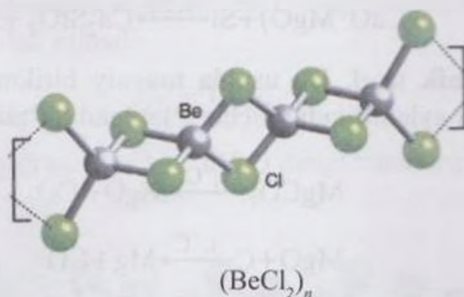
Berilliy ftorid BeF_2 suvda oson eriydigan, shishasimon, bir necha modifikatsiyaga ega modda. U ishqoriy metallarning ftoridlari bilan suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiladi:



Berilliy xlorid BeCl_2 suvda yaxshi gidrolizlanadi, rangsiz kristall gidrat moddalar hosil bo'ladi:



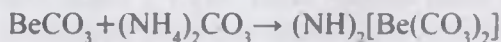
10.8-rasm. Berilliyning galogenli birikmasi ko'rinishi.



10.9-rasm. Berilliyning galogenli birikmalari tuzilishi.

Shunga ko'ra berilliyning $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ va BeSO_4 kislorodli tuzlari mavjud.

Bular ko'pgina tuzlar bilan qo'shaloq birikmalar hosil qiladi:



Berilliyning birikmalari haroratning o'zgarishiga qarab turli tuzilishga ega bo'lib, birikmalar hosil qiladi. Berilliy tuzlari mazasi shirin ta'mga ega bo'lishiga qarab dan zaharli moddalardir.

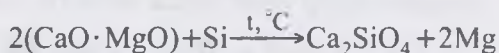
Ishlatilishi. Berilliy va uning birikmalari issiqlikka va o'tga chidamli, sement keramik buyumlar olishda, sement sanoatida, tibbiyot, qishloq xo'jalik zarark dalariga qarshi kurashishda, to'qimachilik, konditer sanoatida va organik moddalar sintez qilishda ishlatiladi.

Magniy. Elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Uni toza holatda 182 A. Byussi ajratib olgan. Uchta barqaror izotopi ma'lum: $^{24}_{12}\text{Mg}$, $^{25}_{12}\text{Mg}$, $^{26}_{12}\text{Mg}$.

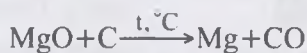
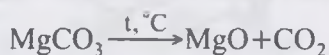
Tabiatda, asosan, silikatlar Mg_2SiO_3 – olivin minerali holida, karbonatlar lomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ va magnezit MgCO_3 minerallari holida, xloridlar – ka $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ minerali holida uchraydi. Bundan tashqari, dengiz suvlari bida MgCl_2 bo'ladi. Yer qatlamidagi massasi 2,35% ni tashkil etadi.

Olinishi. 1. Tuzlari $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yoki MgCl_2 ni suyuqlantirib elektroliz usuli bilan olinadi. Bunda katodda Mg erkin holda, anodda esa Cl_2 ajralib chiqadi.

2. **Metallotermik usul.** Bu usulda vakuum elektr pechlarida $1200 - 1300^\circ \text{C}$ da qizdirilgan dolomitni kremniy bilan qaytarib olinadi:

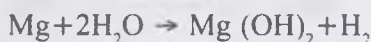


3. **Uglerodotermik usul.** Bu usulda magniy birikmalari yuqori temperaturada qizdirilib, oksidlarga aylantiriladi va cho'g'latilgan ko'mir bilan qaytariladi:



Xossalari. Magniy oqish-kumushrang, yaltiroq, asos xossasiga ega metall, zichligi $1,74 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish temperaturasi 650°C , qaynash temperaturasi 1100°C . Havoda oksidlanib, xiralashadi, birikmalarida hamma vaqt ikki valentli bo'ladi, difuzion soni 6 ga teng.

Magniy sovuq suv bilan juda sust, qaynoq suv bilan tezda reaksiyaga kirishadi:

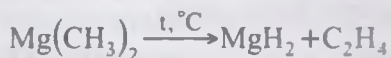


Magniy HF va H_3PO_4 kislotalarda kam, HCl, H_2SO_4 , HNO_3 kislotalarida yulay qaynay qaynay eriydi:



Magniy ishqorlarda erimaydi. Magniy qizdirilganda ko'pgina metallar ta'sirida Mg_3Al_2 , Mg_3Sb_2 , Mg_2Pb tarkibli intermetall birikmalar hosil qiladi. Qizdirilgan ko'pgina metallmaslar bilan birikib MgSi , Mg_3P_2 , MgS , MgCl_2 tarkibli birikmalar hosil qiladi. Magniy vodorod bilan oddiy sharoitda birikmaydi. Faqat 200 atmda

bosimida va 570°C da katalizatorlar ishtirokida birikadi. Magniyning vodorodli birikmasi, asosan, bilvosita usul bilan olinadi. Masalan:



Magniy gidrid MgH_2 kukun holidagi kumushrang qattiq modda, suv ta'sirida oson parchalanadi. Aluminiy va berilliy gidridlariga qaraganda termik barqaror. Bundan tashqari, magniyning gidrid-borat $\text{Mg}[\text{BH}_4]_2$ va gidrid-aluminat $\text{Mg}[\text{AlH}_4]_2$ birikmalari ham ma'lum.

Magniy oksid MgO yuqori temperaturada suyuqlanadigan, asos xossali oq kristall modda. Texnikada asosan magniy karbonatning termik parchalanishi natijasi-da olinadi:

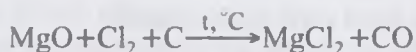


Magniy oksid qaynoq suvda juda oz eriydi, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:

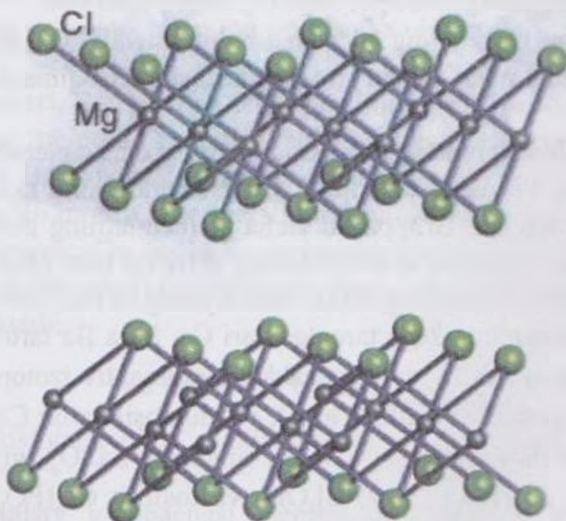
Magniy gidroksid $\text{Mg}(\text{OH})_2$ suvda kam eriydigan, asos xossasiga ega kristall modda. Magniy gidroksid ammoniy tuzlaridan ammiakni siqib chiqara oladi:



Magniy xlorid MgCl_2 oktaedrik tuzilishli, oq kristall modda. Magniy oksid ko'mir ishtirokida xlorlash usuli bilan olinadi:

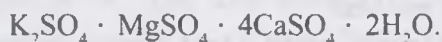
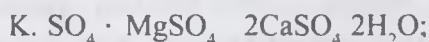
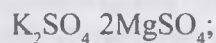


Magniy xlorid kristall gidrati $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengiz suvlarini quritish usuli bilan olinadi.



10.10-rasm. MgCl_2 ning struktura ko'rinishi.

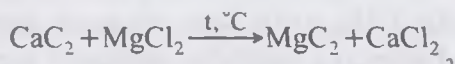
Magniy sulfat MgSO_4 oq kukun. Suv ta'sirida monogidrat $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ va heptagidrat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Magniy sulfat ishqoriy metallarning tuzlari bilan quyidagi qo'shaloq tuzlarni hosil qiladi:



Magniy nitrat $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ suvda yaxshi eriydigan gigroskopik modda. Termik beqaror bo'lgani uchun qizdirganda MgO hosil qilib parchalanadi:



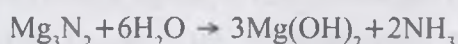
Magniy karbid MgC_2 kalsiy karbidga magniy xlorid ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



Magniy karbid suv ta'sirida shiddatli parchalanib, atsetilen hosil qiladi:



Magniy nitrid Mg_3N_2 magniyni azot atmosferasida qizdirish natijasida hosil qilindi, suv ta'sirida ammiak hosil qilib parchalanadi:



Magniyni yuqorida keltirilgan birikmalaridan tashqari, uning suvda yomon eriydigan tuzlari $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2$, MgCO_3 , MgF_2 ham bor.

Ishlatilishi. Magniy va uning birikmalari intermetall birikmalar hosil qilishda, raketa texnikasida, keramika, shisha va sement olishda, to'qimachilikda, achchiqtosh olishda ishlatiladi.

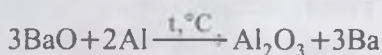
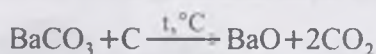
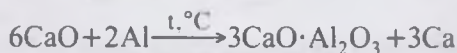
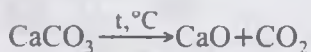
Kalsiy gruppachasi elementlari. Kalsiy gruppachasi elementlariga kalsiy Ca, stronsiy Sr, bariy Ba va radiy Ra kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^2 elektronlar mavjud. Gruppa bo'yicha elementlarning atom va ion radiuslari ortib boradi. Shuning uchun bu elementlarning aktivligi ham ortib boradi.

Tabiatda uchrashi. Kalsiyning oltita, stronsiyning to'rtta, bariyning yettita barqaror izotopi bor. Bulardan eng ko'p tarqalganlari Ca, Sr va Ba lardir. Radiy radioaktiv element bo'lgani uchun sun'iy ravishda sakkizta radioaktiv izotop hosil qilingan.

Kalsiy tabiatda, asosan, silikatlar CaSiO_3 va alumosilikatlar $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ holida, shuningdek, kalsiy karbonat CaCO_3 , angidrid CaSO_4 , gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, flyuorit CaF_2 , apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ va fosforit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ holida uchraydi. Bariy va stronsiyning stronsit SrCO_3 , viterit BaCO_3 , selistin SrSO_4 , barit BaSO_4 kabi minerallari bor. Radiy esa uran rudasi tarkibida qisman uchraydi.

Olinishi. Kalsiy, stronsiy, bariy metallari birinchi marta Xevi tomonidan elektroliz qilib olingan. Elektroliz qilish jarayonida ularning tuzlari yuqori temperaturada suyuqlantiriladi. Katodda metallar ajralib chiqadi. Bu elementlar tuzlarini suyuqlantirishda ularning suyuqlanish temperaturalarini kamaytirish uchun ba'zi tuzlardan foydalaniladi.

Bundan tashqari kalsiy, stronsiy, bariy metallarini vakuumda alumotermiya usuli bilan ham olish mumkin:



Hozirgi paytda bu element karbidlarini yuqori temperaturada parchalab olish usuli ham ma'lum. Bunda elementlar bug' holida uchib chiqadi, uglerod esa qattiq grafit holida qoladi. Metall holidagi radiyni 1910-yilda Mariya Kyuri va Andre Debyernu tomonidan RaCl_2 tuzi eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olingan. Bunda simobdan yasalgan katod va platina bilan iridiy aralashmasidan tayyorlangan qotishmadan yasalgan anoddan foydalanilgan. Katoddagi simobni 700°C da vodorod oqimi bilan haydab, radiy toza holida ajratib olingan.

Fizik xossalari. Bu elementlar (berilliyini istisno qilganda) metall xossasiga ega. Erkin holda kumushrang – oq, yumshoq moddalar bo'lib, ishqoriy metallarga qaraganda qattiqroq, erish va qaynash temperaturasi ancha yuqori. Radiydan boshqa elementlar zichligi bo'yicha yengil metallarga kiradi. Berilliy, o'z xossalari bilan aluminigiya, magniy esa xossalari bilan toq gruppacha elementlari, ayniqsa, ruxga yaqin turadi.

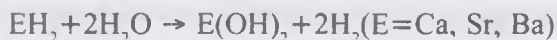
Kimyoviy xossalari. Bu metallar aktiv metallmaslar bilan odatdagi sharoitda birikadi. Azot, vodorod, uglerod, kremniy kabi metallmaslar bilan biroz qizdirilganda reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiyalar issiqlik ajralib chiqish bilan boradi. Qizdirilganda ko'pgina metallar bilan birikib, intermetall birikmalar hosil qiladi. Metallarning reaksiyaga kirishish xususiyati Ca-Zr-Ba-Ra joylashish qatorida ortib boradi. Bu elementlar sovuq suv bilan ham reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishish xususiyati Ca dan Ra ga o'tgan sari ortadi:



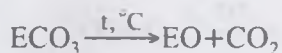
Bu elementlar kislotalar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi, ishqorlar esa ta'sir etmaydi.

Birikmalari. Kalsiy gruppachasi elementlari kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida f – orbitalar katta rol o'ynaydi. Shuning uchun bu elementlarning koordinatsion sonlari 6 va 8 ga teng bo'ladi.

Bu elementlarni EH_2 tarkibli gidridlari ma'lum. Bu gidridlar tashqi ko'rinish xossalari bilan ishqoriy metallarning gidridlariga o'xshash. Lekin ularning parchalanish temperaturalarini birmuncha yuqori. Bu gidridlar suv ta'sirida tez parchalanadi



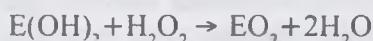
Oksidlari va gidroksidlari. Bu elementlar EO tarkibli oksidlar hosil qiladi. Elementlarning oksidlari ularning karbonatlarini termik parchalash usuli bilan qilinadi.



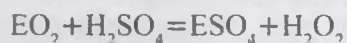
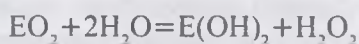
Bu elementlarning karbonatli birikmalarining hosil bo'lish harorati ion radiusi bog'liq ($\text{E} = \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$).

Elementlarning oksidlari yuqori temperaturada suyuqlanadigan moddalardir. Suyuqlanish temperaturalarini CaO dan BaO ga tomon kamayib boradi. Bu oksid qizdirilganda suvda erib, E(OH)_2 tarkibli asos xossasiga ega bo'lgan gidroksidlar hosil qiladi. Bu gidroksidlarning suvda erishi Ca(OH)_2 dan Ba(OH)_2 ga qarab ortib boradi.

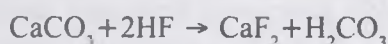
Kalsiy gruppachasi elementlari ham ishqoriy metallar kabi kislorod bilan rangli EO_2 tarkibli peroksidlar, sariq rangli EO_4 tarkibli qo'sh peroksidlar hosil qiladi. Bu birikmalar element gidroksidlariga vodorod peroksid ta'sir ettirish bilan hosil qilinadi:



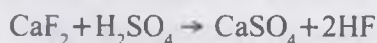
Ularining peroksidlari suv ta'sirida oson gidrolizlanadi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi.



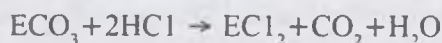
Bu elementlarning galogenidlaridan kalsiy fluorid CaF_2 ni, kristall holatidagi kalsiy karbonatni fluorid kislota bilan neytrallab hosil qiladi:

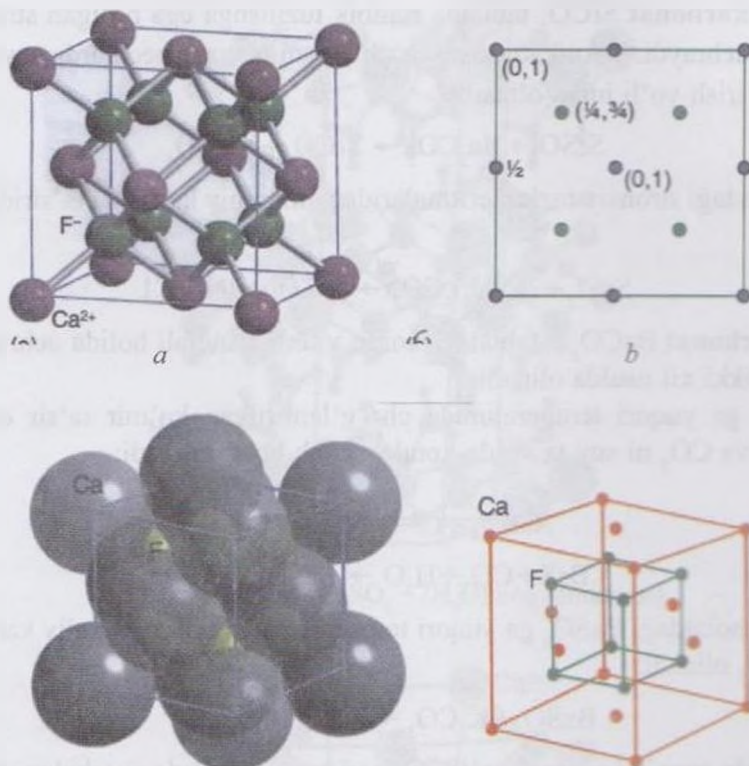


CaF_2 suvda qiyin eriydigan oson kolloid eritma hosil qiladigan kukun moddasi. Suyultirilgan kislotalarda erimaydi, lekin konsentrlangan kislotalarda eriydi:



SrF_2 va BaF_2 olinishi va xossalari bilan CaF_2 ga o'xshashdir. Ularining xloridlarini ECI_2 tarkibga ega. Bu birikmalar elementlarning karbonat birikmalariga xlorid kislota ta'sir ettirib hosil qilinadi:

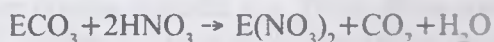




10.11-rasm. CaF_2 ning oddiy va lokallangan holdagi strukturalari.

• Elementlarning xloridlari kuchli kristallgidratlar bo'lgani sababli ularning eritmaları bug'latilganda $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ holida kristallanadi.

Bu elementlar $\text{E}(\text{NO}_3)_2$ tarkibli nitratlar hosil qiladi. Ularning karbonatlariga nitrat kislota ta'sir ettirib yoki oddiy almashinish reaksiyasi natijasida nitratlari hosil qilinadi:



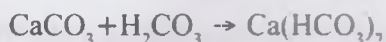
yoki



Kalsiy karbonat CaCO_3 – oq tusli suvda juda kam eriydigan, termik parchalanadigan modda. Tabiatda ohaktosh va marmar holida juda ko'p uchraydi. Kislotalarda va ammoniy tuzlarida oson parchalanadi:



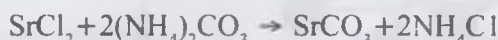
Ortiqcha olingan karbonat kislota va suvda yaxshi eriydigan biokarbonat birikmaga aylanadi:



Stronsiy karbonat SrCO_3 tabiatda rombik tuzilishga ega bo'lgan stronsianit minerali holida uchraydi. Texnikada, asosan, SrSO_4 ni maxsus pechlarda suyuqlantirilib, soda ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

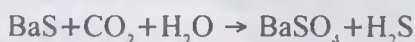
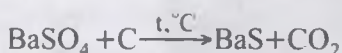


Toza holatdagi stronsiy tuzlari eritmalaridan ammoniy karbonat ta'sirida cho'ktirib olinadi:

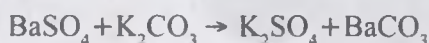


Bariy karbonat BaCO_3 – tabiatda asosan viterit minerali holida uchraydi. Texnikada BaCO_3 ikki xil usulda olinadi:

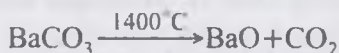
1. BaSO_4 ga yuqori temperaturada cho'g'lantirilgan ko'mir ta'sir ettirib, hosil bo'lgan BaS va CO_2 ni suv ta'sirida kondensatlab hosil qilinadi:



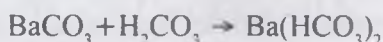
2. Kukun holatdagi BaSO_4 ga yuqori temperatura va bosimda kaliy karbonat ta'sir ettirib, BaCO_3 olinadi:



BaCO_3 juda termik barqaror bo'lib, yuqori temperaturada parchalanadi:

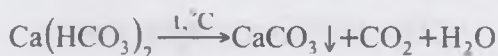


Bariy karbonat karbonat kislota ta'sirida suvda oson eriydi:

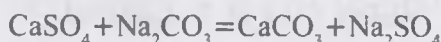


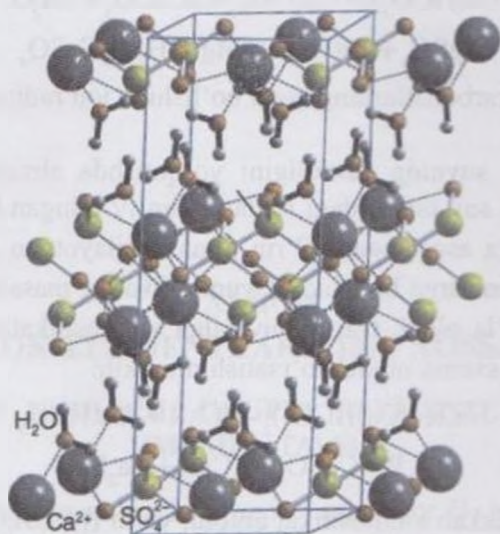
Kalsiy sulfat CaSO_4 – tabiatda suvsiz angidrid holida va suvli gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ holida uchraydi. Stronsiy sulfat SrSO_4 esa tabiatda selistin minerali va bariy sulfat BaSO_4 holida uchraydi. Bu birikmalar suvda kam eriydi.

Tabiiy suvlarda kalsiy va magniy tuzlarining bo'lishi suv qattiqligini vujudga keltiradi. Tabiiy suvlarning qattiqligini ikki xil: fizik va kimyoviy usullar bilan yo'qotish mumkin. Tarkibida gidrokarbonatlar bo'lgan qattiq suvni qaynatish yo'li bilan yo'qotiladi. Bunda gidrokarbonatlar erimaydigan karbonatlarga aylanib, cho'kmaga tushadi:

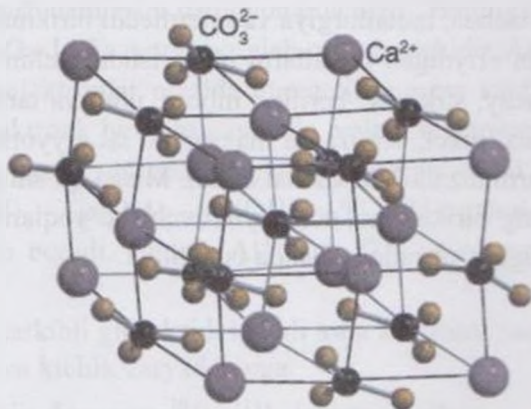


Suvning qattiqligini kimyoviy usul bilan yo'qotishda tarkibida CO_3^{2-} va OH^- ionlari bo'lgan eritmalar bilan ishlanib, kalsiy va magniyda qiyin eriydigan tuzlari holida cho'ktiriladi. Ko'pgina hollarda so'ndirilgan ohak yoki soda ishlatiladi:

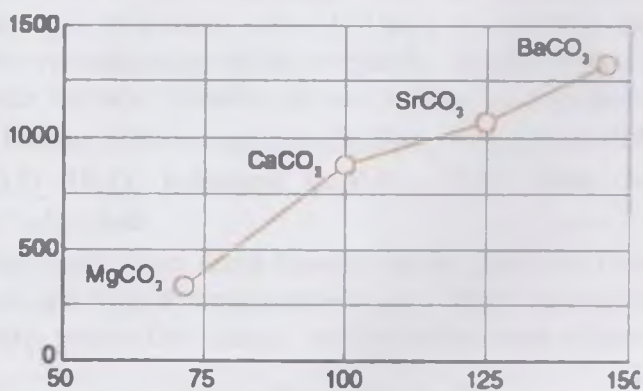




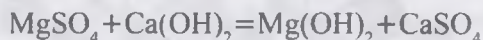
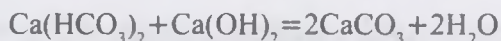
10.12-rasm. Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)ning strukturası.



10.13-rasm. CaCO_3 ning strukturaviy koʻrinishi.

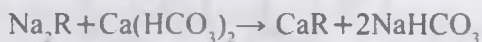


10.14-rasm. Karbonatlar hosil boʻlishi haroratlarning ion radiusiga bogʻliqligi.



Ushbu elementlar karbonatlarning hosil bo'lishida ion radiuslariga bog'liq bo'ladi (10.14-rasm).

Hozirda texnikada suvning qattiqligini yo'qotishda almashtirish usulidan foydalanilmoqda. Bu usul suv tarkibidagi ionlarni sun'iy olingan ko'p molekullari ionitlar bilan almashtirishga asoslangan. O'rin almashtirilayotgan ionlar tabiatiga qarab ionitlar kationit va anionitlarga bo'linadi. Uyumsilikatlar, masalan, $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot \text{H}_2\text{O}$ kationitlarga misol bo'la oladi. Qattiq suv bilan alumosilikatlar orasidagi ionlar almashinishini quyidagi sxema orqali ko'rsatish mumkin:



Bu yerda R – murakkab alumosilikat anioni, ya'ni $([\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O})^2$ dir.

Ishlatilishi. Bu elementlar va ularning birikmalari keramika, shisha, sement sanoatida, qurilish materiallari olishda, bo'yoqchilikda, organik moddalarni sintez qilishda, katalizator tayyorlashda, metallurgiya va intermetall birikmalar olishda ishlatiladi. Kalsiy ko'pgina qiyin eriydigan metallarni qaytarishda muhim ahamiyatga ega. Bu yo'l bilan toriy, vanadiy, sirkoniy, berilliy, niobiy, uran va tantal kabi metallar qaytariladi. Kalsiydan mis, nikel, bronza va maxsus po'lat tayyorlashda ham foydalaniladi. Stronsiy metallarni tozalashda xizmat qiladi. Misga qo'shilganda uning qattiqligi ortadi. Radiy va uning birikmalari nur qaytaruvchi bo'yoqlarni tayyorlashda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligida va radon olishda ishlatiladi.

XI BOB

p- BLOK ELEMENTLARINING XOSSALARI

11.1. O'N UCHINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Davriy sistemaning o'n uchinchi gruppachasiga bor B, aluminium Al, galliy Ga, indiy In va talliy Tl elementlari kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida $s^2 \cdot p^1$ elektronlari mavjud. Shuning uchun +3 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Faqat talliy +3 +1 oksidlanish darajasini namoyon qila oladi. Buning sababi elementlarning atom radiuslari B-Al-Ga-In-Ta qatori bo'ylab ortib borishidir. Atom radius ortgan sari s-elektronlar bilan p-elektronlar orasida energetik ayirma kuchaya boradi. Shuning uchun talliyning p-elektroni, birinchi navbatda, valent elektronga aylanib ketadi.

Uchinchi gruppada asosiy gruppacha elementlarining oksid va gidroksidlarining asos xossalari $\text{Al}(\text{OH})_3 - \text{Ga}(\text{OH})_3 - \text{In}(\text{OH})_3 - \text{Tl}(\text{OH})_3$ qatorida kuchayib, kislotali xossalari kuchsizlanib boradi. Chunki Al^{+3} dan Tl^{+3} ga o'tgan sayin ion radiuslari kattalashib boradi.

Talliyning TlOH tarkibli gidroksidi kuchli asos xossasini namoyon qiladi. Chunki Tl^+ ioni katta radius va kichik zaryadga ega.

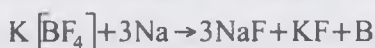
Borning ikkita tabiiy barqaror $^{10}_5\text{B}$, $^{11}_5\text{B}$ izotopi ma'lum.

Tabiatda uchrashi. Bor tabiatda erkin holatda uchramaydi, ko'pincha uning kislorod bilan hosil qilgan birikmalari uchraydi. Uning yer qa'ridagi massasi $5 \cdot 10^{-3} \%$ ni tashkil etadi. Bor vulqonlarning otilishi natijasida vujudga kelgan issiq suvlar tarkibida H_3BO_3 holida bo'ladi. Tabiatda esa shu kislota hosil qilgan minerallar holida keng tarqalgan. Bunday birikmalarga bura $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, boratsit $\text{Mg}_3\text{B}_3\text{O}_{12} \cdot \text{MgCl}_2$, pardemit $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, kolemanit $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, kernit $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar misol bo'la oladi.

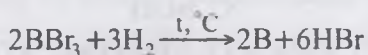
Olinishi. Toza bo'lmagan borni birinchi bo'lib 1908-yili Gey-Lyussak va Tenarlar bor angidridini yuqori temperaturada kaliy bilan qaytarib olishga muvaffaq bo'lishgan. Hozirgi paytda bor, asosan, metallotermiya usuli bilan olinadi:



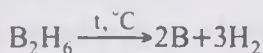
yoki



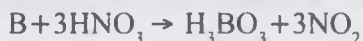
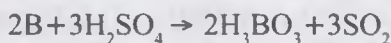
Bu reaksiyalarda ajralib chiqqan amorf bor termik ishlov berish natijasida krista barga aylantiriladi. Metallotermik usuli bilan olingan bor uncha toza bo'lmaydi. Toz holatdagi bor uning birikmalarini suyuqlantirib, elektroliz qilish usuli bilan olinad. Juda toza holdagi borni, bug' holatdagi bor bromidni cho'g'latilgan tantaldan yasa gan sim ishtirokida vodorod bilan qaytarib hosil qilish mumkin:



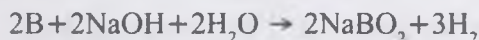
Shuningdek, borning vodorodli birikmalarini termik parchalab hosil qilish har mumkin:



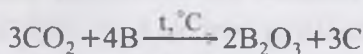
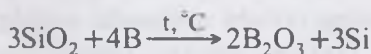
Xossalari. Toza holdagi bor ikki xil – amorf va kristall modifikatsiyaga ega. Amorf bor qo'ng'ir tusli, hidsiz, mazasiz kukun. Kristall bor qoramtir-kulrang tusli qattiq modda. Toza holda bor inert modda. Oddiy sharoitda faqatgina fluor bilan biriki oladi. Qizdirilganda bor xlor, brom va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Barga suyuqlantirilgan kislotalar ta'sir etmaydi. Qizdirilganda konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 kislotalarda, zar suvida eriydi:



Bor ishqorlar bilan reaksiyaga yaxshi kirishadi:



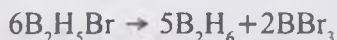
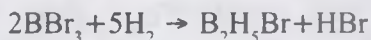
Yuqori temperaturada kuchli qaytaruvchi xossaga ega.



Yuqori temperaturada metallar bilan birikib Me_3B_2 , MeB , Me_3B_4 , MeB_2 , MeB_6 tarkibli issiqlikka va kislotalarga chidamli intermetall birikmalar hosil qiladi. Ayniqsa, borning d – oila elementlari bilan hosil qilgan qotishmalari yuqori temperaturada suyuqlanadigan qattiq moddalardir.

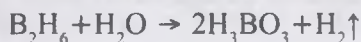
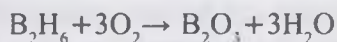
Birikmalari. Bor $B_n H_{n+4}$ va $B_n H_{n+6}$ tarkibli vodorodli birikmalarga ega. Borning vodorodli birikmalari *boranlar* deb ataladi. Bular ichida xalq xo'jaligida keng ishla-

tiladigani diboran B_2H_6 dir. Diboran elektr zaryadi ta'sirida bor galogenidlarga vodorod ta'sir ettirish yo'li bilan hosil qilinadi. Bu reaksiya quyidagi bosqichlarda boradi:

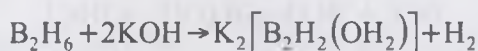
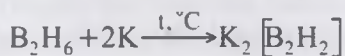


Borning vodorodli birikmalari kovalent va vodorod bog'lanish hosil qilib polimerlanadi.

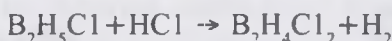
Diboran (10.15-rasm) qizdirilganda kislorod ta'sirida yonadi. suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



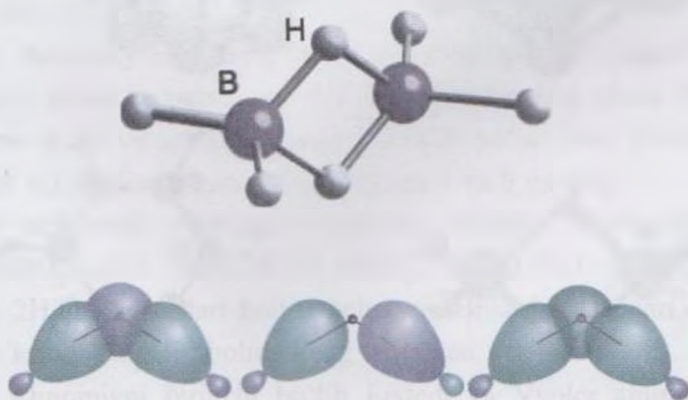
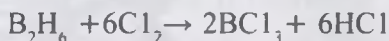
Diboran ishqoriy va ishqoriy-yer metallar hamda ularning gidroksidlari bilan reaksiyaga kirishib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



Diboran kislotalar ta'sirida bosqichli almashinish reaksiyalariga kirishadi:

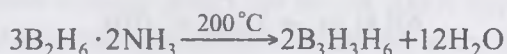
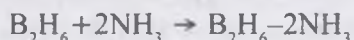


Diboran ortiqcha miqdorda olingan galogenlar bilan ham reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:



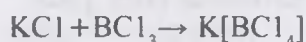
10.15-rasm. Diboran molekulasining struktura ko'rinishi va hosil bo'lishi.

Diboran ammiak bilan birikib $B_2H_6 \cdot 2NH_3$ tarkibli birikma hosil qiladi. Bu birikma termik ishlov berish natijasida borazolga aylanadi:

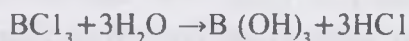


Borazol strukturasi tuzilish formulasi xuddi benzolnikiga o'xshash bo'lgani uchun, u «anorganik benzol» deb ham yuritiladi (10.16-rasm).

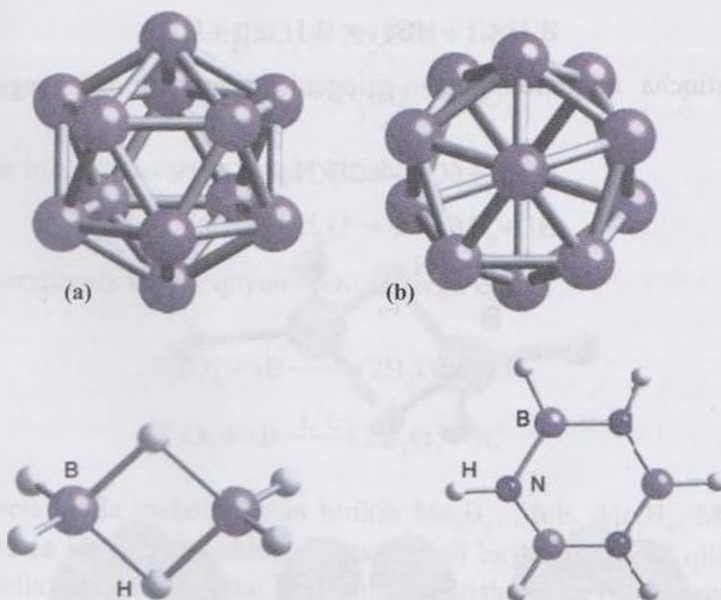
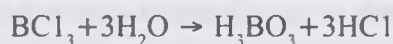
Bor qizdirilganda galogenlar bilan birikib BF_3 , BCl_3 , BBr_3 tarkibli gazsimon, suyuq va qattiq agregat holatlarga ega bo'lgan galogenidlari hosil qiladi. Bor galogenidlari ammiak va ishqoriy metallar galogenidlari bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



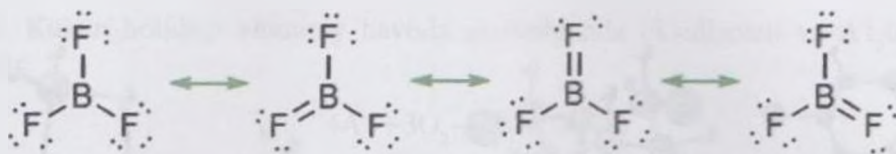
Bor galogenidlari suv ta'sirida yaxshi gidrolizlanadi:



yoki

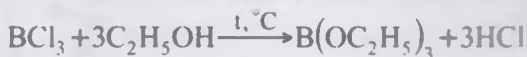
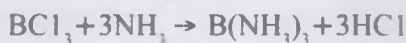
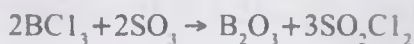


10.16-rasm. B_{12} -ning gorizont (a) va vertikal (b), diboran B_2H_6 va borazol $B_3N_3H_6$ ning strukturalari.

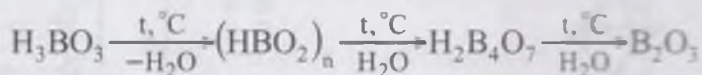


10.17-rasm. BF_3 - ning hosil bo'lish mexanizm sxemasi.

Bor galogenidlari birikish va almashinish reaksiyalarida ishtirok eta oladi:

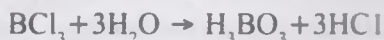
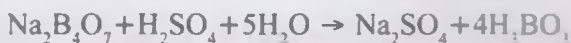


Boroksidi B_2O_3 – rangsiz shishasimon, kislota xossasiga ega bo'lgan oksid, uni borat kislotani suvsizlantirish natijasida hosil qilinadi:



borat kislota metaborat kislota tetraborat kislota bor angidrid

B_2O_3 qizdirilganda metall ta'sirida qaytariladi. Borat kislota, H_3BO_3 – oq tusli, yaltiroq kristall modda. Bor tuzlariga kislota ta'sir ettirib yoki bor galogenidlarini gidroliz qilib hosil qilinadi:

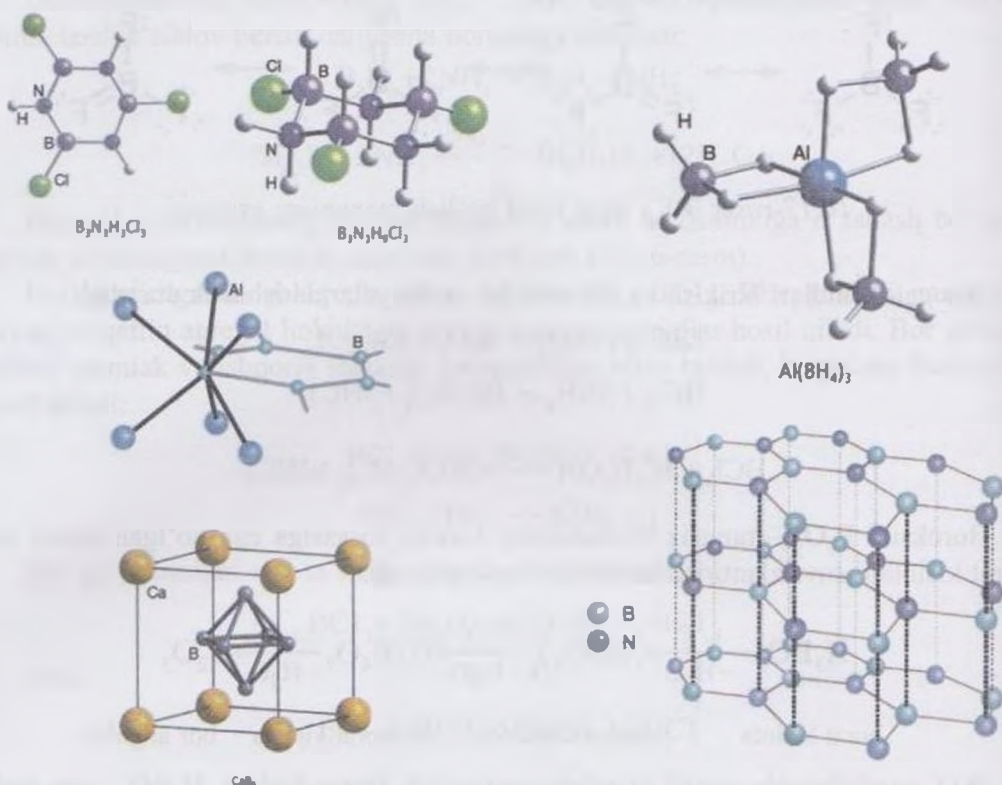


Bor ko'pgina metallar va metalloidlar bilan tarmoqlangan, siklik strukturali birikmalar hosil qiladi. 10.18-rasm.

Aluminiy. Aluminiy atomining tashqi qavatidan oldingi qavatida bo'sh d – orbitallar bo'lgani uchun ko'pgina xossalari bilan bordan farq qiladi. Bundan tashqari, aluminiy atomi $\text{sp}^3 \text{d}^2$ va sp^3 gibridlangan holatda bo'la oladi. Aluminiyning oksidlanish darajasi +3 ga, koordinatsion sonlari esa 4 va 6 ga teng.

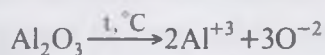
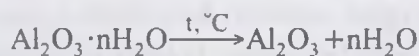
Tabiatda uchrashi. Aluminiy tabiatda, asosan, alumosilikatlar, ortoklaz $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, albit $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, anortit $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ minerallari holida uchraydi. Bulardan tashqari, aluminiy boksit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, kriolit Na_3AlF_6 holida keng tarqalgan.

Olinishi. Aluminiyni birinchi bo'lib Erstedt va Vyoler aluminiy xloridni kaliy metalli bilan qaytarib olishgan. Keyinchalik Devil aluminiy qo'shaloq tuzlarini $\text{AlCl}_3 \cdot \text{NaCl}$ natriy bilan qaytarib, toza aluminiy olishga erishgan. Aluminiy olish-

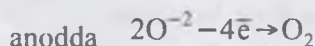
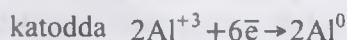


10.18-rasm. Borning alumiiniy, kalsiy va azotli birikmalari strukturasi.

ning sanoatda elektroliz usuli kashf etilgandan so'ng uni P.T. Fedotov nazariyasi asosida olish odat bo'ldi. Bu usul termik ishlov berilgan boksitni suyuqlantirib, grafitdan yasalgan elektrodlar yordamida elektroliz qilishga asoslangan. Bunda boksitning suyuqlanish temperaturasi pasaytirish maqsadida florid (CaF_2 , MgF_2 , AlF_3)lar qo'shiladi. Bunda elektroliz jarayoni quyidagicha boradi:

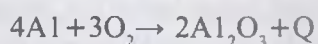


Katodda alumiiniy qaytariladi, anodda esa kislorod oksidlanadi:

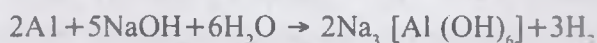
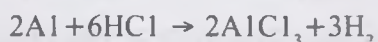


Xossalari. Alumiiniy – oqish kumushrang, yaltiroq, yengil, plastik, elektrni va issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, kuchsiz paramagnit xossasiga ega bo'lgan amfoter

metall. Kukun holidagi aluminiy havoda qizdirilganda oksidlanadi va Al_2O_3 hosil bo'ladi:



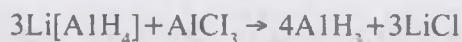
U amfoter xossasiga ega bo'lgani uchun kislotalar, ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



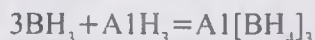
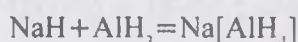
Aluminiy yuqori temperaturada d – oilasi elementlari bilan issiqlikka chidamli qotishmalar, qizdirilganda galogenlar bilan birikib AlG_3 tarkibli **galogenidlar** hosil qiladi ($G = F_2, Cl_2, Br_2, J_2$ va hokazo). Aluminiyning bu galogenidlari yaxshi gidrolizga uchraydi va ishqoriy metallarning gidridlari bilan birikib **kompleks birikmalar** hosil qiladi:



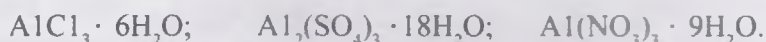
Aluminiy to'g'ridan to'g'ri vodorod bilan birikmaydi. Aluminiyning vodorodli birikmalari bilvosita usul bilan hosil qilinadi. LiH ko'proq miqdorda olinsa u $AlCl_3$ bilan reaksiyaga kirishib, litiy almogidrid hosil qiladi:



AlH_3 – aluminiy gidrid termik beqaror birikma, ishqoriy metall gidridlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:



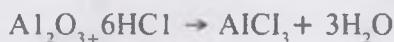
Aluminiy qizdirilganda azot bilan birikib AlN **aluminiy nitrid**, oltingugurt bilan birikib Al_2S_3 **aluminiy sulfid**, uglerod bilan birikib Al_4C_3 aluminiy karbid hosil qiladi. Aluminiyning deyarli barcha tuzlari kristallogidratlardir. Shuning uchun tarkibiga bir nechta suv molekulalarini biriktirib oladi:



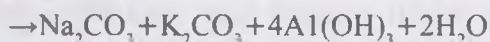
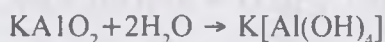
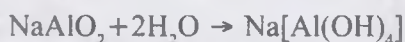
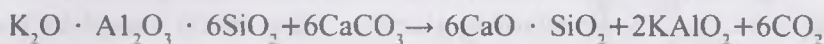
Ba'zi hollarda $AlCl_3$ kristallari dimerlangan holatda mavjud bo'ladi.

Aluminiyning bu birikmalari ko'pgina tuzlar bilan qo'shaloq tuz – **achchiqtosh** hosil qiladi. Aluminiyning sanoatda eng ko'p ishlatiladigan birikmalari Al_2O_3 va $Al(OH)_3$ dir.

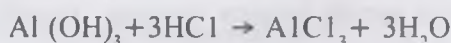
Aluminiy oksid – Al_2O_3 , oq kukun, to'qqiz xil modifikatsiyaga ega. Bular ichida eng beqaror modifikatsiyasi kristall panjarasiga ega bo'lgan romboedrik d – Al_2O_3 va kubsimon h – Al_2O_3 dir. Kristall holatidagi Al_2O_3 kimyoviy barqaror suv va kislotalar ta'siriga juda chidamli, ishqorda uzoq qizdirilganda qisman eriydi. Al_2O_3 amfoter xos-saga ega bo'lgani uchun kislota va ishqorlarda eriydi:



Sanoatda dala shpatlari maxsus pechlarda qizdirilib, ohaktoshlar ishtirokida pishiriladi. Hosil bo'lgan xomashyoni suvda eritib karbonat angidrid ta'sirida $Al(OH)_3$ cho'ktiriladi. Cho'kmaga termik ishlov berish yo'li bilan uni Al_2O_3 ga aylantiriladi.



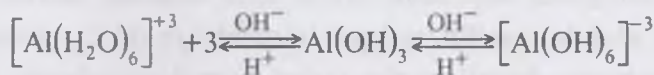
Aluminiy gidroksid $Al(OH)_3$ kislota va ishqorlarda yaxshi eriydi.



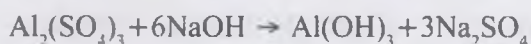
yoki



Umuman olganda bu reaksiyalarni quyidagi sxema asosida tushuntirish mumkin:



$Al(OH)_3$ laboratoriyada bilvosita usul bilan olinadi:



Ishlatilishi. Aluminiy va uning birikmalari elektrotexnikada turli xil qotishmalar olishda, konditer va to'qimachilik sanoatida, issiqlikka va o'tga chidamli moddalar tayyorlashda, keramika, sement va shisha olishda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

11. 2. GALLIY GRUPPACHASI ELEMENTLARI

Galliy gruppachasi elementlariga galliy Ga, indiy Jn va talliy Tl kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^2 , p^1 elektronlar mavjud. Bu elementlarning oksidlanish darajasi +3 ga teng, faqat talliy +1 oksidlanish darajasini ham namoyon qiladi. Galliy va indiy $sp^3 d^2$ gibridlangan orbitallar hosil qilganida koordinatsion soni 6 ga, talliy esa $sp^3 d^2 f$ gibridlangan orbital hosil qilgani uchun koordinatsion soni 8 ga teng bo'ladi.

Tabiatda uchrashi. Tabiatda galliyning ^{69}Ga , ^{71}Ga , indiyning ^{113}In , ^{115}In va talliyning ^{203}Tl , ^{205}Tl kabi izotoplari bor. Bu elementlar tabiatda gallit lorandit va avitsenit minerallari holida aluminiy, rux, qo'rg'oshin rudalari tarkibida juda oz miqdorda uchraydi.

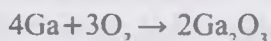
Olinishi. Galliyni birinchi bo'lib Lekok-de Buabodran 1875-yili rux rudalarini spektr nurlari bilan tekshirish natijasida topgan. Galliyni ajratib olish usuli birmuncha murakkab. Buning uchun laboratoriya sharoitida galliyni, birinchi navbatda, sianoferratlar holida cho'ktirib, qizdirish natijasida Ga_2O_3 va Fe_2O_3 lar aralashmasi hosil qilinadi. Bu aralashmani kaliy gidrosulfat ishtirokida suyuqlantirib, ishqoriy muhitda temir birikmalari cho'ktiriladi. Eritmada galliy birikmalari qoladi. Eritmadan $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ni xlorid kislota va ammiak ishtirokida cho'ktirib, qizdiriladi. Hosil bo'lgan galliy oksidi Ga_2O_3 ni vodorodli muhitda qaytarib toza holda galliy metali ajratib olinadi.

Indiy elementini birinchi bo'lib 1863-yili Rayx va Rixter rux rudalari tarkibidan ajratib olishga muvaffaq bo'lganlar. Laboratoriyada indiy olishda tarkibida indiy dementi ko'p bo'lgan qo'rg'oshin va rux rudalari xlorid kislota bilan ishlanadi. Natijada u ba'zi og'ir metallar bilan birgalikda quyqa tarkibida qoladi. Bu quyqadagi og'ir metallar vodorod sulfid ta'sirida cho'ktiriladi. Eritma ammiak ta'sirida ishlanib, indiy kristall gidrati hosil qilinadi. Hosil bo'lgan kristall gidratga termik ishlov berib Jn_2O_3 ga aylantiriladi. Hosil bo'lgan indiy oksidi vodorod bilan qaytariladi yoki suyuqlantirilib, elektroliz qilish natijasida toza indiy ajratib olinadi.

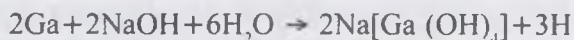
Talliy elementini birinchi bo'lib 1861-yili Kruks sulfat kislota ishlab chiqaradigan zavodlardagi qo'rg'oshin kameralarida to'plangan quyqani spektr analiz qilish jarayonida uchratgan. Laboratoriyada talliyni olish uchun tarkibida talliy mo'l bo'lgan kolchedanlar qaynoq suvda yuvilib, eritmaga o'tgan xloridlar holida cho'ktiriladi. Cho'kmani sulfatlar holida eritmaga o'tkazib, elektroliz qilish natijasida toza talliy ajratib olinadi.

Xossalari. Galliy – kumushrang oqish, yaltiroq metall. Galliy davriy sistemada aluminiy joylashgan qatorda turgani uchun o'zining kimyoviy xossalari bilan alumiyni juda o'xshash.

Galliy qizdirilganda kislorod bilan birikadi.



Galliy aluminiyga oʻxshab amfoter xossaga ega boʻlganligi uchun kislota ishqorlarda eriydi:

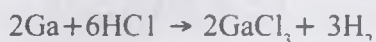
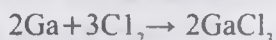


Galliy qizdirilganda koʻpgina metallar bilan past temperaturada suyuqlanadiga qotishmalar hosil qiladi.

Indiy – oqish kumushrang, yaltiroq, yumshoq, past temperaturada suyuqlanadigan metall. Oddiy sharoitda indiy kislorod taʼsirida yaltiroqligini oʻzgartirmaydi qizdirilganda yupqa parda hosil qilib oksidlanadi. Indiy suyuqlanish temperaturasi dan yuqorida juda tez oksidlanadi. Indiy qizdirilganda xlorda shiddatli yonadi. Indiy boshqa galogenlar va oltingugurt bilan toʻgʻridan toʻgʻri birikib, JnBr_3 , JnJ_3 , Jn_2S tarkibli birikmalar hosil qiladi. Xlorid kislotalarda yaxshi, sulfat va nitrat kislotalarda qisman eriydi. Qizdirilganda erish jarayoni tezlashadi. Indiy qizdirilganda ishqorlarda oz miqdorda eriydi, havo va suv taʼsirida oson korroziyalanadi.

Toza holda talliy oq, yaltiroq, yumshoq, $302,5^\circ\text{C}$ da suyuqlanadigan metall. Havoda juda tez oksidlanadi, chunki bir valentli talliy birikmalari ishqoriy metallarning birikmalariga oʻxshab asos xossaga ega. Talliy xlorid va sulfat kislotalarda yomon, suyultirilgan nitrat kislotalarda yaxshi eriydi. Suyultirilgan ishqorlar talliyga taʼsir etmaydi. Oddiy sharoitda talliy galogenlar bilan toʻgʻridan toʻgʻri birikadi. Qizdirilganda oltingugurt gruppachasi elementlari bilan reaksiyaga kirishadi. Suyuqlantirilganda mishyak va surma bilan birikadi. Talliy bor, kremniy, azot, fosfor bilan reaksiyaga kirishmaydi. Talliy molekular vodorod bilan birikmaydi.

Birikmalari. *Galliy xlorid* GaCl_3 – oq kristall modda. Elektr toki taʼsirida galliyga xlor taʼsir ettirib yoki metallni xlorid kislotalarda eritib olish mumkin:

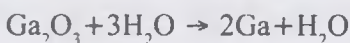
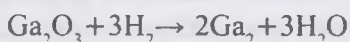


Galliy xlorid suvda yaxshi erishi natijasida katta issiqlik energiyasi ajralib chiqadi:



Galliy bromid GaBr_3 , – galliy yodid GaJ_3 , galliy fluorid GaF_3 suvda va suyultirilgan kislotalarda qiyin eriydigan rangsiz kristall moddalardir. Xossalari bilan GaCl_3 ga oʻxshaydi.

Galliy oksid Ga_2O_3 – oq rangli kukun. Uni galliy nitrat va galliy sulfatni termik parchalash natijasida hosil qilinadi. Ga_2O_3 qizdirilganda kislota va ishqorlarda erish xossasini yoʻqotadi. Ga_2O_3 elektr tokida vodorod taʼsirida galliy metalligacha qaytariladi. Bu jarayon ikki bosqichda boradi:



Galliy oksid aluminiy oksidga o'xshash $\alpha - \text{Ga}_2\text{O}_3$, $\gamma - \text{Ga}_2\text{O}_3$ modifikatsiyaga ega. Galliy gidroksid $\text{Ga}(\text{OH})_3$ – och-kulrang tusli amfoter xossaga ega bo'lgan amorf modda. Uch valentli galliy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Galliy sulfid Ga_2S_3 och-sarg'ish kukun. Galliyga yuqori temperaturada oltingugurt ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Suv ta'sirida H_2S ajratib parchalanadi. Qizdirilganda Ga_2S_3 hosil qilib qaytariladi.

Galliy sulfat $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$ – suvli eritmalarini quritish natijasida tarkibida 18 molekula suvni saqlagan holda rangi oq, yumshoq, plastinkasimon kristallanadi. $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$ suvda yaxshi eriydi, qizdirilganda SO_3 hosil qilib parchalanadi. Bulardan tashqari, $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{Ga}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallgidrat birikmalari mavjud.

Indiy xlorid JnCl_3 – och-kulrang, yaltiroq kristall, qizdirilgan indiy metaliga yoki indiy oksidiga cho'g'lantirilgan ko'mir ishtirokida xlor ta'sir ettirib olinadi. Indiy xlorid suvda yaxshi gidrolizlanadi. Indiy xlorid eritmasi bug'latilganda $\text{JnCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ holida kristallanadi. Ishqoriy metallarning xloridlari bilan $(\text{NH}_4)_2\text{JnCl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{JnCl}_6 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ tarkibli qo'shaloq tuzlar hosil qiladi. Indiy yodid va indiy bromid birikmalari xossalari jihatidan indiy xlorid birikmasiga o'xshaydi.

Indiy oksid Jn_2O_3 – och sariq rangli amfoter xossaga ega bo'lgan kukun. Indiyini qizdirib kislorod ishtirokida yondirish yoki gidroksid sulfat va nitrat birikmalarini termik parchalash natijasida Jn_2O_3 hosil qilinadi. Jn_2O_3 qizdirilganda kislotalarda eriydi, ishqorlarda kam eriydi. Uzoq vaqt qizdirish natijasida kukun Jr_2O_3 kristall tuzilishga aylanadi. Indiy gidroksid $\text{Jn}(\text{OH})_3$ bilvosita usulda, uning tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi.

Talliy o'z birikmalarida +1 va +3 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Lekin talliyning bir valentli birikmalari barqaror moddalardir. Uch valentli talliyning birikmalari bir valentli talliy birikmasiga tezda qaytariladi, shuning uchun ular kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Bir valentli talliy birikmalari xossalari bilan ishqoriy metallarning birikmalariga, uch valentli birikmalari esa, aluminiy birikmalariga o'xshaydi. Masalan, talliy (I) gidroksid suvda yaxshi erib, kuchli asos xossasini namoyon qiladi. Talliyning karbonatli birikmasi eruvchanligi va xossalari bilan K_2CO_3 va Na_2CO_3 ga o'xshaydi. Bir valentli talliyning ko'pgina tuzlari rangsiz, qizdirilganda uchuvchan, eritmalaridan suvsiz kristallanadigan moddalardir. Talliyning kuchsiz kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari gidrolizga yaxshi uchrab, ishqoriy muhit namoyon qiladi. Lekin bir valentli talliy birikmalari kompleks birikmalar hosil qilish xossasiga ega emasligi bilan ajralib turadi.

Talliyning uch valentli birikmalari kompleks birikmalar hosil qilish xossasiga ega. Uch valentli talliyning sulfat va nitrat birikmalari, hatto, nam havoda sekin-asta gidroksidga aylanib qoladi. Uch valentli talliy tuzlari gidroliz natijasida kislotali muhit namoyon qiladi.

Galliy, indiy, talliylarning oksidlanish darajasi +1 bo'lgan birikmalarning barqarorligi guruh bo'yicha yuqoridan pastga qarab ortib boradi. Masalan, galliy qattiq

holatdagi GaI va $\text{Ga}(\text{AlCl})_4$ birikmalarini hosil qiladi. $\text{Ga}(\text{I})$ va $\text{Ga}(\text{II})$ galogenidlari (GaCl va GaCl_2) galliy (III) galogenidlariga metallsimon galliyni proporsional tarzda ta'sir ettirib hosil qilish mumkin:



Galliy (II) va indiy (I) birikmalarining xossalari bir-biriga o'xshash bo'lib, suvdagi e'rishi natijasida disproporsiyalanib ketadi.



Talliyning TI^{+1} suvda disproporsiyalanishga chidamli, chunki TI^{3+} ionini hosil qilish qiyin kechadi.

Ishlatilishi. Galliy, indiy, talliy va ularning birikmalari yuqori temperaturalar ni o'lchashda ishlatiladigan termometrlar, yarimo'tkazgichlar, past temperaturada suyuqlanadigan qotishmalar olishda, vakuum asboblari, elektronay va fotoelementlar tayyorlashda, tibbiyotda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

O'N TO'RTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

11.3. UGLEROD KIMYOSI

Uglerodning ikkita barqaror izotopi ^{12}C (99, 892%) va ^{13}C (1,108%) bor. Radioaktiv izotopi muhim ahamiyatga ega (uning yarim yemirilish davri 5600 yil) bo'lib izotop indikator sifatida qo'llaniladi. Uglerod quyoshda ham uchraydi. Uglerod va uning birikmalari tabiatda keng tarqalgan. Buning boisi shundaki, uglerod boshqa kimyoviy elementlardan farq qiladigan o'ziga xos xususiyatlarga ega. Uglerodning yer qa'ridagi massasi $2,3 \cdot 10^{-2}\%$ ni tashkil etadi.

Uglerod ko'pgina elementlar bilan birika oladi. Uning bu xususiyati davriy sistemadagi o'rni, elektronegativligi va kovalent bog' hosil qilishi bilan bogliq.

Uglerod atomlari bir-biri bilan birikib, turli xildagi uglerod zanjirlarini hosil qiladi. To'g'ri zanjirli oddiy uglevodlar, tarmoqlangan yuqori molekulyar birikmalar, bir halqali va ko'p halqali aromatik birikmalar shular jumlasidandir.

Organik birikmalarining katta qismi faqat kimyoviy tuzilishi bilan farq qiladigan izomerlarga ega. Bu – izomeriya hodisasi bilan bog'liqdir. Shuning uchun har bir uglerod o'zining birikmalari ko'pligi, texnika, insonlar, jonivorlar olamida benihoya ahamiyatli bo'lgani uchun barcha boshqa elementlardan ajralib turadi. Uglerod birikmalarisiz tabiatni, hayotimizni va borliqni tasavvur qilib bo'lmaydi. U hayotning asosi bo'lgan oqsillar, meva, sabzavot, o'simliklar, ko'mir, neft, gazlar, olamni o'rab turgan minglab xil boyliklar tarkibiga kiradi.

Hozirgi vaqtda bir necha million organik birikma ma'lum, bularning katta qismi sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda. Bularga har yili million-million tonna ishlab chiqarilayotgan polimerlar, spirtlar, ozuqa mahsulotlari, kislotalar, yog'lar, moy-

lar, yoqilg'ilar misol bo'ladi. Bu mahsulotlarning asosiy qismi xalq xo'jaligi, tibbiyot, texnika va sanoat uchun zarur bo'lgan birikmalardir. Agar hali sintez qilib olinmagan, lekin olimlar fikrida yashayotgan izomer birikmalarni hisobga olsak, bu hali matematika faniga ham ma'lum bo'lmagan ulkan sonlarni hosil qilgan bo'lardi. Buni quyidagi misolda isbotlash mumkin: tarkibida yigirmata uglerodi bo'lgan eykozanning izomerlar soni 36797588 ga va 30 ta uglerodi bo'lgan birikmada izomerlar soni 4111846763 ga tengdir.

Uglerodni erkin holatda dastlab A. Lavuazye tekshirgan. Uglerod lotincha «karbonum» so'zidan olingan: «karbo» so'zi «ko'mir» demakdir.

Uglerodning yana bir modifikatsiyasi fullezen nomini oldi. U uglerodning allotropik shakllaridan biri sifatida tan olindi.

Uglerod allotropiyasi. Uglerod tabiatda bir necha xil ko'rinishda uchraydi. Bu uglerod allotropiyasi deb yuritiladi. Graftit, olmos, karbin va lonsdeylit bu uglerodning allotropik shakllaridir. Graftit tabiiy mineral bo'lib, ko'p narsalar ta'siriga berilmaydigan va juda yuqori issiqlikka chidaydigan mahsulot. Sun'iy graftit ham yaratilgan. Graftit 3700°C da suyuqlikka aylanmagan holda bug'ga o'tadi. Uni suyuqlikka aylantirish uchun temperaturani $3800\text{--}3900^{\circ}\text{C}$ gacha yetkazgan holda bosimni oshirish zarur bo'ladi. (11.1-rasm).

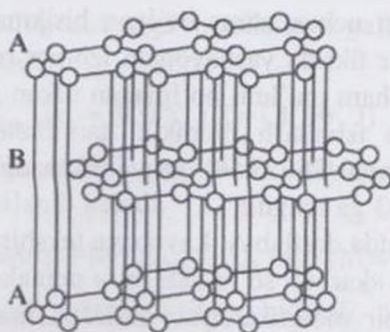
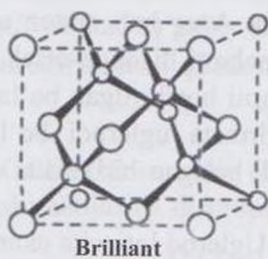
Graftitning 4% i qalam tayyorlashda, qolgan qismi atom reaktorlarda, yonish kameralarida, sopol buyumlar tayyorlashda, sanoat va texnikada qo'llanilmoqda. Graftitdan sun'iy olmos tayyorlanadi. U elektrodlar, qattiq podshipniklar materiali sifatida ishlatiladi.

Olmos bilan graftit atomlarining kristall panjarada qanday joylashganligi bilan bir-biridan farq qiladi. Olmos kristallidagi har bir uglerod atomi o'zining atrofida bir xil masofada joylashgan boshqa to'rtta atom bilan kovalent bog' orqali bog'langan.

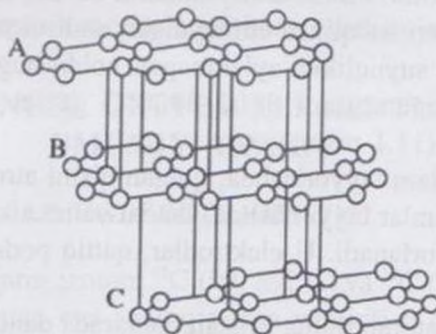
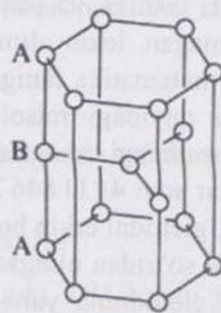
Graftit kristallari olti zvenoli halqalarning bir-biriga tutashuvidan hosil bo'lgan atom qatlamlaridan tashkil topgan.

Bu qatlamlar bir-biridan $0,335\text{ nm}$ ga teng masofada joylashgan bo'lib, harakatchan elektronlar vositasida bog'lanadi. Bunday bog' tufayli graftitda metallik xossalari mavjud. Graftitning tiniqmasligi, yaltiroqligi, yuqori elektr o'tkazuvchanligi shunga bog'liq. Alohida ajratib olingan qatlamda atomlar kuchli bog'langan, lekin qatlamlar orasidagi bog'lar kuchsiz bo'lib, kristall yupqa qatlamlarga oson ajratiladi. Moddalarning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lib, kristall panjara tuzilishi har xil bo'lganda polimorfizm hodisasi vujudga keladi. Bunday moddalar *polimorf modifikatsiyalar* deyiladi. Shunday qilib, olmos bilan graftit (shu jumladan, karbin ham) uglerodning polimorf modifikatsiyalari hisoblanadi. Olmosning zichligi $3,52\text{ g/sm}^3$ ga teng bo'lib (tarkibida aralashma sifatida graftit va boshqalar bo'ladigan karborundniki $3,0\text{ g/sm}^3$ atrofida), graftitniki $2,23\text{ g/sm}^3$ ga teng. Graftit atom strukturasining «po'latligi» zichligini deyarli bir yarim marta kamaytirishga olib keladi, u lonsdeylit meteoritlarda topilgan va sun'iy yo'l bilan olingan.

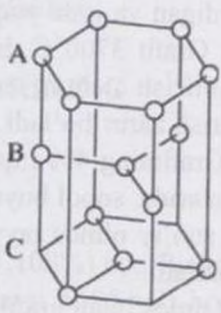
Kimyoviy xossalari. Oddiy sharoitda uglerod (graftit, ko'mir, olmos) inert bo'lib, qizdirilganda xossalari o'zgaradi. Bunda ko'mir kislorod bilan osongina birikadi va



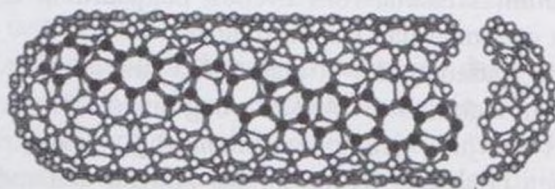
α - Gaphit



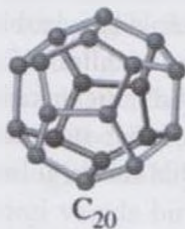
β - Gaphit



C_{60} ning ko'rinishlaridan biri

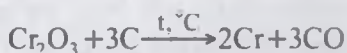
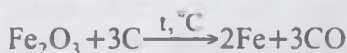


Uglerod nanonaychasi

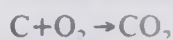
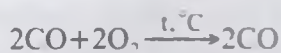


11.1-rasm. Uglerod modifikatsiyalari ko'rinishlari.

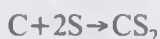
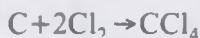
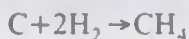
qaytaruvchi bo'lib hisoblanadi. Rudalardan metallarni eritib ajratib olish metallar oksidlarini ko'mir bilan qaytarishga asoslangan bo'lib, metallurgiyada keng qo'llaniladi:



Uglerod kislorod bilan birikib, uglerod monooksidi (is gazi) va uglerod dioksidi (karbonat anhidrid) hosil qiladi:



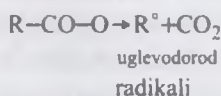
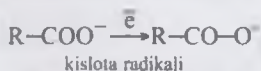
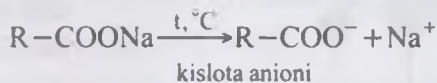
Yuqori temperaturada uglerod metallmaslar bilan birikib, turli birikmalar hosil qiladi:



UGLEVODORODLAR

Ikki kimyoviy element– uglerod va vodoroddan tashkil topgan birikmalar uglevodorodlar deyiladi. Tarkibi hammasi bo'lib ikki elementdan iborat bunday birikmalar xossalari jihatidan bir-biridan unchalik farq qilmasligi kerak edi. Amainda esa buning aksini ko'ramiz. Uglevodorodlar tuzilishining o'ziga xos xususiyati ularda barqaror uglerod-uglerod bog'larining borligi bo'lib, bular oddiy, qo'sh bog' va uch bog' bilan bog'langan bo'ladi. Boshqa biror element bunday strukturali birikmalarni hosil qila olmaydi. Shuning uchun ham uglevodorodlar va ularning hosilalari behad ko'p va turli-tumandir.

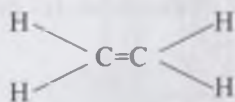
Alkanlar tabiiy gazlar, neft, koks gazlari va boshqa birikmalardan ajratib olinadi. Ular to'yinmagan uglevodorodlarni katalitik gidrogenlash, galogenli hosilalarni qaytarish bilan ham sintez qilinadi. Karbon kislota tuzlarini elektroliz qilganda ham alkanlar hosil bo'ladi. Bunda kislota anionlari anodda erkin radikallarga parchalanib o'zaro birikadi va murakkabroq uglevodorodlar hosil qiladi. Bu Kolbe reaksiyasi nomi bilan ma'lumdur:





uglevodorod

Molekulasida uglerod atomlari orasida qo'sh bog' mavjud bo'lgan birikmalar **olefinlar** (to'ynmagan uglevodorodlar), uch bog' bo'lgan birikmalar esa **atsetilen uglevodorodlari** deyiladi. Etilen va atsetilen bularning oddiy vakillari hisoblanadi:

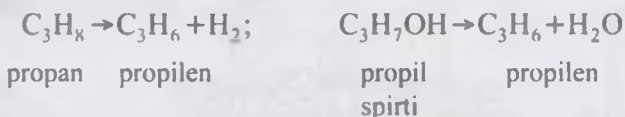


etilen

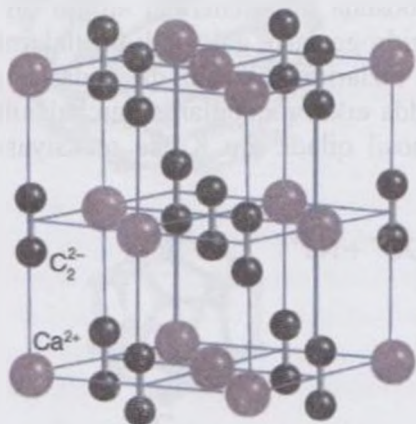
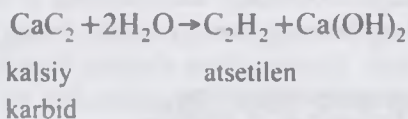
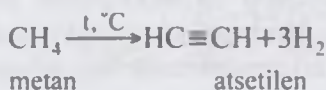


atsetilen

Etilen qatori uglevodorodlari gapropilen C_3H_6 , butilen CH_8 , amilen C_5H_{10} va boshqalar kiradi. Olefinlar neft mahsulotlari, koks gazlari, to'yingan uglevodorodlardan va spirtlarni degidrogenlash va degidratlash yo'li bilan olinadi:

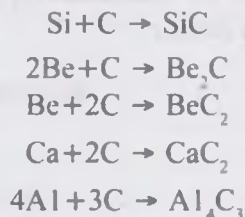


Atsetilen tabiiy gazlar (metan) dan va kalsiy karbiddan quyidagi reaksiyalar orqali olinadi:



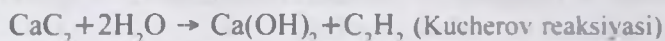
11.2-rasm. CaC_2 - tosh tuzidan olingan birikmasi tuzilishi.

Metall karbidlari. Uglerodning unga nisbatan elektromusbat bo'lgan metallar va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari *karbidlar* deyiladi. Metallar ko'mir bilan qizdirilganda karbidlar hosil bo'ladi (11.2-rasm):



Karbidlar kristall tuzilishga ega bo'lib, ular-da kimyoviy bog'lanishning uch xili ma'lum: tuzsimon (ion bog'lanishli) metallsimon (intermetall) va kovalent karbidlar.

Tuzsimon karbidlar ion va kovalent bog'lar oralig'idagi bog' tabiatiga ega bo'lib, bularning vakillariga Be_2C , Mg_2C , CaC_2 , BaC_2 , Al_4C_3 va boshqalar kiradi, ular suv bilan o'zaro ta'sirlashganda gidroksidlar va tegishli uglevodorodlar hosil bo'ladi:



Ba'zi metallarning (ayniqsa, misning) atsetilen bilan hosil qilgan karbidlari tashqi ta'sir (zarba) natijasida tez parchalanadi. Bularga Cu_2C , Ag_2C_2 , Au_2C_2 va Hg_2C lar misol bo'ladi. Uran karbidiga suv ta'sir ettirilganda gaz va suyuq holdagi turli uglevodorodlar aralashmasi hosil bo'ladi.

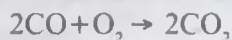
Metallsimon karbidlarda uglerod atomlari zich joylashgan metall atomlari orasidagi oktaedrik bo'shliqlarda joylashadi. Bunday birikmalar o'ta qattiqligi va erish temperaturasining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Masalan, niobiy karbid NbC 3500° , gafniy karbid HfC 3890° va tantal karbid TaC 3900°C da suyuqlanadi. Bular qiyin suyuqlanadigan moddalardan bo'lib, suv, kislota va zar suvi bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan kimyoviy passiv birikmalar qatoriga kiradi. Elektr tokini metallar kabi yaxshi o'tkazadi.

d-qator elementlari karbidlarining tarkibi o'zgaruvchan (titan karbidida uglerod miqdori 0,6 – 1,0%, vanadiyda 0,58–1,0% atrofida) bo'ladi. Kremniy karbid SiC va bor karbid B_4C_3 ham shular jumlasiga kiradi. Bu kimyoviy toza birikmalardagi elementlararo bog'lanish haqiqiy kovalent bog'ga yaqin bo'ladi. Buning sababi, kremniy va borning davriy sistemada uglerodga yaqin joylashganligi hamda atomlar o'lchami va elektromanfiylik qiymati jihatidan yaqinligidadir.

Metallar karbidlari mashinasozlikda, shisha qirqishda, metallurgiya, kimyo sanoati va boshqalarda qo'llaniladi.

Uglerodning kislorodli birikmalari. Uglerodning kislorodli birikmalaridan anchaginasini ma'lum bo'lib, bularga CO , CO_2 , C_3O_2 , C_5O_2 , C_6O_9 va siklik birikma (efir) lardan $\text{C}_{12}\text{O}_{12}$ bilan $(\text{C}_4\text{O}_3)_n$ lar kiradi. Bulardan uglerod monoksid – CO bilan dioksid – CO_2 anorganik moddalar, qolganlari esa organik birikmalar qatoriga kiritiladi.

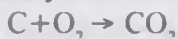
Uglerod monoksid – rangsiz, suvda kam eruvchan hamda hidsiz gaz. Uni «is gazi» (ko'mir chala yonganda yoki organik birikmalar oksidlanganda hosil bo'ladi) deb ham yuritadilar. Uglerod monoksid juda zaharli gaz bo'lib, odam qonidagi gemoglobinni buzadi. Uning havoda ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,02 mg/l ni tashkil etadi. Uglerod monoksid yonib, dioksidga aylanadi:

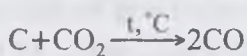


CO laboratoriya sharoitida chumoli kislotaga o'ziga suvni tortib oluvchi reagentlarni ta'sir ettirib olsa bo'ladi (H_2SO_4 , P_2O_5)



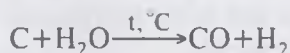
Sanoatda uglerod monoksid generator gazi, suv gazi va aralash gaz holida olinadi. Generator gazi havoda ko'mirni chala yondirib olinadi:





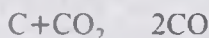
Generator gazida 25% uglerod monoksid, 70% azot, 4,0% uglerod dioksid, 0,3 miqdorda metan, kislorod va vodorod bo'ladi.

Agar cho'g'langan ko'mirdan suv bug'i o'tkazilsa, uglerod monoksidning vodorod bilan aralashmasi hosil bo'ladi (texnikada bu aralashma suv gazi nomi bilan ma'lum).



Suv gazining tarkibi: CO –40,0%, H₂–50,0%, CO₂–5,0%, H₂O –4,0% va hokaz.

Suv gazi olish reaksiyasi endotermik jarayon bo'lganligi sababli ko'mir soviyot. Ko'mirni cho'g'langan holda saqlab turish uchun generator gazi va suv gazi olish reaksiyalari bir vaqtning o'zida borishi kerak:

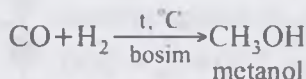
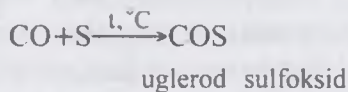
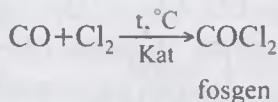


Bu reaksiyada muvozanat yuqori temperaturada (>1000°C) o'ngga siljiga bo'ladi, pastda esa chap tomonga siljiydi (H°=172 kJ, S°=176 J/k).

Cho'g'langan ko'mirga bir vaqtning o'zida suv bug'i va havo berilganda aralash gaz hosil bo'ladi. Uning tarkibi quyidagichadir (o'rta hisobda): CO–30,0%, H₂–15,0%, CO –5,0%, H –5,0%.

Uglerod monoksid – kuchli qaytaruvchi. Uning molekulasidagi kimyoviy bog'lanish kuchli bo'lganligi sababli, uglerod monoksid ishtirokida boradigan oksidlanish qaytarilish reaksiyalari yuqori temperaturadagina tez boradi. Oksidlarni uglerod monoksid yordamida qaytarish metallurgiyada katta ahamiyatga ega.

Uglerod monoksid biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi:



Metallar karbonillari. Uglerod (II) oksidning metallar bilan birikmalarining soni mingdan ortadi, hammasi zaharli moddalar hisoblanadi. Metall-ligand bog'lanishi mavjudligi sababli ular π komplekslarga yaqin turadi. CO- ligandlar uglerod atomi orqali metallar bilan oksidlanish darajasi nol bo'lgan holatda kovalent bog'langan d- elementlari karbonillari yengil, suvda erimaydigan, qutblanmagan eritmalarda eriydigan, tez uchuvchan, kislota va ishqorlarga indefferent bo'lgan birikmalardir.

Metallar karbonillarini 100–200°C yuqori bosimda kukunsimon metallga uglerod monoksid ta'sir ettirib olinadi.

Ayrim metallarning karbonillari

Temir	Nikel	Kobalt	Xrom	Volfram
$\text{Fe}(\text{CO})_4$	$\text{Ni}(\text{CO})_4$	$\text{CO}(\text{CO})_8$	$\text{Cr}(\text{CO})_6$	$\text{W}(\text{CO})_6$
$\text{Fe}_2(\text{CO})_8$	$\text{Ni}_2(\text{CO})_8$	$\text{CO}(\text{CO})_{12}$		
$\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$		$\text{CO}(\text{CO})_{16}$		

Karbonillar diamagnitlardir. CO ning metall bilan o'zaro bog'i juda mustahkamligi bu yerda donor-akseptor va dativ birikish borligi bilan tushuntiriladi. Shunga qaramay, karbonillar qizdirilganda metall va CO ga osongina parchalanadi. Nikel karbonilining parchalanishi portlash bilan boradi.

Metallarning karbonillari kimyoviy reaksiyalarda CO gruppalarini boshqa ligandlar (to'yinmagan uglevodorodlar, fosfinlar, aminlar, izonitrillar, NO va boshqalar) ga to'la yoki qisman almashadi. Galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, karbonil metall anionigacha qaytariladi. Metallarning karbonillari sanoatda gidroformillash, karboksillash, gidrogenlash va polimerlash kabi reaksiyalarda katalizator sifatida hamda turli metallorganik birikmalar sintezida xomashyo sifatida ishlatiladi.

Uglerod dioksid – CO_2 organik birikmalar oksidlanishi natijasida doimo hosil bo'lib turadi. Normal bosimda 100 l suvda 0°C da 171 l, 10°C da 119 l va 20°C da 88 l CO_2 eriydi. Bosim ortishi bilan uning suvda erishi ko'payadi. CO_2 molekullari orasidagi kovalent bog'ning tabiati ular orasidagi donor-akseptor birikishni yo'qqa chiqaradi. CO_2 molekulasidagi uglerod – kislorod bog'i orasidagi masofa (116 nm) chumoli aldegidnikiga qaraganda 6 nm ga kamroqdir.

Qattiq holdagi uglerod dioksidi suyuqlanmasdan – 78°C da bug'lanadi. U havodan bir yarim baravar og'ir, havodagi 10% li miqdori hayot uchun xavfli hisoblanadi.

Sanoatda CO_2 ohaktoshni qizdirib olinadi:



Laboratoriyada CO_2 Kipp apparatida quyidagi reaksiya bilan sintez qilinadi:



Uglerod dioksid soda, karbamid, karbonat kislota olishda, suv va meva sharbatlarini gazlashtirishda qo'llaniladi. «Quruqmuz» muzqaymoq tayyorlashda hamda oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda, sovitish zarur bo'lgan ishlarda keng ishlatiladi.

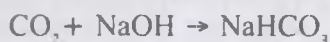
Karbonat kislota – H_2CO_3 suvli eritmadagina mavjud bo'la oladi. Qizdirilganda uglerod dioksid uchib ketadi. H_2CO_3 ning hosil bo'lish muvozanati chapga suriladi va

oxirida suv qoladi. U kuchsiz kislotalardan bo'lib, $K_1=4,2 \cdot 10^{-7}$ va $IC=4,8 \cdot 10^{-12}$ teng. CO_3^{2-} ioni yassi uchburchak tuzilishiga ega (sp^2 – gibrirlangan holat va kallangan π -bog'), $d(C-O)=129$ nm ga teng.

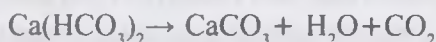
Ikki asosli karbonat kislota o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi. O'rta tuzlar **karbonatlar**, nordonlari esa **gidrokarbonatlar** deyiladi. Karbonatlar, odatda, suvda eriydi. Natriy, kaliy, rubidiy va seziy va ammoniy karbonatlar suvda yaxshi eriydi. Karbonatlar qizdirilganda metall oksidi va CO_2 hosil qilib parchalanadi. Elementar metallik xossasi kuchli namoyon bo'lishi bilan karbonat tuzlarining barqarorligi ortib boradi. Natriy karbonat parchalanmasdan suyuqlanadi, kalsiy karbonat 800°C da, kumush karbonat esa 100°C da parchalanadi.

Ishqoriy metallar uchun nordon karbonat (gidrokarbonat)lar ma'lum. Sekin qizdirilganda ular oson parchalanadi. Gidrokarbonatlar $NaHCO_3$ dan $CsHCO_3$ ga o'tguncha barqarorligi ortadi.

Karbonat kislota tuzlari uglerod dioksidga ishqor ta'sir ettirish orqali olinishi mumkin:



Gidrokarbonatlar qizdirilganda karbonatlarga o'tishi mumkin:

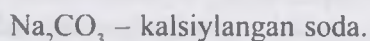
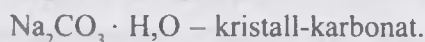
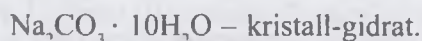


Suvda erimaydigan karbonatlar tegishli tuzlar bilan almashinish reaksiyalari yordamida hosil qilinadi. Suvda eriydigan karbonatlar ta'sirida gidrolizlanadigan kationlar (Be^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} va boshqalar) asos karbonatlarni, kuchli gidrolizlanadigan kationlar (Al^{+3} , Cr^{+3} , Ti^{+4} va boshqalar) gidroksid qoldiqlarini beradi.

Karbonat kislota tuzlaridan kalsiy karbonat $CaCO_3$ tabiatda ohaktosh, bo'r va marmar ko'rinishida keng tarqalgan. Magniy karbonat $MgCO_3$ **magnezit** nomi bilan ma'lum bo'lgan mineraldir.

Mis gidroksokarbonat $(CaOH)_2 CO_3$ tabiatda uchraydigan malaxit mineralidir. Ba'zi karbonatlar, shu jumladan, temir shpati $FeCO_3$ va galmey $ZnCO_3$, qimmatli rudalar hisoblanib, asosan, metall olishda ishlatiladi.

Natriy karbonat Na_2CO_3 . U soda nomi bilan yuritilib, uning bir necha xil shakli ma'lum:



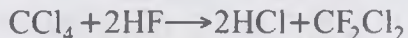
Eng ko'p ishlatiladigan kalsinatsilangan (kristallizatsiya suvi bo'lmagan) sodadir. Shisha, sovun, to'qimachilik, bo'yoqchilik, suvni yumshatish va boshqa qator sohalarda ishlatiladi.

Ichimlik sodasidan tibbiyot, oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va boshqa tarmoqlarda keng foydalaniladi.

Uglerodning galogenli birikmalari. Uglerod galogenlar bilan ko'pgina birikmalar hosil qiladi. Faqat fluor uglerod bilan to'g'ridan to'g'ri birikib, CF_4 – tetrafluor hosil qiladi. Grafit bilan xlorning reaksiyasini past temperaturada o'tkazish termodinamik jihatdan mumkin bo'lsa-da, amalda uglerod (IV) xlorid – CCl_4 hosil bo'lmaydi, lekin CCl_4 metanga xlor ta'sir ettirib olinadi. Eritmada CCl_4 gidratlangan bo'ladi (11.3-rasm).

Freonlar. Uglerodning galogenli hosilalaridan CF_4 bilan CCl_4 amaliy ahamiyatga ega. Uglerod (IV) fluorid CF_4 gaz bo'lib, $-128^\circ C$ qaynaydi, $-184^\circ C$ da qotadi. Juda inert modda bo'lib, o'zi va uning xlorli hosilalari freonlar nomi bilan ma'lum. Bular sovitish texnikasida qo'llaniladi.

Freon 12 deb ataluvchi diftordixlorometan – CF_2Cl_2 sovitish mashinasining ishchi suyuqligi (xladoagent) hisoblanadi. Freonlar juda barqaror moddalar bo'lib, gidrolizlanmaydi, shu sababli metallarni korroziyaga uchratmaydi. Ular insektotsidlardan aërozollar tayyorlashda erituvchi va fluorli hosilalar olishda oraliq modda sifatida qo'llaniladi. Keng tarqalgan freon-12 uglerod (IV) xlorid CCl_4 bilan HF dan olinadi:

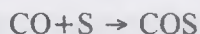


Fosgen – $COCl_2$. Karbonat kislotaning dixloran gidridi, qo'ng'ir gaz, $-118^\circ C$ da qotadi, $8,2^\circ C$ da qaynaydi. $d=1,420$. Suvda yomon, organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

Uglerod oksid bilan xloridan aktivlangan ko'mir ishtirokida olinadi. Fosgen ba'zi eritmalar (masalan, dietilkarbonat), difenilmetan bo'yoqlari, davolash preparatlari, polikarbonatlar va boshqa moddalar olishda ishlatiladi. U o'ta zaharli modda. Birinchi jahon urushi yillarida (1914–1918) zaharlovchi modda sifatida qo'llanilgan. Undan protivogaz yordamida saqlanish mumkin.

Uglerodning oltingugurtli birikmalari. Uglerod disulfid – CS_2 , $-111,9^\circ C$ da qotadigan, $46,2^\circ C$ da qaynaydigan suyuqlik. U suvda yomon, organik eritmalarda yaxshi eriydi, $150^\circ C$ atrofida suv ta'sirida ajratib olinadi. Uni cho'g'langan pista-ko'mirga oltingugurt ta'sir ettirib olinadi. Uglerod disulfid viskoza sanoatida selluloza ksantogenatini olishda, CCl_4 sintezida va boshqa reaksiyalarda ishlatiladi. Undan qishloq xo'jaligi zararkuandalariga va begona o'tlarga qarshi kurashda keng foydalaniladi.

Uglerod sulfoksid – COS . Uglerod (II) oksidni oltingugurt bilan yuqori temperaturada qizdirib yoki $400^\circ C$ da uglerod disulfidga suv ta'sir ettirib olinadi:



Izotiotsian kislota efriga (xantal moyiga) sulfat kislota ishtirokida suv ta'sir ettirilsa ham bo'ladi:

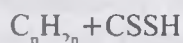
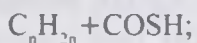


Uglerod sulfoksid kuchsiz qo'lansa hidli rangsiz gaz bo'lib, asabga ta'sir etadi. Ishqorga yutdirilganda KO-CO-SK tarkibli monotiokarbonat kislota tuzi hosil bo'ladi. Alkogolator bilan shu kislolaning nordon tuzlarini hosil qiladi:



COS ba'zi sintezlarda hamda sifat reaksiyalarida ishlatiladi.

Tiokarbonat kislotalar. Bularga misol qilib umumiy ko'rinishda quyidagilarni ko'rsatish mumkin:



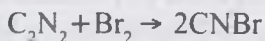
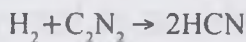
Tiokarbonat kislotalarning barqaror tuzlari ma'lum bo'lib, pestitsidlar, flot reagentlar, vulkanizatsiya tezlatkichlari sifatida ishlatiladi. Tiomochevina, tiokarbonat kislotalar, tiofosgen, ditiokarbamin kislotalar, tritiokarbonat kislotalar efrilari va tuzlari ham amaliy ahamiyatga ega.

Uglerodning azotli birikmalari. Ditsian – C_2N_2 . Elektr toki ta'sirida yuqori temperaturada uglerod to'g'ridan to'g'ri azot bilan birikib, ditsian hosil qiladi. Ditsian – 28°C da qotadi, -20°C da qaynaydi, zaharli gaz, tez alangalanadi, uning kislorod bilan aralashmasi yonganda temperatura 4500°C gacha ko'tariladi. Ditsian molekulasini chiziqli tuzilishga ega: $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$: atomlari orasidagi masofa $d_{\text{C-N}} = 113 \text{ nm}$, $d_{\text{(C-N)}} = 113 \text{ nm}$

Ditsian qizdirilganda (500°C) polimerlanib qoramtir-jigarrang tusli suyuqlar maydigan paratsianga aylanadi.

Havosiz joyda paratsian 860°C gacha qizdirilganda yana ditsianga aylanadi. HCl ni kislorod, NO_2 yoki H_2O_2 bilan katalitik oksidlab paratsian olinadi. Oz miqdordagi ditsian KCN ning suvdagi eritmasi va mis (II) sulfatning o'zaro ta'siridan hosil qilinishi mumkin.

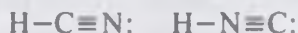
Paratsian kimyoviy xossalari jihatdan galogenlarga yaqin turadi. Shuning uchun ham reaksiyaga juda oson kirishadigan modda hisoblanadi. Bunda hosil bo'ladigan birikmalar o'z tarkibi bilan galogenlardan olinadigan moddalarnikiga o'xshab ketadi (uning tarkibida 2 ta uchbog' va azot atomlarida elektron juftlar bor):



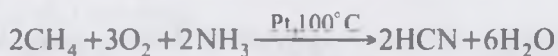
Ditsian etilendiamin ishlab chiqarishda, metallarni qirqishda va payvandlashda yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Sianidkislota HCN. Rangsiz, yengil, uchuvchan suyuqlik, 26,5°C da qaynaydi, achchiq bodom hidiga ega. Eng kuchli zaharli moddalardan biri. Suvli eritmasida kuchsiz kislota xossalarini namoyon qiladi ($K=2,1 \cdot 10^{-9}$).

Suvsiz suyuq sianid kislota kuchli ionlovchi erituvchi bo'lib, unda erigan elektrolitlar ionlarga dissotsilanadi. Sianid kislota ikki xil ko'rinishga ega bo'lib, tautomer muvozanatda bo'ladi:

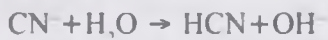


Sanoatda sianid kislota quyidagi katalitik reaksiyalar bilan olinadi:



Sianid kislota qishloq xo'jaligida, ba'zi sintezlarda va kompleks birikmalar olishda ishlatiladi.

HCN tuzlari **sianidl**ar deyiladi. Bulardan KCN va NaCN amaliy ahamiyatga ega. Ular suvda yaxshi eriydigan zaharli moddalardir. Sanoatda metallarning amidlarini yuqori temperaturada ko'mir bilan qizdirib olinadi. Suvda gidrolizlanadi:



Sianid kislota tuzlari eritmaları ishqoriy reaksiyaga ega bo'lib, ularaning hidi sianid kislotani eslatadi.

KCN bilan NaCN kislorod ishtirokida oltin va kumushni eritishga qodirligi sababli bu metallarni rudalardan ajratib olishda qo'llaniladi. Bu tuzlar organik sintezlarda, galvano plastika va galvanostegiyada ishlatiladi.

Tarkibida sian gruppaga bor komplekslar ham anchagina uchraydi: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 4\text{KCN}$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ shular jumlasidandir.

Rodanid kislota – HSCN. Tiotsianat kislota ham deb ataladi. U ikki tautomer holda bo'ladi:



tiotsianat
kislota



izotiotsianat
kislota

U moysimon, uchuvchan, o'tkir hidli suyuqlik, osongina parchalanadi. Rodanid kislotaning suvli eritmasi kuchli kislota bo'lib, $K = 0,14$, shu sababli ishqoriy metallarning tuzlari bo'lgan rodanidlarning gidrolizga uchramaydi. Rodanid kislotaning alkil hosilalari ma'lum, uning o'zidan tiotsianatlarni olishda qo'llaniladi.

Rodanid kislota tuzlari (rodanidlar) kristallar bo'lib, ko'plari suvda, spirtda atsetonda eriydi. Suvdagi eritmalarida kislorod bilan sulfatlar va HCN gacha nadi. Xlor va brom bilan birikib, siangelogenli hosilalar beradi. Temir bilan rodanidlarigacha, rux bilan (HCl eritmasida) esa CH_3NH_2 va H_2S gacha qay

Rodanidlar metall sianidlari bilan oltingugurtning o'zaro ta'siri natijasida. Metall sulfatlari yoki nitratlarining bariy va natriy tiotsianatlariga almas hamda metallar gidroksidlari yoki karbonatlari rodanid kislota bilan reaksiya qilganda ham rodanidlar hosil bo'ladi.

Rodanidlar gafniy bilan sirkoniy ekstraksiyasida reagent sifatida, temir va toblashda, gazlamalar ishlab chiqarishda, galvanotexnika, sovituvchi eritayyorlashda, fotografiyada, metallarni fotometrik usul bilan aniqlashda va boshqa ishlarda keng qo'llaniladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

Olamda keng tarqalgan element – ugleroddir. Bob esa uning kimyosini yo bag'ishlangan bo'lib, juda qamrovli ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Uglerod fikatsiyasining o'ziyoq qanchadan qancha ma'lumotlarni qamraydi. Yaqind qilib olingan fulleren va uning birikmalari ilmiy, amaliy va kelajakda yana yo'nalishlardagi tatbig'i katta ahamiyatga ega ekanligi ko'rinib turibdi. Hay hisoblangan oqsillar, meva, sabzavot, dorivor o'simliklar, neft, gaz, ko'mir va ko'pgina yer osti boyliklarini bundan buyon uglerodning birikmalari sifatida kimyo darajasida o'rganishni taqozo etmoqda. Uglerod va birikmalaridan to dalanishni o'rganish quyidagi masalalarni ko'zda tutadi.

Uglerod, kremniy, germaniy kabi va boshqa elementlar kimyosiga oid en ma'lumotlarni chuqur o'zlashtirish.

Uglerod, olmos, grafit, ko'mir kabi boshqa xomashyolarni chiqindisiz texnologiya o'tkazishni bilish va amaliyotga tatbiq etish.

Uglerod, uglevodorodlar, kremniy organik birikmalar va ulardan foydalar amaldagi texnologiyalarini yanada takomillashtirishga oid internet materiallari biyotlar bilan tanisha borish.

Vatanimiz kimyo korxonalarida ishlab chiqarilayotgan polimerlar turlarining amalda qo'llanilayotgan sohalari va kelajakda ishlab chiqarilishi kutilayotgan yo'nalishlarni bilish.

Mashq va masalalar.

1. Uglerod modifikatsiyalarining nomlari, xossalari va o'ziga xos xossaliklarini tushuntiring.
2. Grafitning olmosga aylanish sharoitini ayting.
3. Karbitlarni izohlang. Ular qanday olinadi?
4. Karbonat kislota nima uchun faqat suvli sharoitdaguna mavjud bo'la oladi?
5. Qattiq suvlarning tarkibi, xossasi va yumshatish usullarini izohlang.

6. Malaxit mineralining suvdagi holatini tushuntiring, tabiiy manbalariga misollar keltiring.

7. Rodanit kislota tarkibidagi elementlarni ayting, uning dissotsiasiyalanish reaksiyasini yozing.

Testlar

1. Tarkibida $4,214 \cdot 10^{23}$ ta molekula bo'lgan natriy karbonat massasi necha g ga tengligini aniqlang.

- A) 74,2 g; B) 76,6 g; C) 78,2g; D) 78,8g.

2. Ammoniy gidroksidning 175 g 10% li eritmasiga 16,8 l (n.sh.) ammiak yutirildi. Hosil bo'lgan eritmadagi ammoniy gidroksidning massa ulushini hisoblang.

- A) 0,10; B) 0,29; C) 0,23; D) 0,32.

3. 1 molyar 2,51 oksalat kislota eritmasini neytrallash uchun zarur bo'ladigan ammiak hajmini (l, n.sh.) aniqlang.

- A) 112; B) 175; C) 56; D) 85.

4. CO va CO₂ dan iborat aralashmadagi uglerod va kislorod massalari nisbati 1 : 2 ga teng. Aralashmadagi gazlarning massa ulushini (%) aniqlang.

- A) 45 : 55; B) 39 : 61; C) 35 : 65; D) 50 : 50.

5. Miqdori 0,25 molga teng bo'lgan malaxit tarkibida necha molatoma kislorod mavjud va shu massaga ega bo'lgan malaxit qizdirilganda (n.sh.) qancha hajm (l) gaz ajralib chiqadi?

- A) 1,25; 5,6; B) 0,625; 2,8;
C) 2,5; 11,2; D) 2,15; 6,5.

6. Elektronlari soni o'zaro teng bo'lgan uglerod (IV) oksid va azot aralashmasining vodorodga nisbatan miqdorini aniqlang.

- A) 13,5; B) 35; C) 5,4; D) 17.

7. Suvning doimiy qattiqligini keltirib chiqaradigan birikmalarni tanlang.

1) magniy gidrokarbonat; 2) magniy sulfat; 3) kalsiy gidroksid; 4) kalsiy karbonat; 5) kalsiy sulfat; 6) kalsiy gidrokarbonat; 7) magniy xlorid.

- A) 1, 2, 5, 7; B) 1, 2, 7, 8;
C) 3, 6, 8; D) 1, 4, 7.

8. Qattiq suvni yumshatish usullarini ko'rsating.

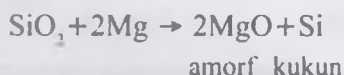
1) qaynatish; 2) suvni kuchli sovitish orqali unda erigan tuzlardan ajratish; 3) mayda qum qatlamidan o'tkazish; 4) soda eritmasi bilan ishlov berish; 5) so'ndirilgan ohak eritmasidan qo'shish; 6) ion-almashtiruvchi kationitlar va anionitlar.

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

11.4. KREMNIY VA UNING BIRIKMALARI

Tabiatda tarqalishi, olinishi va fizik xossalari. Kremniyning tabiatda 3 ta barqaror izotopi bor: ^{28}Si , ^{29}Si va ^{30}Si . Yer qa'rida massa bo'yicha 27,6% ni tashkil etadi. Kremniy tabiatda SiO_2 kremniy (IV) oksid, silikat anhidrid, qumtuproq va silikat kislota tuzlari (silikatlar) holida uchraydi. Uning birikmalaridan alumosilikat (dala shpati, sluda, kaolin va boshqa.) lar ayniqsa keng tarqalgan. Kremniy minerallar va tog' jinslari tarkibidagi bosh element hisoblanadi. O'simlik va hayvonlar organizmida ham uchraydi.

Kremniy dastlab 1811-yilda J.L. Gey-Lyussak va L.J. Tenar tomonidan olingan. Erkin holdagi kremniy mayda oq qum-kremniy (II) oksidni magniy bilan qizdirib olinadi:



Texnikada tetraxlorsilan – SiCl_4 dan ajratib olinadi:

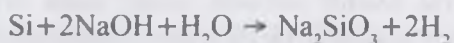
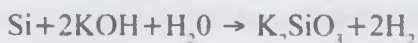


Kristall holdagi kremniy qo'ng'ir-kulrang bo'lib, smolasimon yaltiroq. Uning kristall to'ri tomonlari markazlashgan kub shklida (olmosniki kabi) bo'ladi.

Kremniy yarimo'tkazgich bo'lib, IQ–nurlarni o'tkazadi (qaytarish xususiyati 0,3, sindirish ko'rsatkichi 3,87). Undan fotoelement, kuchaytirgich va tok to'g'rilagichlar tayyorlanadi. Kremniy asosida tayyorlangan elementlarning 250°C gacha ishlay olishi undan foydalanish sohalarini kengaytiradi.

Kimyoviy xossalari. Kremniy suyuqlantirilgan metallarda eriydi, asta-sekin sovitilganda, oktaedrik panjara hosil qilib kristallanadi, oksidlanish darajasi -3 , $+2$ va $+4$. Past temperaturada u kimyoviy jihatdan inert hisoblanadi. Kislorod atmosferasida 400°C dan yuqorida oksidlanadi. Gaz holdagi vodorod ftorid bilan oddiy sharoitda, vodorod xlorid va vodorod bromidlar bilan esa $400\text{--}500^\circ\text{C}$ da reaksiyaga kirishadi. Kremniy galogenlar, vodorod va uglerod bilan birikib tegishlicha kremniy galogenidlar, silanlar va karbid (karborund) hosil qiladi. Oltingugurt va azot bilan ($600\text{--}1000^\circ\text{C}$ da) ham birikadi. Bor bilan SiB_4 va Si_2B_6 kabi birikmalari ma'lum.

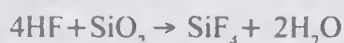
Kremniy vodorod ftorid bilan nitrat kislota aralashmasida, ishqor va ko'pgina metallarning suyuqlantirilgan eritmalarida eriydi. Ishqorlar kremniy bilan reaksiyaga kirishib, vodorod va silikat kislota tuzlarini hosil qiladi:



Kremniyning ko'pgina metallar bilan hosil qilgan silitsidlari (Mg_2Si , FeSi , Cr_3Si va hokazo) qiyin eriydigan, elektr tokini o'tkazuvchi materiallar hisoblanadi. Bular xossalari jihatdan intermetall birikmalarini eslatadi.

Kvarsning tuzilishi va xossalari. Kvars kristall holdagi kremniy (II) oksiddan iborat. Kvarsning tiniq, rangsiz kristallari olti qirrali piramidada joylashgan olti qirrali prizma shakliga ega bo'lib, tog' billuri deyiladi. Aralashmalar ta'sirida binafsharangga bo'yalgan tog' billuri *ametist*, qo'ng'ir ranglisi *tutunsimon topaz* deb nom olgan. Kvars ko'rinishlaridan biri chaqmoq toshdir. Mayda kristall holdagi *agat* va *yashma* ham keng tarqalgan. Kvars ko'pgina murakkab tog' jinslari (granit, gneys) tarkibiga kiradi. Oddiy qum kvarsning mayda qismidir.

Kvars oddiy sharoitda suvda deyarli erimaydi, lekin bosim ostida qizdirilgan suvda 100°C dan yuqorida eriydi. Mana shu usuldan foydalanib, sun'iy kvarsning yirik monokristallari (30 sm va undan yuqori) o'stiriladi. Kvars kislotalarda erimaydi, bundan faqat vodorod fluorid mustasnodir. Kvars bilan HA birikkanda quyidagicha reaksiya boradi:



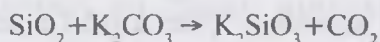
Kvars ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, silikatlar hosil qiladi. Bunday moddalar kvars bilan metall oksidlarini aralashtirib qizdirilganda ham hosil bo'ladi.

Kvars toza kremniy, kvars shisha, silikalsit abraziv materiallari qimmatbaho toshlar tayyorlashda xomashyo hisoblanadi.

Kvars shisha. Kvars shisha ultrabinafsha nurlarni o'tkazadi, yuqori temperatura ta'siriga chidamli. Uning termik kengayish koeffitsienti juda kichik bo'lib, isitilganda yoki sovutilganda hajmi o'zgarmaydi. Kvars shishani 1500°C gacha qizdirib sovuq suvga tushirilganda unga hech nima qilmaydi. Kvars shisha kimyo sanoatida, laboratoriya asboblari yasashda, o'tga va kuchli reagentlarga chidamli idishlar, quvur (naycha) va reaktorlar tayyorlashda qo'llaniladi. Tibbiyotda, kino, ilmiy ishlar va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladigan simob lampalari ham kvars shishadan tayyorlanadi.

Silikat kislotalar va ularning tuzlari. Umumiy formulasi $n \text{SiO}_2 \cdot m \text{H}_2\text{O}$ bo'lib, bu yerda $n = 1-2$, $m = 1-2$ ga teng. Erkin holda metasilikat kislota – H_2SiO_3 , ortosilikat kislota – H_4SiO_4 va dimetasilikat kislota – H_2SiO_5 ajratib olingan. Bular ikki negizli kuchsiz kislotalar hisoblanadi. To'yingan suvli eritmalarida zollar hosil qiladi. $\text{pH} > 5-6$ da gellarga aylanadi, quriganda silikagellar vujudga keladi. Yangi olingan gel suv, kislota va ishqorda ma'lum darajada eriydi. Silikat kislota suvda kolloid eritma hosil qiladi. Silikat kislota tarkibidagi suvning kamaya borishi uning suvda kislota va ishqorlarda eruvchanligini pasaytira boradi. U qizdirilganda suv bilan silikat angidridga ajratiladi. Silikat kislota silikatlariga HCl yoki ammoniy xlorid ta'sir ettirib olinadi. Kremniyning poligalogenli birikmalari (SiCl_4) gidrolizlanganda ham silikat kislota hosil bo'ladi. Ishqoriy metallar silikatlari suvda eriydi. Bular *eruvchan shishalar* deyiladi. Eruvchan shishalar kremniy (II) oksid kvarsni ishqoriy metallar karbonatlari yoki gidroksidlari bilan qizdirib olinadi:

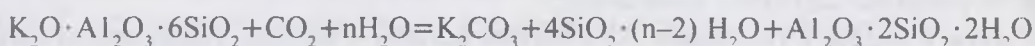




Molekulasida ikki va undan ortiq kremniy atomlari bo'lgan kislotalar *polisilikat kislotalar* deyiladi. Bular oddiy silikat kislotalarning kondensatlanishidan hosil bo'ladi va boshqalar shular jumlasidandir. Bunday kislota tuzlari polisilikatlar deb yuritiladi. Silikat va polisilikatlarning tuzilishi rentgen nurlari orqali tekshirilganda kristall panjaralarda tetraedr shaklidagi SiO_4^{4-} anionlari bir-biri bilan kislorod atomlari orqali birikkanligini ko'rsatdi. Tetraedr markazida kremniy atomi joylashgan bo'lib, uning cho'qqilarida kislorod atomlari turadi. Kristall tuzilishiga qarab silikatlar oltita sinfga bo'linadi (yakka-yakka ortosilikatlar, pirosilikatlar, siklik silikatlar, cheksiz zanjirlardan tashkil topgan piroksin va amfibollar hamda boshqalar).

Fazoviy to'rlardagi kremniy atomlari aluminiy atomlariga almashinishi natijasida alumosilikatlar hosil bo'ladi. Tabiiy silikatlarda kremniy bilan aluminiy atomlari o'zaro kislorod bilan bog'lanadi. Alumosilikatlarning muhim va ko'p tarqalgan vakillari *dala shpatlaridir*. Bular tarkibiga kremniy va aluminiy oksidlari bilan bir qatorda kaliy, natriy yoki kalsiy oksidlari kiradi. Plastinkasimon tuzilishga ega bo'lgan sluda alumosilikat hisoblanadi. Uning tarkibi birmuncha murakkab bo'ladi:

Turli tuproqlarning asosini kaolin tashkil qiladi. U oddiy dala shpati (ortoklaz) dan quyidagi reaksiya natijasida hosil bo'ladi:



Toza kaolin kam uchraydi. Oq rangli kaolin toza hisoblanadi va ozgina kvars – qum aralashmasiga ega bo'ladi. Toza kaolin chinni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

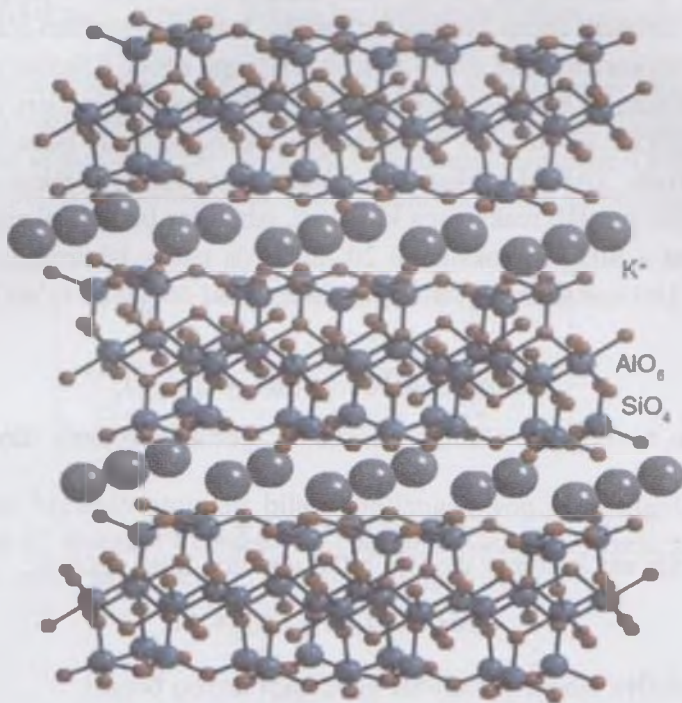
Sitallar. Bir guruh olimlar sanoat miqyosida metallurgiya sanoati tashlandiqlari hisoblangan shlakdan ajoyib xossalarni o'zida mujassamlashtirgan yangi material – sitallni yaratdi. Qisman kristallangan shishasimon fazodan iborat sitall juda yuqori mexanik pishqlik va kimyoviy chidamlilikka egadir. Texnikada sitallar pirokeram, devitrokeram nomi bilan ham ma'lum. Mikrokristallar kattaligi 1 mkm dan kichik bo'ladi. $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ asosida tayyorlangan sitallar optik tiniq bo'ladi. $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ asosidagi radiotiniqlikka, $\text{Cs}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, asosidagisi esa issiqlikka chidamli bo'lib, eritilgan metallarga nisbatan inert, radiatsiya ta'siriga befarq bo'ladi.

Sitallardan truboprovodlar, kimyoviy reaktorlar, nasos detallari, fileralar, teleskoplar uchun astroko'zgular, elektroliz vannalari uchun futerovka materiallari, elektroizolatorlar, korroziyaga chidamli qurilish konstruksiyalari va boshqalar tayyorlanadi. Fotositallar esa mikromodel plakatlar, matbuot sxemalari panellari va fotoelektron ko'paytirgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

Seolitlar. Umumiy formulasi $\text{M}_{2/n}\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ bo'lgan alumosilikatlar bo'lib, M – ishqoriy yoki ishqoriy-yer metall, n-uning oksidlanish darajasi. Oddiy sharoitda bir xil tuzilishli bo'shliqlari suv molekullari bilan to'lgan bo'ladi. Suv bo'shliqdan chiqarilib, yana to'ldirilishi mumkin.

Seolitlar boshqa moddalarni yutish (adsorbsiyalash) xususiyatiga ega. Bularning ba'zilar eritmalardagi ionlarni o'z tarkibidagi ionlarning ekvivalent miqdoriga al-

mashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Seolitlar turli kattalikdagi molekullarni ajratish xususiyatiga egaligi tufayli molekular elaklar sifatida qo'llaniladi. Muhim seolitlardan **natrolit** – $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, va $\text{KAl}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{Si}_3\text{AlO}_{10}$ kristallari mavjud bo'lib, sanoat va xalq xo'jaligining keng sohalarida ishlatiladi (11.3-rasm).



11.3-rasm. $\text{KAl}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{Si}_3\text{AlO}_{10}$ kristalli va uning poligidratlangan strukturalari.

Sintetik seolitlar olish maqsadida natriy silikat va aluminat aralashmasi $80\text{--}100^\circ\text{C}$ da kristallanadi. Kristalitga 15–20% yopishqoq loy qo'shiladi va diametri 2–4 mm bo'lgan seolit donalari tayyorlanadi. Kation almashinishi natijasida (CaCl_2 eritmasida) natriyli birikmasidan kaliyli birikmasiga o'tishi mumkin bo'ladi. Permutit nomli aluminosilikatlar bug' qozonlarida ishlatiladigan suvni yumshatish maqsadida qo'llaniladi (suvdagi kalsiy o'rini natriy egallaydi):



Hosil bo'lgan kalsiyli permutitni NaCl eritmasiga tushirsak, u qaytadan o'zining dastlabki natriyli formasiga o'tadi:

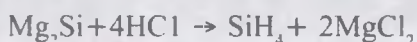


Seolitlarga ion almashtirgichlar deb qarash mumkin. Oddiy seolitlarda SiO_2 ning Al_2O_3 ga mol nisbati 1 dan 2 gacha bo'ladi. Bu nisbat kislotalarga seolitlarda (erionit,

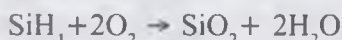
mordenit, klinoptilolitda) 6 dan 10 gacha bo'ladi. Seolitlar moddalarni quritishda, aralashmalarni ajratish, ion aralashtirgichlar, katalizator sifatida qo'llaniladi.

Kremniyning vodorodli birikmalari (silanlar). Umumiy formulasi $\text{Si}_n\text{H}_{4n+2}$ bo'lib, $n = 1-8$. Bular **kremnevodorodlar** deb ham ataladi (uglevodorodlarga o'xshash): SiH_4 – monosilan, Si_2H_6 – disilan, Si_3H_8 – trisilan, Si_4H_{10} – tetrasilan bog'i C–C bog'iga nisbatan ancha kuchsizligi sababli kremniy atomlari o'zaro uzun zanjirli (–Si–Si–Si–) birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega emas. Silanlar uglevodorodlarga qaraganda birmuncha beqaror. Dastlabki ikki vakili gaz, qolganlari yengil uchuvchan zaharli suyuqliklar bo'lib, suv ta'sirida parchalanadi. Spirt benzin, oltingugurt va vodorodda eriydi. kislotalar bilan (HCl bundan mustasno) reaksiyaga kirishmaydi, galogenlar bilan portlab reaksiyaga kirishadi, ishqorlar bilan birikadi.

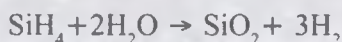
Monosilan – SiH_4 , trietoksilanni 20–80°C da natriy ishtirokida parchalab olinishi mumkin. Uni metallar silitsidlariga kislota yoki ishqorlar ta'sir ettirib olish ham mumkin:



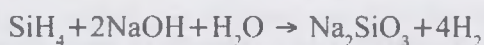
Monosilan havoda o'z-o'zidan oksidlanib (yonib), kremniy dioksid bilan suvga ay lanadi:



Suv ta'sirida esa kremniy dioksid bilan vodorod hosil bo'ladi:



Ushbu reaksiya ishqoriy muhitda yana ham tezroq boradi:



Kremniyning elektromusbat elementlar, asosan, metallar bilan hosil qilgan birikmalari **silitsidlar** deyiladi. Silitsidlar suv ta'sirida parchalanadi, kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Havoda qizdirilganda va galogen bug'lari ta'sirida alanganadi. Bug' yoki eritilgan oltingugurt, fosfor, selen va tellur bilan reaksiyaga kirishadi.

Metallarning silitsidlari kremniy va metallar aralashmalarini qizdirish (500–1200°C) metallar oksidlarini Si yoki SiO_2 bilan aralashtirib qizdirish, metallarni SiCl_4 va H_2 bilan reaksiyaga kiritish yoki K_2SiF_6 hamda metall oksidlari aralashmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Temir, marganes, bor silitsidlari, volfram va molibden disilitsidlari ana shunday usul bilan tayyorlanadi. Silitsidlar kermetlar komponenti, issiqlik va korroziyaga chidamli futerovkalar tayyorlash uchun xomashyo hisoblanadi.

Kremniyorganik birikmalar. Silikonlar. Molekulasida bitta yoki bir nechta kremniy atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan tog'ri yoki boshqa elementlar atomlari orqali bog'langan birikmalar bo'lib, monosilan hosilalari sifatida qaraladi. Kremniyorganik birikmalarda barcha o'rinbosarlar ko'rsatiladi:

$(\text{CH}_3)_2\text{SiClH}$ – dimetilxlorsilan,

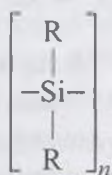
$\text{Cl}_2\text{SiCH}_2\text{SiCl}_3$ – bis – (trixlorsilil) metilen.

Monomer holidagi kremniyorganik birikmalar element holatidagi kremniyni yoki SiCl_4 , HSiCl , yoki Si_2Cl_6 ni organik birikmalar bilan reaksiyaga kiritishi asosida hosil qilinadi. Bular kremniy organik polimerlar (silikonlar) olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

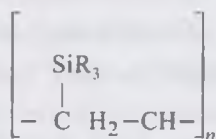
Kremniy organik polimerlar makromolekula zvenosida kremniy atomlari bo'ladi. Asosiy zanjirning tuzilishiga qarab bular 3 gruppaga bo'linadi. Birinchi gruppaga anorganik zanjirda ketma-ket keluvchi Si va organogen elementlar, O yoki N yoki S atomlari bo'lgan poliorganosiloksanlar (poliorganosilazanlar, poliorganosiloksanlar) kiradi:



Ularda uglerod kremniy atomlari bilan bog'langan yon gruppalarda joylashadi. Ikkinchi gruppaga C atomlari ketma-ket joylashgan organoanorganik zanjirli birikmalar, chunonchi, poliorganooal kilen (fenilen) silanlar kiradi:



So'nggi uchinchi gruppaga esa Si atomlari yon zanjirda joylashgan organik zanjirli birikmalar (polialkilensilanlar) kiradi:



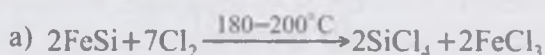
Ko'rsatilgan kremniy organik polimerlarda $\text{R}=\text{CH}_3$, C_2H_5 va C_6H_5 va boshqa gruppalar bo'lishi mumkin.

Kremniy organik polimerlar monomerlarni polimerlab, (masalan, anion polimerlanish yo'li bilan) gidrolitik polikondensatsiyalab yoki shunga o'xshash boshqa yo'llar bilan olinadi.

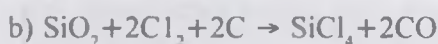
Molekular massalari yuqori bo'ladi. Kremniy organik birikmalardan bo'lgan poli-dimetilsiloksanning molekular massasi 2 800 000 ga boradi.

Kremniy organik birikmalar nihoyatda qimmatli va o'ziga xos xossalarga bilan ajraladi. Juda kichik temperatura ta'siriga ham, yuqori temperaturaga tashdosh bera oluvchi polimerlar kremniy organika mahsulidir. Tabiiy kauchuksanoati uchun eng yaxshi xomashyo hisoblanardi. Lekin hozirda tabiiy kauchuk talablariga to'liq javob bera olmay qoldi. – 60°C da tabiiy kauchuk mo'qoladi – sal bukilsa sinib ketadi.

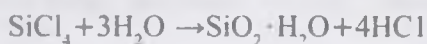
Kremniyning galogenli birikmalari. Kremniy galogenlar bilan oson reaksiya kirishadi. Kremniy galogenidlardan SiCl_4 bilan SiF_4 muhim ahamiyatga ega; quyidagi reaksiyalar asosida olinadi:



Ushbu reaksiyada Si_2Cl_6 va Si_3H_8 lar ham hosil bo'ladi:



SiCl_4 – 57°C da qaynab, – 68°C da qotadigan rangsiz suyuqlik, zichligi – (0°C). Suvda tez gidrolizlanadi:



asosan kremniyorganik birikmalar sintezida qo'llaniladi. SiF_4 – fluorit H_2SO_4 kremniy dioksidning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi:



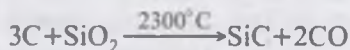
SiF_4 – o'tkir hidli rangsiz gaz bo'lib, suvda gidrolizlanadi. Spirt va atseeriydi. Ftorsilikatlarni termik parchalab olinadi. SiF_4 – geksaftorsilikat kislota H_2 va anorganik ftoridlarni olishda asosiy xomashyodir.

Geksaftorsilikat kislota SiF_4 ning gidrolizidan hosil bo'ladi. Bu kislota holda turganda HF bilan SiF_4 ga parchalanadi. Suvli eritmasida barqaror ikki kuchli kislota hisoblanadi (0,1 eritmaning dissotsilanish darajasi 76,0% ga SiF_6^{2-} – oktaedrik tuzilishga (sp^3d^2 – gibridlanishga) ega.

Geksaftorsilikat kislota tuzlari (ftorsilikatlar) ma'lum. Bularning ko'plari yaxshi eriydi, faqat natriy, kaliy, rubidiy, seziy va bariy ftorsilikatlari nisbatan eriydi.

Geksaftorsilikat kislota va uning ba'zi birikmalari dezinfeksiyalash ishlayog'och konservanti o'rinda, shisha tayyorlashda, tuproqlarni mustahkamlovchi agent sifatida va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Kremniy karbid (karborund) SiC – qattiq, qiyin eruvchan modda. Uning kristall panjarasi olmosnikiga o'xshash. Kremniy karbid elektr pechlarida kremniy dioksuglerod bilan yuqori temperaturada qizdirib olinadi:



U kislorod ishtirokida eritilgan ishqorlar bilan tez reaksiyaga kirishadi. 600°C dan yuqori temperaturada xlor bilan reaksiyaga kirishadi, 1300°C dan yuqorida esa gidrolizlanadi.

Uning qattiqligi olmosnikiga yaqin. Karborund yarimo'tkazgich xossaga ega. Toza karborund elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

Abraziv material sifatida elektr pechlarida, matritsalar tayyorlashda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

Kremniy va uning birikmalarining qo'llanilishi. Kremniy texnikada po'lat va rangli metallar sanoatida legirlovchi qo'shimcha material sifatida keng ishlatiladi. Toza kremniy elektrotexnika va elektronikada diodlar, tranzistorlar, yuqori voltli tiristorlar fotoo'zgartkichlar sifatida qo'llaniladi. Qotishmalar tayyorlashda ham kremniy xizmatidan foydalaniladi.

Shisha tolalar, sitallar, chinni, sement, keramika buyumlar va boshqa xil materiallar dunyoda yiliga million tonnalab ishlab chiqariladi. Alumosilikatlar, kremniy oksidlari, seolitlar va boshqa o'nlab xil murakkab tarkibli birikmalar turli sanoat reaksiyalarida katalizator bo'lib xizmat qilmoqda. Kremniy organik birikmalardan suvosti kabellarida, kimyoviy reaktorlarni haydovchi nasos va quvurlar tayyorlashda, sun'iy qon tomirlari va klapanlar yasashda keng foydalanilayotganligi ma'lum. Kremniy karbid burg'ulash ishlari, stanoksozlik, oynasozlik, duradgorlik va boshqa sohalarida ishlatilmoqda.

Kremniyning ko'p birikmalari mineral xomashyodir. Ular yiliga million tonnalab qazib olinmoqda. Bo'yoqlar, pigment va boshqa shu kabi mahsulotlar ham xalq xo'jaligida keng ishlatiladi. Tarixiy obidalarimizdagi arxitektura bezaklari, bo'yoqlarni ming yillar davomida o'zgartirmay saqlab kelayotgan glazur qoplamalari ham kremniy birikmalari asosida tayyorlangan.

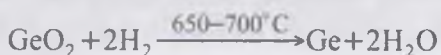
Kremniy va uning birikmalari asosida silikat sanoatini rivojlantirishda respublikamiz olimlarining hissalari kattadir. Jumladan, prof. A.H. Ismoilov shogirdlari bilan birgalikda mahalliy xomashyo mineral boyliklari asosida nafis, mustahkam va nisbatan pastroq temperaturada pishadigan chinni buyumlar olish texnologiyasini yaratib, ishlab chiqarishga joriy qilindi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladigan yangi sopol va keramika mahsulotlari olish texnologiyasini yaratishda esa olimlardan F.X. Tojiyev va N.A. Sirojiddinovning olib borgan ilmiy izlanishlari tahsinga loyiqdir. Respublikamizda ishlab chiqarish sanoatini rivojlantirishda hamda turli xil chiqindilardan rangli, oq, dekorativ va maxsus sement ishlab chiqarishda Y. Toshpo'latov, I.S. Kansepolskiy va T.A. Otaqo'ziyev olib borgan ilmiy ishlar katta ahamiyatga ega. Shisha va shisha mahsulotlari rangli va texnik shisha olish texnologiyasini yaratishda A.A. Ismatov, S. Qosimova va boshqalarning ilmiy tadqiqotlari sanoatda qo'llanila boshlandi. O'zbek olimlarining ilmiy izlanishlari natijasi lazer texnikasi uchun zarur bo'lgan shishaning yangi turi bilan boyitildi.

11.5. GERMANIY, QALAY, QO'RG'OSHIN

Elementlarning umumiy tavsifi, tabiatda uchrashi. Germaniydan qo'rg'oshinga o'tgan sari bu elementlarning metallik xossalari ortib boradi. Ushbu qonuniyat elementlarning fizik va kimyo xossalarida ham namoyon bo'ladi. Germaniyning o'zi ko'proq qo'llaniladi, birikmalari esa unchalik ko'p ishlatilmaydi. Qalay va qo'rg'oshin birikmalaridan SnCl_2 , $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, SnO_2 , $\text{SnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, SnSO_4 , PbO , Pb_3O_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ sanoat ahamiyatiga ega.

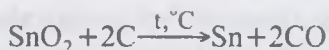
Germaniy manbayi sifatida uning sulfidi GeS_2 va toshko'mirning kulidan foydalaniladi. Qalay va qo'rg'oshinning kassiterit (qalaytosh) – SnO_2 , galenit (qo'rg'oshin yaltirog'i) – PbS , anglezit – PbSO_4 , serussit – PbCO_3 va krokoit – PbCrO_4 lari tabiatda uchraydi.

Olinishi. GeCl_4 ni gidrolizlab GeO_2 hosil qilinadi, keyin u quritiladi va vodorod bilan qaytariladi:



Germaniy konsentrati xlorid kislota bilan oksidlanuvchi ishtirokida parchalangan-da ham germaniy hosil bo'ladi. Toza germaniy zonalab eritish yo'li bilan (1000°C atrofiga) vakuumda monokristallarni o'stirib hosil qilinadi.

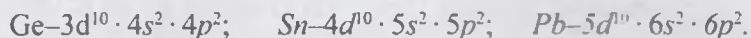
Qalay bilan qo'rg'oshin olishda avval tabiiy rudalar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. So'ngra metallar quyidagi reaksiyalar yordamida ajratib olinadi:



Ko'p miqdordagi qalay ishlatilib bo'lgan konserva bankalarini xlor bilan qayta ishlab olinadi.

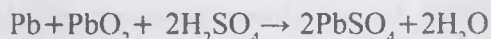
Xossalari. Germaniy metall yaltiroqligiga ega mo'rt modda, qalay bilan qo'rg'oshin esa oson suyuqlanuvchan yumshoq metallidir. Qo'rg'oshin zangori tusda tovlanadi, qalay oq va kulrang bo'ladi. Oq rangli qalay olmos kabi tuzilishga ega, kulrang qalay esa $13,2^\circ\text{C}$ dan past temperaturada barqaror bo'lib, yarimo'tkazgich xossasini namoyon qiladi. Kulrang qalay oq rangligidan farq qilib, qattiq va mo'rtidir. Qalayning uchinchi shakli 161°C dan yuqorida mavjud bo'ladi. Suyuqlantirilgan qalay sovitilayotganda metallning silliq yuzasini ma'lum bir paytdan so'ng xiralashib qolishi uning shakl o'zgarishiga xos belgidir. Ozgina miqdordagi kulrang qalay toza metall ustiga qo'yilganda, u tezda kulrang kukunsimon qalayga aylanib qoladi. Bu hodisani ilgari «qalay vabosi» deyishgan. Bu yerdagi ozgina miqdordagi kulrang qalay kristall «xamirturush» rolini o'ynaydi. Qalay idishlarning kukunga aylanib qolishi hammani hayratga solardi.

Element atomlarining elektron qobiqlari asosiy holatda quyidagi konfiguratsiyaga ega bo'ladi:

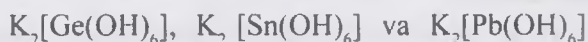


Ushbu elementlarning $+4$ ga teng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lishi kimyoviy bog'larning vujudga kelishida tashqi qavatdagi barcha eletaonlarning ishtirok etayotganligini bildiradi.

Ge^{+2} kuchli qaytaruvchi bo'lsa, Pb^{+4} kuchli oksidlovchi. PbJ_2 yoki PbBr_2 kabi birikmalar bo'lmaydi. PbCl_4 — juda ham beqaror birikma. Pb^{+4} ning oksidlovchilik xususiyatining yuqoriligi qo'rg'oshin akkumulatori ishida yaqqol namoyon bo'ladi:



Bu yerda qo'rg'oshin anod, qo'rg'oshin dioksid katod bo'lib xizmat qiladi. Oksidlovchi bo'lmagan kislotalar bilan germaniy reaksiyaga kirishmaydi, qalay va qo'rg'oshin esa reaksiyaga kirishadi, bunda vodorod ajralib chiqadi. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin oddiy sharoitda, oksidlovchilar yo'qligida ishqor eritmalar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Ammo shu paytda reaksiyon muhitga biroz H_2O_2 kiritilsa, ularning erib komplekslarga aylanganligini aniqlash mumkin. Bunda quyidagilar hosil bo'ladi:



Birikmalari. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin vodorod bilan birikmaydi. Elementlar gidridlari bilvosita yo'llar bilan olinadi. Germanovodorod (german) quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



GeH_4 — gaz, $-88,5^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi, -165°C da qotadi. Ge_2H_8 va Ge_3H_8 suyuqlik bo'lib, ularning polimerlari germaniy gidridlari: $(\text{GeH})_x$ va $(\text{GeH}_2)_n$ ham ma'lum.

Qalay gidrid SnH_4 , gazsimon beqaror modda. Qo'rg'oshin gidrid juda beqaror bo'lganligi sababli uni erkin holda olib bo'lmaydi.

Oksidlari GeO_2 , SnO_2 va PbO_2 turli yo'llar bilan hosil qilinadi. Dastlabki ikki oksid elementlarni kislorod bilan oksidlab olinadi. Qo'rg'oshin dioksid — PbO_2 qo'rg'oshin atsetat yoki surik (Pb_3O_4) dan turli reagentlar yordamida sintez qilinadi. Qalay (II) oksidi piramidol strukturasini hosil qiladi.

PbO_2 — qoramtir-jigarrang kukun bo'lib, kuchli oksidlovchilar qatoriga kiradi. U oltingugurt bilan reaksiyaga kiritilganda yonib ketadi, natijada PbS va PbSO_4 aralashmasi hosil bo'ladi. Pb_3O_4 suvsiz sirka kislota bilan reaksiyaga kirishganda qo'rg'oshin diatsetat — $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ va tetraatsetat — $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ hosil bo'ladi.

Germaniy (qalay, qo'rg'oshin) oksid ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, gidroksogermanat (gidroksostannat, gidroksoplumbat) hosil qiladi:



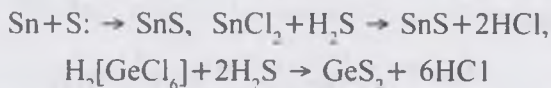
Bu elementlarning oksidlariga mos keladigan kuchsiz germaniy qalay va qo'rg'oshin kislotalari ma'lum. Oksidlarda doimo bog'langan suv molekullari

bo'lgani uchun ($\text{EO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), ularni bir vaqtning o'zida kislotalar deb hisoblash ham mumkin. Odatda, $\text{GeO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ni germaniy kislotasi, $\text{PbO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ni esa qo'rg'oshin dioksidi deb belgilash qabul qilingan. $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ uchun α - va β - shakllar ma'lum $\alpha\text{-SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ishqor va kislotalarda eriydi, $\beta\text{-SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ esa ularda erimaydi. Ma'lum vaqt o'tishi bilan α - kislota zarralarning agregatlanishi hisobiga β - kislotaga o'tadi.

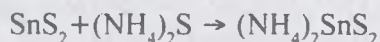
Germaniy va qalay galogenidlari oddiy moddalarning o'zaro ta'siridan olinadi. GeCl_4 bilan SnCl_4 – oddiy sharoitda suyuqlik bo'lib, suvli eritmalarida gidrolizlanadi. SnCl_4 gidrolizida ko'p yadroli gidrokomplekslar hosil bo'ladi. Suvsiz SnCl_4 havoda parchalanishi hisobiga tutunlanadi va kristallogidrat $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Erkin orbitalarga ega bo'lgan SnCl_4 Lyuis kislotasi hisoblanib, adduktlar hosil qiladi. GeCl_2 birikmasi GeCl_4 dan olinadi. SnCl_2 va PbCl_2 metall yoki uning oksidini qaynoq HCl da eritish yo'li bilan olinadi. SnCl_2 kuchli qaytaruvchi bo'lib, oltin va simobni ajratish jarayonida, SnCl_4 olishda, atsidokomplekslar hosil qilishda ishlatiladi.

Germaniy gidroksid $\text{Ge}(\text{OH})_4$ va qalay gidroksid $\text{Sn}(\text{OH})_4$ amfoter gidroksidlar, ammo ularda kislotali xossalar ravshan namoyon bo'ladi. $\text{Ge}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ va $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – asosan amfoter xossali moddalardir, shuning uchun anion kompleks ionlarini ham hosil qilishi mumkin.

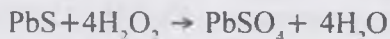
Germaniy, qalay va qo'rg'oshinsulfidlar(yoki disulfidlar) elementlarning oltingugurt bilan to'g'ridan to'g'ri birikishidan yoki galogenli birikmalarga H_2S ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:



GeS_2 – oq va SnS_2 – sariq rangli modda. Maydalangan qalay, oltingugurt va ammoniy xloridni qo'shib qizdirish natijasida hosil bo'lgan birikma «bronza» bo'yog'ini tayyorlashda ishlatiladi. Qo'rg'oshin disulfid ammoniy tiostannatning olinishida xomashyo hisoblanadi:



Bu reaksiyadan analitik kimyoda ba'zi kationlarni ajratish maqsadida foydalani-ladi. Qalay monosulfid SnS konsentrlangan HCl da va boshqa oksidlovchi kislotalarda eriydi. GeS – metallsimon yaltiroq, 615°C da eriydi, suvda erimaydi. PbS – qora rangli modda, 1120°C da eriydi, yarimo'tkazgich xossasiga ega. U vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli qo'rg'oshin sulfatni hosil qiladi:



Ushbu reaksiyadan qadimiy amaliy san'at asarlarini qayta ta'mirlashda foydalani-ladi. SnSO_4 – oson eruvchanligi tufayli keng qo'llaniladi.

Ishlatilishi. Germaniy yarim o'tkazgich material, diodlar, tranzistor, termo- va fotorezistorlarda, qotishmalar tayyorlashda, linzalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Germanatlar va germaniyning organik birikmalari turli sohalarda keng qo'llaniladi.

Qalay ko'pgina qotishmalarni, ya'ni latun, bronza babbrit, oq tunuka va shu kabi materiallarni tayyorlashda ularga qo'shiladi. Elektrolizda, metallurgiyada, gazlarni tayyorlashda, folga tayyorlashda, quvurlar, badiiy buyumlar, shisha idish-tovoqlar ishlab chiqarishda va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladi.

Qo'rg'oshin elektr kabellarni tayyorlashda, kimyoviy apparatlarni qoplashda, ionlashtiruvchi nurlardan saqlovchi moslamalar ishlab chiqarishda, bosmaxonalar va akkumulatorlar sanoatida keng qo'llaniladi. Pigmentlar (surik Pb_3O_4 , xrom sarig'i $PbCrO_4$ va boshqalar) tayyorlashda, optik shisha va billur ishlab chiqarishda, yarim-o'tkazgichlar sanoatida, yadro texnikasida hamda boshqa sohalarda qo'rg'oshin va uning birikmalaridan keng foydalaniladi.

XII BOB

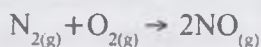
O'N BESHINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Asosiy gruppacha elementlarida azotdan vismutga o'tgan sari nisbiy elektrmanfiylik birmuncha kamayib boradi. Elementlar sirtqi qavatidagi besh elektronini s^2p^3 berganda oksidlanish darajasi +5, elementlar bilan kovalent bog'langanda uch valentli va uch elektron biriktirib olganda esa oksidlanish darajasi -3 ga teng bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, bu elementlarning o'z birikmalaridagi oksidlanish darajasi +5 dan -3 ga qadar o'zgaradi. Azotdan fosforga o'tilganda ularning +5 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarining mustahkamligi ortishi va aksincha, fosfordan vismutga o'tgan sari +5 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarining mustahkamligi kamayishi tajribalarda isbotlangan. Gruppachadagi azot barqaror gaz, fosfor qattiq holdagi metallmas, vismut esa metalldir.

Buni ularning oksidlari $N_2O_5 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow As_2O_5 \rightarrow Sb_2O_5 \rightarrow Bi_2O_5$ qatorida kislota xossalarining susayib, asos xossalarining kuchayib borishi ham tasdiqlaydi.

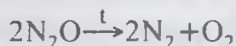
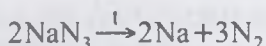
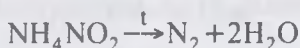
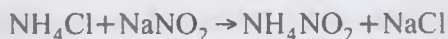
12.1. AZOT

Azotning tabiatda ikki barqaror izotop ^{14}N va ^{15}N ma'lum. Bu element 1772-yilda D. Rezerford tomonidan aniqlangan bo'lib, ikki yildan keyin A. Lavuazye unga «azot» deb nom bergan. Azotning asosiy qismi atmosferada (massasi bo'yida 75,6%) erkin holatda bo'lib, birikmalar va minerallar tarkibida, tirik organizmlarda uchraydi. Uning umumiy miqdori massasi bo'yicha $1 \cdot 10^{-2}\%$ ni tashkil etadi. Uning molekulasida ikkita atomdan tuzilgan, N_2 -196 °C da suyuqlanadi va -210°C da qotadi. O'zi rangsiz va hidsiz gaz, suyuq havodan fraksiyalab haydash (reaktifkatsiya) yo'li bilan ajratib olinadi. Odatdagi sharoitda kimyoviy inert hisoblanadi (faqat litiy bilan birikadi). Yuqori temperaturada (400–500 °C) ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan nitridlar hosil qiladi, platina ishtirokida kislorod bilan 27–34 MPa bosimda vodorod bilan reaksiyaga kirishadi. Elektr razryadi ta'sirida bor, titan, magniy yoki kalсий nitridlarning parchalanishidan hosil bo'luvchi aktiv azot kislorod hamda vodorod bilan, oltingugurt, fosfor bug'i va ba'zi metallar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Atmosferada bo'ladigan kuchli elektr razryadlar ta'sirida (chaqmoq chaqqanda) azot bilan kislorod birikadi:



Bu reaksiya chaqmoq chaqqanda ajralgan issiqlik va havoning ionlanishi ta'sirida N_2 molekulari uzilishi tufayli sodir bo'ladi. Molekular holdagi azot (N_2) dan tarkibida azot bor birikma hosil bo'lishini o'z ichiga oluvchi ushbu oddiy reaksiya azotni bog'lashga (fiksatsiyalashga) yaqqol misoldir. Sanoatda azotni bog'lashning dastlabki misoli Gaber usuli (ammiak olish) hisoblanadi. Bog'langan azot tuproq unumdorligini saqlash bilan bog'liq bo'lganligi uchun ham ahamiyatga ega.

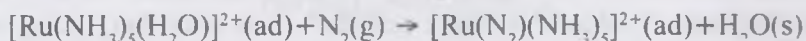
Laboratoriyada azotni quyidagi reaksiyalar yordamida olish mumkin:



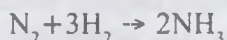
Sanoatda azot havoni past temperaturada va yuqori bosimda suyuqlantirilib, so'ng bosqichma-bosqich fraksiyalab olinadi.

Elektrmanfiyligi jihatidan azot fluor bilan kisloroddan keyinda turadi, shu sababli azot atomi kislorod va fluor atomlari orasidagi bog'larda musbat qutblangan bo'ladi. Xlor, brom va ba'zi boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalarida qutblanmagan kovalent bog'lanishga yaqin bo'ladi. Boshqa elementlar bilan birikkan azot manfiy qutblanadi. Azotning ko'pgina birikmalari sanoat miqyosida ishlab chiqariladi va xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladi.

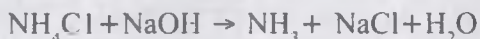
Azot kimyoviy jihatidan inert gaz. Bunga sabab N – N orasidagi bog'lanish juda mustahkam, aktivlanish energiyasi yuqori. Azot molekulasi qutblanuvchanligi juda kuchsiz bo'lganligi uchun elektrofil va nukleofil reaksiya almashinishida qutblangan kompleks ionlarini hosil qilishga to'sqinlik qiladi. Atmosferadagi azotni bog'lab olishning arzon usullaridan biri xona haroratida bakteriyalar bilan azotni fiksatsiya qilishdir. Azotni bog'lab olish nitrogenoza fermenti ta'sirida NH_4^+ ioni holiga aylantirish mexanizmiga asoslangan bo'lib, N_2 ning metall komplekslari hosil qilinadi:



Birikmalari. Azot vodorod bilan qator birikmalar hosil qiladi. Bulardan muhimi ammiak NH_3 hisoblanadi:



Laboratoriyada ammiak, odatda, ammoniy xloridga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



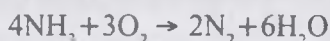
Ammiak sanoatda po'lat kolonkalarida 450°C 30MPa bosimda sintez qilinadi. Reaksiyada g'ovaksimon temir katalizator bo'lib xizmat qiladi. Reaksiya uchun zarur bo'lgan azot-vodorod aralashmasi tabiiy gazni konversiya qilib olinadi. «Chirchiq-elektrkimyosanoat» birlashmasida ammiak shu yo'l bilan olinadi.

Suyuq ammiakda uning molekulari vodorod bog'larini hisobiga assotsilanadi. Suyuq ammiak erituvchi xususiyatiga ega bo'lib, unda qator aktiv metallar (ishqoriy, ishqoriy-yermetallar, Al va boshqalar) eriydi. Metallarning ammiakdagi suyultirilgan eritmaları zangori rangga, konsentrlangan eritmaları metallsimon yaltiroq, rangi esa bronzani eslatadi. Ammiakda erigan metall asta-sekin amid birikmaga o'tadi:

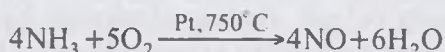


Metall ammiak eritmalarida elektr tokini o'tkazadi, unda metall atomlari musbat ionlar va elektronlarga parchalanadi, bular ammiak molekulari tomonidan solvatlanadi.

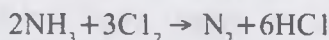
Bog'lanmagan («suzuvchan») elektronlarga ega metall ammiak eritmalarida kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. Ammiakda azotning oksidlash darajasi -3 ga teng bo'lganligi uchun, ammiak qator reaksiyalarda qaytaruvchi vazifasini bajaradi. U kislorodda ochko'kish rang hosil qilib yonadi:



Ammiak havoda yonmaydi, platina katalizatori ishtirokida esa azot (II) oksidgacha oksidlanadi:



Ammiak xlor bilan reaksiyaga kirishadi:

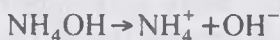


Ammiak asosida amidlar NH_2^- , imidlar (NH^-) va nitridlar N^3 olinadi. Bular, odatda, qattiq moddalar bo'lib, suv bilan reaksiyaga kirishganda yana ammiak va metallarning gidroksidlari hosil bo'ladi. Ba'zi nitridlarda (BN , Si_3N_4 va boshqalar) kimyoviy bog'lanish kovalent bog'lanish tabiatiga yaqinlashadi va p – elementlar nitridlari karbidlarga o'xshaydi. Bunday nitridlar qiyin eruvchan, qattiq va kimyoviy jihatdan inert bo'ladi. Ammiakning galogenli hosilalari ham ma'lum. Ammiakda uchala vodorod galogenlarga almashgan birikmalar (bundan NF_3 mustasno) portlash bilan azot va galogenlarga ajraladigan beqaror moddalardir.

Azot ftorid – NF_3 rangsiz gaz, oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, qizdirilganda vodorod bilan vodorod ftorid hosil qiladi.

Xloramin – NH_2Cl , ftoramin – NH_2F va ftorimin – NHF_2 ham mavjud. Xloraminlar oqartgich, dezinfeksiyalovchi vositalar va zaharli moddalarni degazatsiyalashda qo'llaniladi.

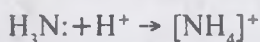
Ammiakning suvdagi eritmasi *ammoniy gidroksid* deb ataladi. U kuchsiz asos NH_4OH molekularining dissotsilanishi natijasi deb izohlanadi:



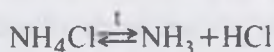
Ammiakning 18°C dagi dissotsilanish konstantasi quyidagicha:

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

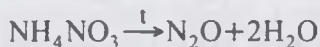
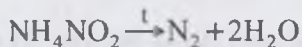
Ammiakning suv bilan o'zaro ta'sirida ammiak molekularining ozroq qismi suvdan proton biriktirib oladi, natijada ammoniy kationi– NH_4^+ va gidroksid ion hosil bo'ladi. Ammoniy kationida to'rtta kovalent bog'lanish bor, ulardan bittasi donor-akseptor mexanizmi bo'yicha hosil bo'ladi: (12.1-rasm).



Ammoniy tuzlari ammiak bilan kislotalarning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Tarkibida NH_4 ioni bo'lgan bu tuzlar, asosan, qattiq moddalardan iborat. Uchuvchan kislota tuzlari qizdirilganda gazsimon holatga o'tib parchalanadi, sovitilganda yana birikadi. Buni ammoniy xlorid misolida ko'rish mumkin:

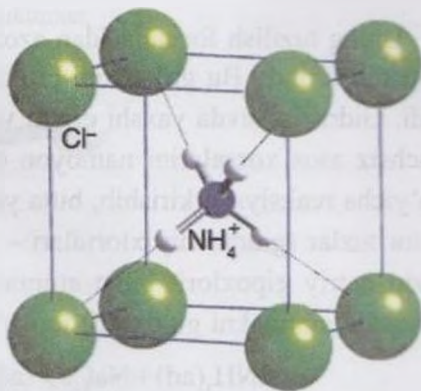


Tarkibida oksidlash xususiyati kuchliroq bo'lgan anioni bor ammoniy tuzlarining parchalanishi qaytmas reaksiyadir. Bunga sabab, bunday tuzlar qizdirilganda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi ro'y berib, ammoniy ioni oksidianadi, anion esa qaytariladi. Bunga ammoniy nitrid yoki ammoniy nitratning parchalanishi misol bo'la oladi:



Ammiakning elektron donorlik xususiyatini ligand tarkibiga kiruvchi ko'pgina kompleks birikmalarda ko'rish mumkin.

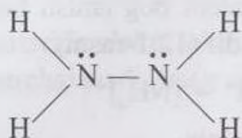
Ammiak va uning birikmalari keng qo'llaniladi. Uning suvli eritmasi sanoatda, qishloq xo'jaligida, tibbiyot va kundalik turmushda qo'llaniladi. U, asosan, mineral o'g'itlar va turli xil birikmalar olishda ishlatiladi. Sovitish texnikasida ammiakdan keng foydalaniladi. Ammoniy sulfat – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va ammoniy nitrat – NH_4NO_3 o'g'itlari keng qo'llaniladi. Ammoniy xlorid – NH_4Cl , chit va gazlama ishlab chiqarishda, ularni bo'yashda, galvanik elementlarda, qo'rg'oshin va qalay bilan ulanadigan metallar yuzasini tozalashda ishlatiladi.



12.1-rasm. NH_4Cl ning tetraedik NH_4^+ ioni asosida hosil qilingan strukturasi.

Suyuq ammiak (o'g'it)ning afzalligi shundaki, uning tarkibida azot ko'p. Bunday o'g'itlar respublikamiz kimyo korxonalarida («Chirchiqelektrkimyosanoat», «Navoiy-azot» ishlab chiqarish birlashmasi va boshqa korxonalarda) ishlab chiqarilmoqda.

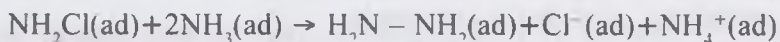
Gidrazin. Hidroksilamin. Azidovodorod. Ammiakning vodo- rodli birikmalari- dan biri hisoblangan gidrazin – N_2H_4 rangsiz suyuqlik bo'lib, $113,5^{\circ}C$ da qaynaydi. (12.2-rasm).



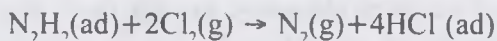
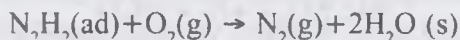
Uning tuzilish formulasidan azot atomlarida bo'linmagan elektron juftlari borligi ko'rinib turibdi. Bu gidrazinni biriktirib olish reaksiyalariga moyilligidan dalolat be- radi. Gidrazin suvda yaxshi eriydi va turli nisbatlarda aralashadi. Suvdagi eritmasida kuchsiz asos xossalarini namoyon qiladi, kislotalar bilan donor-akseptor mexanizm bo'yicha reaksiyaga kirishib, bitta yoki ikkita vodorod ionini biriktiradi, natijada ikki qator tuzlar (gidrazoniy xloridlari – $N_2H_4 \cdot HCl$ va $N_2H_4 \cdot 2HCl$) ni hosil qiladi. Gid- razin natriy gipoxlorit bilan ammiakning o'zaro ta'siri natijasida olinadi. Gidrazin sanoatda ammiakni gipoxlorit ionlari bilan oksidlab olinadi.



Bu reaksiya oraliq NH_2Cl birikmasi hosil bo'lishi hisobiga bosqichli amalga oshadi:



Gidrazin termodinamik beqaror modda bo'lib, ko'p hollarda qaytaruvchi sifatida ishlatiladi: (12.2-rasm).

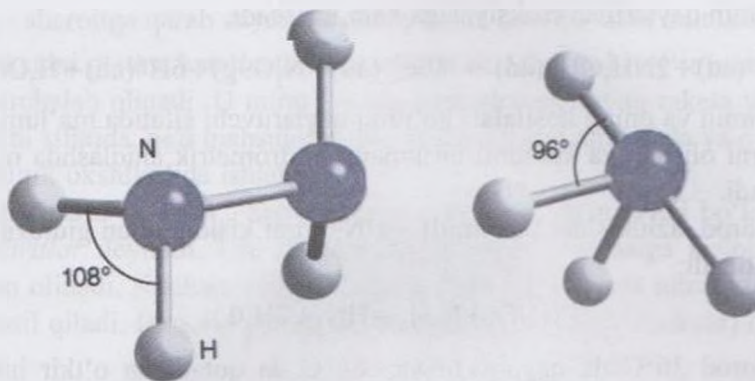


Gidrazin kislotali muhitga nisbatan ishqoriy muhitda kuchli qaytaruvchidir.

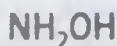
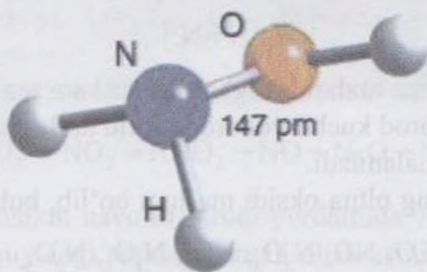
Gidrazin suv molekulasini biriktirib gidrat- $N_2H_4 \cdot H_2O$ hosil qiladi. Gidrazingidrat suyuqlik, $52^{\circ}C$ da suyuqlanadi, $119^{\circ}C$ da qaynaydi, kuchsiz asos xossasiga ega.

Gidrazin va uning hosilalari qaytaruvchi hisoblanadi. Havo atmosferasida yoki kislorodda yonganda ko'p issiqlik ajralib chiqadi, shuning uchun u raketa dvigatellari yonilg'isining tarkibiy qismi sifatida ishlatiladi. Gidrazin va uning birikmalari zaharli moddalar qatoriga kiradi.

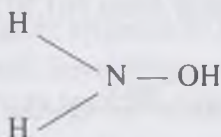
Gidroksilamin– NH_2OH molekulasidagi azot atomi bo'linmagan elektron juftiga ega: (12.3-rasm).



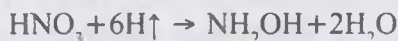
12.2- rasm. Gidrazin strukturasi.



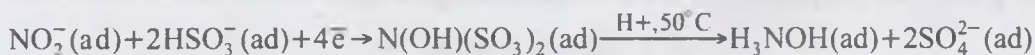
12.3- rasm. Gidroksilamin strukturasi.



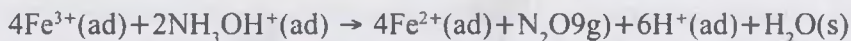
Gidroksilamin 33°C da suyuqlanadigan rangsiz kristall bo'lib, suvda yaxshi eriydi, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar hosil qiladi. U ammiakka o'xshash biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi. Gidroksilaminda azotning oksidlanish darajasi -1 ga teng. Shuning uchun u biryo'la qaytaruvchi va oksidlanuvchi xossalarini namoyon qila oladi. Gidroksilamin nitrat kislotadan olinadi:



Yoki nitrit ionini neytral muhitda gidrosulfit ioni bilan qaytarib, kislotali muhitga o'tkazib, qizdirib gidrozoin hosil qilinadi: H^+ , 50°C

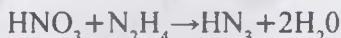


Gidrosilamin qaytarilish reaksiyasiga ham kirishadi.

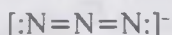


Gidrosilamin va uning hosilalari ko'proq qaytaruvchi sifatida ma'lum. Gidrosilamin oqsillarni olishda va karbonil birikmalar aittitrometrik aniqlashda reagent sifatida qo'llaniladi.

Azidovodorod, azidkislota (azoimid) – HN_3 nitrat kislota bilan gidrazinning suvli eritmasidan olinadi:

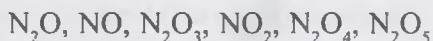


Azidovodorod 36°C da qaynovchi va -80°C da qotadigan o'tkir hidli rangsiz suyuqlik, kuchsiz kislota. Uning natriyli tuzidan sanoatda keng foydalaniladi. Azidovodorod suvli eritmada H^+ va N^{3-} ionlariga dissotsilanadi. N^{3-} anioni chiziqli tuzilishga ega bo'lib, uning elektron tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:



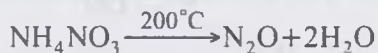
Azidovodorodning o'zi va tuzlari bo'lgan azidlar ham tez portlaydigan moddalar-dan hisoblanadi. Azidovodorod kuchli vodorod xlorid aralashmasidan oltin yoki platinani eritish maqsadida foydalaniladi.

Azot oksidlari. Azotning oltita oksidi ma'lum bo'lib, bular quyidagilardir:



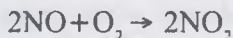
Azot oksidlari gaz, suyuqlik va kristall holda uchraydi, rangsiz yoki qo'ng'ir rangga ega. Azot gipoksidi – N_2O yoqimli hidga ega, u «xushnud qiluvchi gaz» deb ham ataladi.

Vodorod ammiak, uglerod (II) oksid va organik birikmalar bilan portlashga moyil aralashmalar hosil qiladi. U ammoniy nitrat NH_4NO_3 ni termik parchalash yo'li bilan olinadi:

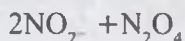


N_2O – hozirgi vaqtda tibbiyotda, aerosol va ko'pik hosil qiluvchi moddalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Azot (II) oksid (monoksid) NO – suvda yomon eruvchi rangsiz va zaharli gaz (asabga salbiy ta'sir etadi). Laboratoriyada uni suyultirilgan nitrat kislotani mis yoki temir ishtirokida qaytarib olinadi. Azot (II) oksid kislorod bilan reaksiyaga kirishib, azot (IV) oksidga aylanadi:



Azot (II) oksid nitrat kislota ishlab chiqarishda oraliq modda bo'lib xizmat qiladi. Azot (IV) oksid – NO_2 qo'ng'ir rangli gaz, zaharli, hidi odamning nafas yo'lini bo'g'adi. Past temperaturada o'z-o'zidan dimeriga o'tadi:



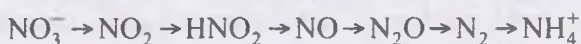
N_2O_4 – sharoitga qarab suyuq va qattiq holda ham bo'lishi mumkin. Azot (II) oksid monoksidni platina katalizatori ishtirokida oksidlab yoki og'ir metallar nitratlarini termik parchalab olinadi. U nitrat kislota xomashyosi, suyuq raketa yoqilg'isi uchun oksidlovchi sifatida, neft mahsulotlaridan oltingugurtli ajratishda va organik birikmalarni katalitik oksidlashda ishlatiladi.

Nitrit kislota – HNO_2 . Suyultirilgan eritma holida mavjud bo'la oladi. Tuz va efirlari *nitritlar* deyiladi. Uni nitritlarning suvdagi eritmasiga kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi. Kuchsiz kislota, beqaror, parchalanganda nitrat kislota, azotoksid va suv hosil qiladi. Ishqoriy metallar nitritlarni (C va Fe ishtirokida) qizdirib olinadi:

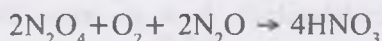


Nitrat kislota – HNO_3 . Rangsiz suyuqlik, suvdan 1,5 baravar og'ir, $86,0^\circ C$ da qaynaydi. Suv bilan aralashadi, azeotrop va kristallgidratlar hosil qiladi. Kuchli oksidlovchi, boshqa moddalarni oksidlaganda azotning oksidlanish darajasi +4, +3, +2, +1 va – 3 gacha o'zgaradi.

Buni quyidagi sxema orqali ifodalash mumkin (nordon eritmada):



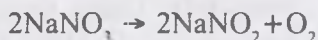
Nitrat kislota ammiakni havo kislorodi yordamida 750° da oksidlab olinadi. Uni diazot tetraoksiddan quyidagi reaksiya orqali olish usulini nitrat kislota bevosita sintezi deyiladi:



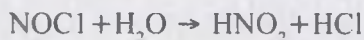
Nitrat kislota ma'lum oksidlanish darajagacha qaytarishi uning konsentratsiyasiga va qaytaruvchi moddaning aktivligiga bog'liq bo'lishi ko'p tajribalarda ko'rilgan. Unda qo'rg'oshin va qalay eriganda NO_2 ajraladi, kumush eritilsa NO bilan NO_2 ning aralashmasi hosil bo'ladi. Suyultirilgan nitrat kislota mis bilan temirga ta'sir ettirilganda NO gazi ajraladi. Kislota Zn ta'sir ettirilganda konsentratsiyaga qarab N_2O , N_2 va NH_3 hosil bo'ladi. Nitrat kislota oltingugurt, fosfor va uglerod bilan o'zaro ta'sir etib, sulfat kislota, fosfat kislota va karbonat angidrid hosil qiladi.

Bir hajm nitrat kislota uch hajm xlorid kislota bilan aralashmasi «**zar suvi**» deb yuritiladi. U o'zida oltin, platina va boshqa metallarni eritadi. Analitik kimyoda oksidlovchi sifatida qo'llaniladi.

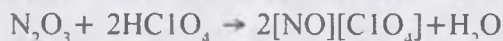
Nitrat kislota tuzlari bo'lgan nitratlar, asosan, oq rangli kristallar bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Natriy, kaliy, kalsiy, bariy va ammoniy nitratlar selitrafar deb ham ataladi. Nitratlar metallarga, oksidlarga, gidroksidlarga va ba'zi tuzlarga HNO_3 ta'sir ettirib olinadi. Nitratlar yuqori temperatura ta'sirida parchalanadi. Kumush gruppasi elementlari nitratlari qizdirilganda parchalanmay suyuqlanish xossasiga ega. Aktiv metallar nitratlari parchalanganda nitratlarga aylanadi:



Azotoksigalogenidlaridan bo'lgan nitrozilxlorid – NOCl qizg'ish-sariq rangli gaz bo'lib, -6°C dan pastda qizil qon rangli kristallar hosil qiladi. Nitrozilxlorid suv ta'sirida nitrat kislota va HCl ga parchalanadi:



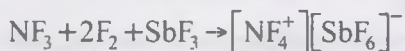
Nitrozilperxlorat quyidagi usul bilan olinadi:



Nordon nitrozilsulfat (nitrozilsulfat kislota) ham N_2O_3 ga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi.

Nitrozilxlorid NOCl beqaror modda bo'lib, biroz isitilganda azot (II) oksid bilan xloga parchalanadi. **Nitrozilftorid** – NOF va **nitrozilyodid** – NOJ lar ham ma'lum. Azot oksigalogenidlari ba'zi sintezlarda qo'llaniladi.

Azotning galogenli birikmalari – NF_3 azot (III) ftorid binary sistema bo'lib, kompleks birikmalar xosil qilishda ishlatiladi.



NCl_3 – azot (III) xlorid, portlovchi, uchuvchan suyuqlik, sanoatda ammoniy xlorid e'ritmasini e'lektroliz qilib olinadi.

Azot birikmalarining qo'llanilishi. Azot ammiak olishda, sovitish apparatlarida, metallurgiyada va kimyo sanoatida inert muhit sifatida, elektr lampalari hamda gaz termometrlarida qo'llaniladi. Tarkibida azot bo'lgan xilma-xil mineral o'g'itlardan qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Azot va uning birikmalari qishloq xo'jaligi uchun zarurdir.

Yiliga yerdan olinadigan ekin hisobiga har gektar tuproqdan 0,8 – 250 kilogrammgacha azot yo'qoladi. Havodagi elektr razryadi paytida azot bilan kisloroddan azot oksidlari hosil bo'ladi. Ular qor va yomg'ir suvlarida erib, har gektar yerni 15 kg gacha azot birikmalari bilan boyitadi.



12.4-rasm. M. N. Nabiyev.

Tuproqda bo'ladigan bakteriyalar ham yer quvvatini bog'langan azot bilan kuchaytiradi. Bunday bakteriyalarning ma'lum turlari atmosfera azotini o'zlashtirib, har gektar yerda 150 kilogrammgacha bog'langan azot yig'a oladi.

Tarkibida azot bo'lgan geterotsiklik birikmalar o'nlab xil dori-darmonlar, yuqori molekulali birikma (polimer)lar, o'simliklarni himoya qiluvchi va metallar korroziyasiga qarshi ishlatiluvchi vositalar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Respublikamizda o'g'it sanoatini vujudga keltirishda marhum akademik M.N. Nabiyevning xizmati beqiyosdir. Uning shogirdlari bilan birgalikda yaratgan qator o'g'it xillari paxtachilikda, meva, sabzavot

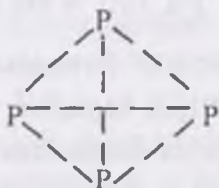
va boshqa ekinlar hosilini oshirishda amaliy ahamiyat kasb etdi. O'g'itlar kimyosi ilmiy tadqiqot instituti xodimlari o'g'itlarning mikroelementli xillarini yaratishda diqqatga sazovor ishlarni bajardilar va amaliyotga tatbiq etdilar. Bunday o'g'itlar na-faqat O'zbekistonda, balki butun Markaziy Osiyo respublikalari qishloq xo'jaligida qo'llanilmoqda. Bu sohada F.M. Mirzayev, S.T. To'xtayev, S. Usmonov, R. Yoqubov, B.M. Beglov va boshqalarning bajargan ishlari tahsinga sazovordir.

12.2. FOSFOR

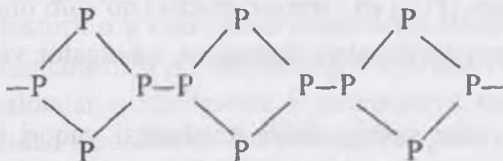
Fosfor – tabiatda fosfor yagona izotop ^{31}P holida uchraydi. Fosfor o'z birikma-larida -3 dan $+5$ ga qadar oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Elektrmanfiyligi azotga nisbatan pastligi tufayli fosfor ko'proq musbat oksidlangan holatda uchraydi.

Fosfor 1669-yili X. Brand tomonidan ochilgan. Yer qobig'idagi miqdori (massa bo'yicha) $9,3 \cdot 10^{-2} \%$. Tabiatda, asosan, fosfat minerallari – apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl})$ va fosforitlar $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{OH}, \text{CO}_3)$ sifatida uchraydi. Uning allotropik modifikatsiyalari ma'lum. Oq fosfor (α - va β - shakllari bor) qattiq va suyuq holatda P_4 tarkibli tetraedr shaklidagi molekularlar hosil qiladi.

Fosfor atomlari orasidagi bog' uzunligi $0,221 \text{ nm}$ ga, valent burchaklari 60° ga teng:



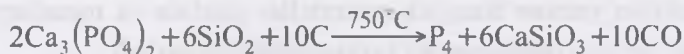
Oq fosfor havoda 44°C da o'z-o'zidan alangalanib ketadi. U juda zaharli. Qiz-dirganda platina bilan reaksiyaga kirishadi. Havo kislorodi, oltingugurt va metal-lar bilan bevosita birikadi. Oq fosfor CS_2 da eriydi. Havosiz joyda 400°C da 1 soat davomida qizdirilgan oq fosfor qizil fosforga aylanadi. Qizil fosfor alangalanmaydi, u birmuncha zaharsiz hisoblanadi. Qizil fosfor zanjirsimon tuzilishga ega:



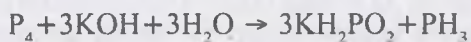
Qizil fosforning zichligi $2,4 \text{ g/sm}^3$, uglerod sulfid CS_2 da erimaydi.

Qora fosfor oq fosforni $220-370^\circ\text{C}$ da yuqori bosim ostida sakkiz kun davomida qizdirish orqali olinadi. Zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$, CS_2 da erimaydi, elektr tokini o'tkazadi.

Fosfor sanoat miqyosida kalsiy fosfatni SiO_2 ishtirokida koks bilan qaytarib olinadi:

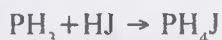
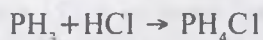


Fosforning vodorodli birikmalari. Fosfin va uning xossalari. Bular fosforgidridlari deb ham yuritiladi. Fosfin – PH_3 (gaz), difosfin – P_2H_4 (suyuqlik), P_2H_8 yoki P_6H_{12} (qattiq moddalar) shular jumlasiga kiradi. Fosfin yoqimsiz hidga ega bo'lib, suvda, CS_2 , benzol, efir va siklogeksanolda eriydi. Kuchli qaytaruvchilardan hisoblanadi. Qizdirilganda parchalanadi, 100°C dan yuqorida havoda alangalanib ketadi. Fosfinning kislorod bilan aralashmasi portlaydi. Fosfin quyidagi reaksiya yordamida olinadi:

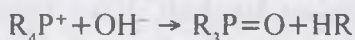


Fosfin kalsiy yoki aluminiy fosfididan ham olinishi mumkin. Fosfinning suvdagi eritmaları o'ziga xos xususiyatga ega. Ularda kislota va asos xossalari borligi sezilmaydi. Ammo fosfin kuchli kislotalar bilan fosfoniý tuzlarini hosil qila oladi.

Fosfin toza fosfor olish maqsadida hamda fosfor-organik birikmalar sintezida ishlatiladi. Fosfinning hosilalaridan bo'lgan fosfinalkilenlar, fosfinatlar va fosfinitlar, fosfinoksidlar va fosfitlar turli sohalarda qo'llaniladi:



Fosfoniý birikmalari. Umumiy formulasi: $\text{R}_4\text{P}^+ \text{X}''$ ($\text{R}=\text{H}$, alkil, aril; $\text{X}''=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}, \text{OH}'', \text{OR}'$ bo'lgan kristallar. Qutbli eritmalarda eriydi. Bular oson gidrolizlanadi va qizdirilganda dissotsilanadi. To'rtlamchi fosfoniý birikmalari barqaror bo'lib, gidroksidlari asos xossalariga ega. Qizdirilganda uchlamchi fosfinlar oksidi hosil bo'ladi:



Fosfoniý litiyorganik birikmalar bilan birikkanda ilidlar hosil bo'ladi.

Fosfoniý tuzlari fosforning hosilalariga alkil (aril) galogenidlar ta'sir ettirib yoki fosforning galogenidlari (PG_5) ga Grinyar reaktivi qo'shib olinadi.

To'rtlamchi fosfoniý birikmalari ekstragent, emulgator va fotoreagentlar sifatida qo'llaniladi.

Metallar fosfidlari ular nisbiy elektr musbatligi yuqori bo'lgan elementlarning fosfor bilan birikmalari bo'lib, $600 - 1200^\circ\text{C}$ da vakuumda yoki inert atmosferada olinadi.

Ishqoriy va ishqoriy-yer metallar fosfidlari oson gidrolizlanadi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi. d – elementlar oilasiga mansub ko'pgina elementlar fosfidlari 2000°C dan yuqorida eriydigan birikmalar bo'lib, suvda erimaydi, kislotalar ta'siriga berilmaydi. Fosfidlar yarimo'tkazgich materiallar sifatida va metallarni oksidlanishdan saqlaydigan himoya qoplamlarini tayyorlashda ishlatiladi.

Kislorodli birikmalari. Fosforning P_2O_3 (dimeri P_4O_6), P_3O_4 va P_2O_5 (dimeri P_4O_{10}) kabi oksidlari bor. Bularda fosforning oksidlanish darajasi +3 va +5 ga teng. Suboksidi P_2O_4 ham ma'lum. (12.5-rasm.)

Fosfor (V) oksid P_2O_5 (P_4O_{10}) kuchsiz uch negizli fosfat kislota H_3PO_4 ning angidridi bo'lib, suvni shiddatli biriktirib olishga moyil bo'ladi. Shuning uchun ham u suvsizlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Fosfor (III) oksid P_2O_3 (P_4O_6) esa kuchsiz uch asosli fosfit kislota H_3PO_3 ning angidridi hisoblanadi. P_2O_3 qorsimon massa bo'lib, $420^\circ C$ da suyuqlanadi, u quruq havoda fosforni yondirish yo'li bilan olinadi. Gaz va suyuqliklarni quritishda, organik va anorganik sintezda

kondensatsiyalovchi agent, izobutilen sintezida katalizator va fosfat shishalar olishda qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Fosfor oksidlari kislotalar olish uchun xomashyo bo'lib hisoblanadi. P_2O_5 bir molekula suv bilan metafosfatkislota – HPO_3 , ikki molekula suv bilan pirofosfat kislota – $H_4P_2O_7$ va uch molekula suv bilan birikkanda esa ortofosfatkislota – H_3PO_4 hosil bo'ladi. Bular ichida muhimi ortofosfatkislota hisoblanadi. Fosfatkislota $42^\circ C$ da suyuqlanadigan va havoda bug'lanuvchi qattiq modda. Sanoatda fosfat kislota suyuqlik sifatida ishlab chiqariladi. U tabiiy fosforitni H_2SO_4 da eritish yo'li bilan olinadi. Fosfat kislotani bug' holatidagi fosforni suv ishtirokida katalitik oksidlash yo'li bilan ham olish mumkin.

Ortofosfat kislota tuzlari fosfatlar deyiladi. Bularga $K_2H_2PO_4$ (kaliy digidrofosfat), $K_2H_2PO_4$ (kaliy gidrofosfat) va K_3PO_4 (kaliy fosfat) misol bo'ladi. Pirofosfatlar ($Na_4P_2O_7$ va boshqalar) ham ma'lum. Fosfat kislota va uning tuzlari sintetik yuvuvchi vositalar va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

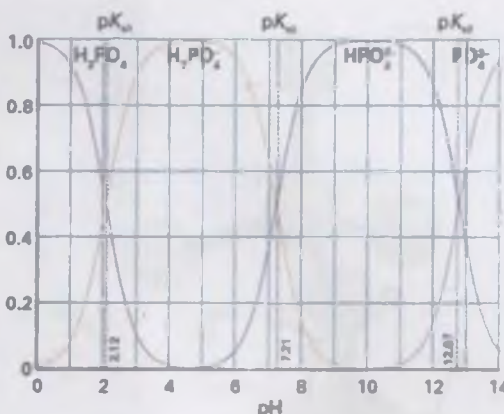
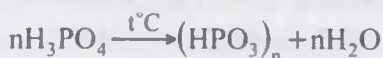
Fosfat kislota dissotsialanishida pH muhitining o'zgarishi 12.6-rasmda keltirilgan.

Fosfit va fosfat kislotalar qizdirilganda kondensatsiya reaksiyalariga kirishishi o'ziga xos xususiyatlaridan hisoblanadi. Bu kislotalarning ikki, uch yoki undan ortiq molekullari birikib, yirikroq molekullar hosil qilganda suv ajralib chiqadi:

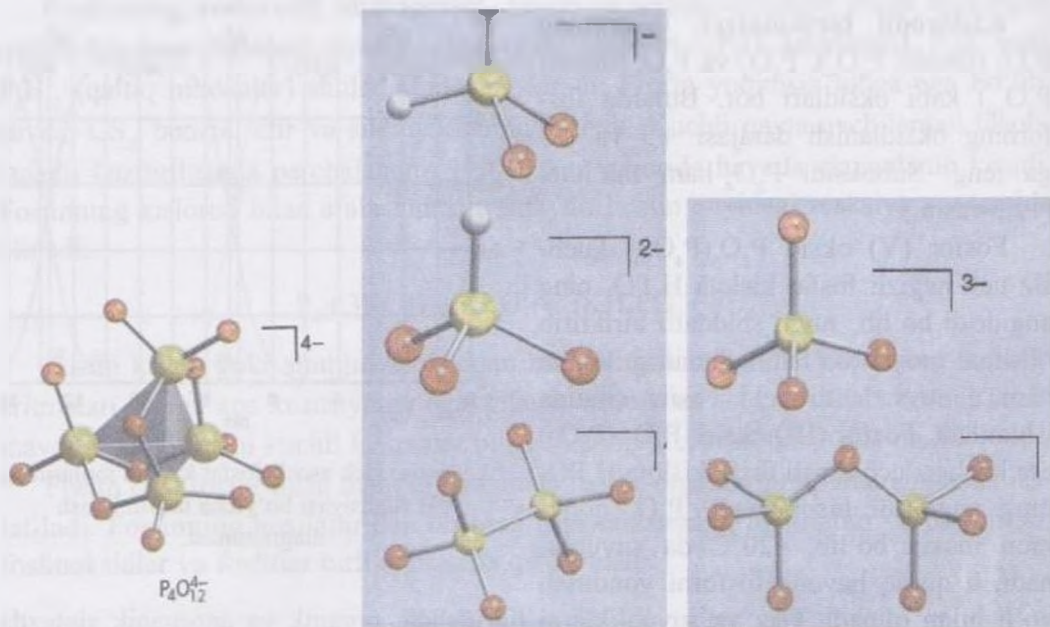


$H_4P_2O_7$ eritmada ushbu ionini hosil qiladi.

Kondensatsiya davom ettirilganda empirik formulasi HPO_3 bo'lgan fosfatlar hosil bo'ladi:

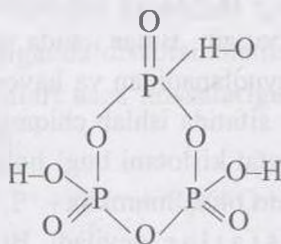


12.5-rasm. Uch asosli fosfat kislota ionlarining pH funksiyasi bo'yicha taqsimlanish diagrammasi.



12.6 - rasm. Fosforning kislorodli anionlarining ko'rinishi.

Ana shunday kislotalardan bo'lgan trimetafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_3$ siklik tuzilishga ega:



Fosforning oksianionlari muhitga qarab turli birikmalar hosil qilishini Latimer diagrammasi orqali tushintirish mumkin.



$\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6$ da oksianionlarning tuzilishi quyidagicha bo'ladi:

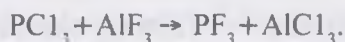


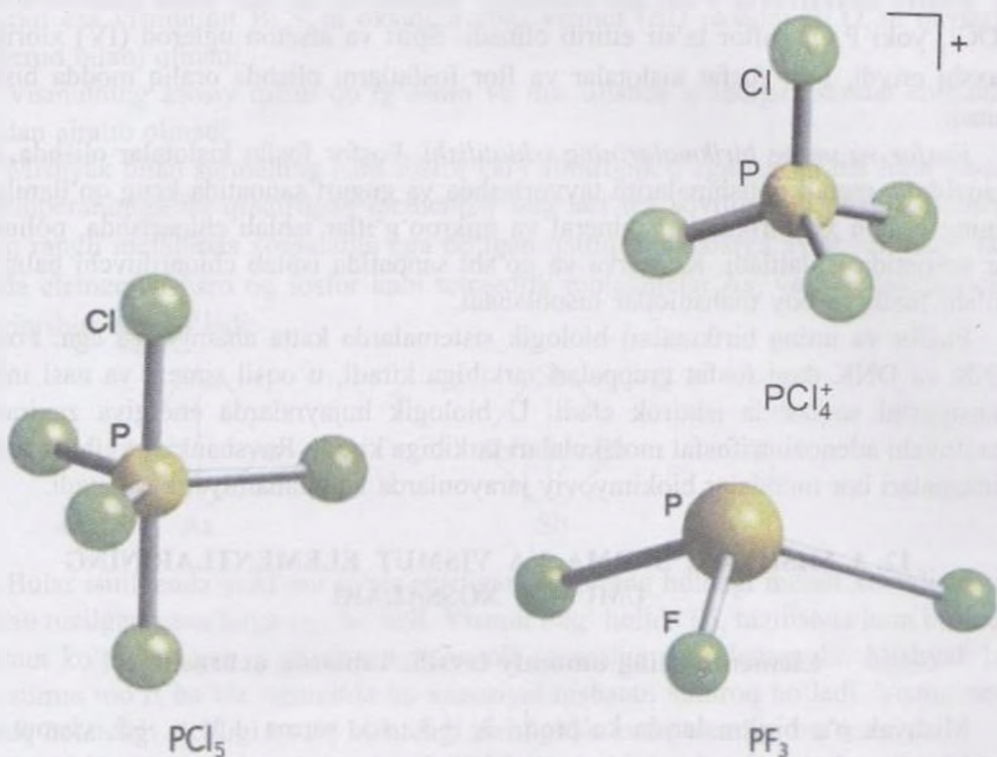
Fosfor galogenidlari. Bular qatoriga PF_3 , PF_5 , PCl_3 , PCl_5 , PBr_3 , PBr_5 va PJ_3 lar kiradi (12.7-rasm). R-X (X – galogen) da bog'larning qutblanganligi quyidagi qatorda o'zgaradi.



Bu qator fosfor bilan galogenlar orasidagi elektr manfiylik farqiga mos keladi.

Fosfor uch fluorid PF_3 quyidagi reaksiya yordamida olinadi:





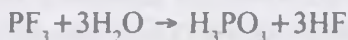
12.7- rasm. PCl_5 va PF_3 molekulası ko'rinishi.

PF_5 elementlardan to'g'ridan to'g'ri olinishi yoki CaF_2 ni P_4H_{10} bilan qizdirib sintez qilinishi mumkin. PCl_5 oq yoki qizil fosfor xlor ta'sir ettirib olinadi. Boshqa galogenlar ham shu yo'l bilan hosil qilinishi mumkin.

Fosfor galogenidlari suv bilan gidrolizlanadi. Suv mo'l bo'lganda reaksiya mahsulotlari sifatida fosforning kislorodli kislotalari va vodorod galogenidlar hosil bo'ladi:



Gidroliz jarayonining birinchi bosqochida $[\text{PCl}_4]^+$ ionining hosil bo'lishi aniqlangan.



Yuqoridagi reaksiyalardan laboratoriyada suvni kamroq ishlatib galogenovodorod olish maqsadida foydalaniladi. Fosfor galogenidlari spirtlar va karbon kislotalarni galogenlashda va metallar korroziyasiga qarshi kurashishda ishlatiladi.

Fosfor oksitrixlorid (fosfor xloroksid, xlorli fosforil) POCl_3 , $107,2^\circ\text{C}$ da qaynaydi. U xloroformda, uglerod (IV) xlorid va benzolda eriydi. PCl_3 ni kislorod bilan $20-50^\circ\text{C}$ da oksidlab yoki PCl_5 ni suv yetishmagan holda gidrolizlab olinadi. U tributilfosfat olishda va ba'zi reaksiyalarda katalizator sifatida ishlatiladi.

Fosfor oksitriflorid POF_3 gaz holatdagi modda bo'lib, suv bilan gidrolizlanadi. POCl_3 yoki P_2O_5 gaftor ta'sir ettirib olinadi. Spirt va atseton uglerod (IV) xloridida yaxshi eriydi. Ftor fosfat kislotalar va ftor fosfatlarni olishda oraliq modda hisoblanadi.

Fosfor va uning birikmalarining ishlatilishi. Fosfor fosfat kislotalar olishda, sotsozlikda, metall qotishmalarini tayyorlashda va gugurt sanoatida keng qo'llaniladi. Uning o'nlab xil birikmalari mineral va mikroo'g'itlar ishlab chiqarishda, polimerlar sanoatida ishlatiladi. Konserva va go'sht sanoatida ishlab chiqariluvchi baliq va go'sht fosfoga boy mahsulotlar hisoblanadi.

Fosfor va uning birikmalari biologik sistemalarda katta ahamiyatga ega. Fosfor RNK va DNK dagi fosfat gruppalarini tarkibiga kiradi, u oqsil sintezi va nasl informatsiyasini saqlashda ishtirok etadi. U biologik hujayralarda energiya zaxirasini yaratuvchi adenozintrifosfat molekulari tarkibiga kiradi. Ravshanki, tarkibida fosfor birikmalari bor moddalar biokimyoviy jarayonlarda katta ahamiyat kasb etadi.

12. 3. MISHYAK, SURMA VA VISMUT ELEMENTLARINING UMUMIY XOSSALARI

Elementlarning umumiy tavsifi. Tabiatda uchrashi

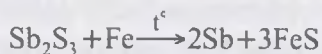
Mishyak o'z birikmalarida ko'proq -3 , $+3$, $+5$, surma $+3$ va $+5$, vismut esa $+3$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Elementlarning muhim birikmalari arsin – AsH_3 , galliy arsenid – GaAs , arsin oksid – As_2O_3 , arsin xlorid – AsCl_3 , oltingugurtli birikmasi – As_2S_5 , stibin xloridlari (SbCl_3 , SbCl_5), oltingugurtli birikmasi – Sb_2S_3 , oksidi – Sb_2O_3 , kompleks birikmasi – $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$, vismut oksidi – Bi_2O_3 , nitrati – $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ahamiyatlidir.

Yer qobig'ida mishyak $1,7 \cdot 10^{-24}\%$, surma $5-10^{-5}\%$ va vismut $2 \cdot 10^{-5}\%$ ni tashkil etadi. Tabiatda mishyak, asosan, metallar yoki oltingugurt bilan birga uchraydi, erkin holda kam bo'ladi. Surma esa erkin holda va oltingugurtli birikmasi sifatida uchraydi. Vismut tabiatda nisbatan kam tarqalgan bo'lib, uning birikmalari – vismut oxrasi Bi_2O_3 (bismut) va vismut yaltirog'i Bi_2S_3 ko'proq. Mishyakning minerallaridan arsenopirit – FeAsS , realgar As_4S_4 va auri pigment – As_2S_3 lar ma'lum. Surmaning sulfidi – antimonit Sb_2S_3 (surma yaltirog'i) ham tabiatda keng tarqalgan.

Mishyak va uning birikmalari kuchli zaharli moddalar hisoblanadi. Stibin – SbH_3 ham shunday zaharli birikmalardan biridir.

Olinishi va xossalari. Mishyak arsenopirit FeAsS ni yuqori temperaturada parchalab olinadi.

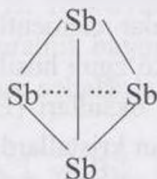
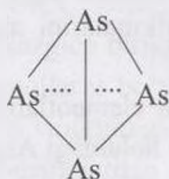
Surma antimonitni temir bilan qizdirish orqali hosil qilinadi:



Ko'mir bilan qaytarilgan oksidlaridan ham mishyak bilan surma ajratib olinadi. Vismut esa vismutinit Bi_2S_3 ni oksidlab yoki vismut (III) oksidni Bi_2O_3 ni qaytarib (uglerod bilan) olinadi.

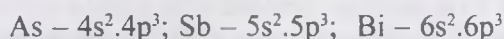
Vismutning asosiy qismi qo'rg'oshin va mis olishda qoladigan sanoat chiqindilaridan ajratib olinadi.

Mishyak bilan surmaning ham fosfor kabi allotropik o'zgarishlari ma'lum. Yuqori temperaturagacha qizdirilgan elementlar bug'lari tez sovutilganda ikkala element sariq rangli metallmas xossalarga ega bo'lgan qattiq moddalarga aylanadi. Bug' holatida elementlar ham oq fosfor kabi tetraedrik molekularlar As_4 va Sb_4 quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

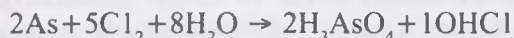


Bular isitilganda yoki nur ta'sir ettirilganda kulrang holdagi metall xossali atomlardan tuzilgan qavatlarga ega bo'ladi. Vismut bug' holida Bi_2 tuzilishda ham bo'ladi. Vismut ko'proq oqish-qizg'ish rangli metall xossasiga ega elementdir. Mishyak bilan surma mo'rt bo'lib, vismutda bu xususiyat nisbatan kamroq bo'ladi. Vismutning suyuq holatdagi zichligi qattiq holatdagi zichligidan ortiq ekanligi ma'lum.

Asosiy holatda elementlarning tashqi elektron qobiqlari konfiguratsiyasi quyidagicha bo'ladi:



Oddiy sharoitda havoda mishyak sekin oksidlanadi, qattiq qizdirilganda yonib oq rangli oksid – As_2O_3 ga aylanadi. Mishyak suvda erimaydi. Yuqori temperaturada mishyak ko'pgina elementlar bilan to'g'ridan to'g'ri birikadi:



Mishyak odatdagi sharoitda konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 bilan, qizdirilganda esa zar suvi va ishqor eritmaları bilan reaksiyaga kirishadi.

Surma odatdagi sharoitda galogenlar (F bundan mustasno) bilan, qizdirilganda kislorod, konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 , zar suvi bilan reaksiyaga kirishadi:



Vismut suv va kislorod bilan reaksiyaga kirishmaydi, qizdirilganda galogen va xalkogenlar, konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 bilan reaksiyaga kirishadi. U ishqoriy, ishqoriy-yer va nodir metallar bilan reaksiyaga kirishib vismutidlar hosil qiladi.

Mishyakning metallar bilan hosil qilgan birikmalari arsenidlar deyiladi. Bular yuqori temperaturada eriydigan zich moddalar bo'lib, ba'zilar gidrolizlanadi.

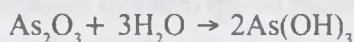
Oksidlovchilar ta'sirida arsenitlarga aylanadi. Arsenidlar elementlarni vakuumda yoki inert atmosferada qizdirish bilan hosil qilinadi. Stibinidlar (antimonidlar) surmaning metallar bilan hosil qilgan birikmasi bo'lib, kristall tuzilishga ega. Ishqoriy metallarning stibinidlari suv bilan parchalanadi. Konsentrlangan kislotalar va zar suvi ham stibinidlarga ta'sir qiladi.

Arsenidlar bilan stibinidlar yarim o'tkazuvchanlik xossasiga ega. Ular quyosh batareyalarida, infraqizil-detektorlarda, xoll datchiklari, tunnel diodlari, nur diodlari, tranzistorlar va lazer qurilmalarida qo'llaniladi.

Birikmalari va ularning xossalari. Mishyak, surma va vismut vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri reaksiyaga kirishmaydi. Arsin AsH_3 va stibin SbH_3 qo'lansa hidli gaz bo'lib, suvda erimaydi, tez parchalanadi va o'ta zaharli. Vismutin BiH_3 esa stibinga qaraganda ham beqarordir. Bular elementlarning turli birikmalarini aktiv metallar bilan qaytarish orqali olinib, «ko'zgu» hosil qiladi.

Mishyak, surma va vismut oksidlari (E_2O_3) tegishlicha elementlarning kislorod bilan reaksiyasidan hosil bo'lgan kristallardan iborat. Bug' holatdagi As_2O_3 va Sb_2O_3 lar dimer molekular (As_4O_6 va Sb_4O_6) shaklida bo'ladi.

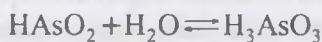
Mishyak angidrid – As_2O_3 margumush nomi bilan ham ma'lum. Suvda eriydi, bunda arsenit kislota hosil bo'ladi. As_2O_3 amfoter xossaga egaligi sababli ham kislota, ham ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar hosil qiladi. Sb_2O_3 va Bi_2O_3 lar suvda erimaydi. Gidroksidlari $Sb(OH)_3$ va $Bi(OH)_3$, Sb va Bi tuzlari eritmasiga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi. Mishyak gidroksid As_2O_3 ni suvda eritib olinadi:



Mishyak gidroksidi ham amfoter xossalarni namoyon qilsa-da, unda kislota xossalari ustunroq. $Bi(OH)_3$ asos xossalriga ega. U konsentrlangan ishqor eritmalarida juda oz eriydi, ishqoriy muhitda qalay birikmalari $Bi(OH)_3$ ni metallgacha qaytaradi.

Oq rangli gidratlangan oksid modda $Sb_2O_5 \cdot xH_2O$ ni KOH bilan qizdirilganda kaliyning geksagidroksostibinati $K[Sb(OH)_6]$ hosil bo'ladi.

Mishyak va surma kislotalari nitrat va fosfat kislotalariga qaraganda kuchsiz hisoblanadi. Masalan, $HAsO_2$ ($K=6 \cdot 10^{-10}$) eritmasida muvozanat chapga surilgan bo'ladi:



H_3AsO_3 kislota fosfit kislota H_3PO_3 dan farqli o'laroq, As–H bog'iga ega emas, tuzilishi $As(OH)_3$ dir. Arsenit kislota va uning tuzlari kuchli qaytaruvchilardan hisoblanadi.

Arsenat kislota H_3AsO_4 o'rtacha kuchli, ammo fosfat kislotadan kuchsizroq. Uch negizli bu kislota ionlanish konstantasi:

$$K_1=5 \cdot 10^{-3}, K_2=4 \cdot 10^{-5} \text{ va } K_3=6 \cdot 10^{-10}(25^\circ C)$$

Metafosfat va pirofosfat kislotalar kabi mishyakning ham meta $HAsO_3$ va pirokislotalari $H_4As_2O_7$ mavjud. $HSbO_3 \dots 2H_2O$ yoki $Sb(OH)_5$ – antimonat kislota yoki stibin

(V) gidroksid deyilib, oq amorf moddadan iboratdir. U amfoter xossaga ega. Surma-ning piroantimonat kislota $H_3Sb_2O_7$ si ham mavjud. H_3SbO_5 , $HSbO_3$ va $H_4Sb_2O_7$ lar kuchsiz kislota hisoblanadi.

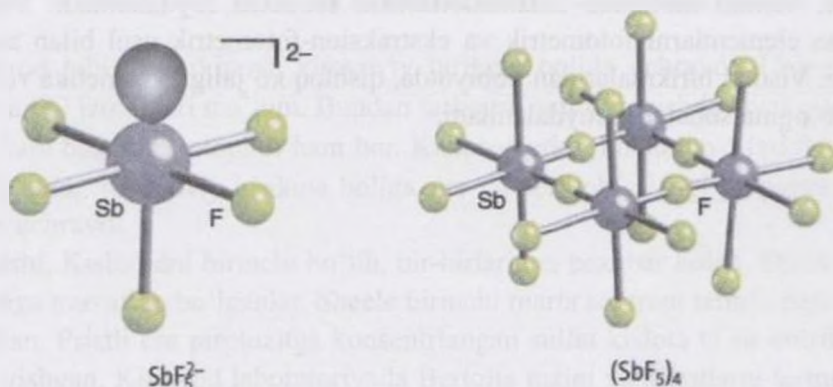
Erkin holda ajratib olinmagan vismut kislotaning tuzlari ham bor, ular *vismutatlar* deb ataladi. Bularga $NaBiO_3$ va $AgBiO_3$ misol bo'la oladi. Vismutatlar kuchli oksidlovchilar hisoblanadi. Arsenatlar esa fosfatlarga o'xshaydi.

Mishyak (III), surma (III) va vismut (III) ning galogenli birikmalari yuqori temperaturada qaynovchi suyuqlik yoki kristall moddalardir. Ular elementlarning birikishidan yoki boshqa birikmalaridan hosil qilinadi: $AsCl_3$, AsJ_3 , AsF_3 , $SbCl_3$, $SbBr_3$, SbJ_3 , $BiCl_3$, $BiBr_3$, BiJ_3 va BiF_3 lar reaksiyalarda katalizator, analitik reaktiv, yarimo'tkazgich birikmalar sintezi, keramik buyumlar xomashyosiga qo'shimcha sifatida, gazmollarni bo'yashda va boshqa sohalarida qo'llaniladi. Ba'zi birikmalari polimerlangan strukturaga ega bo'ladi.

Pentagalogenidlardan faqat $AsFCl$, $SbCl_5$ va BiF_5 lar ma'lum. Bularning ba'zilari gidrolizlanadi. Pentagalogenidlar galogenlovchi agent bo'lib reaksiyalarda katalizator, sof As, Sb va Bi olishda xomashyo sifatida ishlatiladi. (12.8-rasm).

Antimonil tuzlari umumiy formulasi $(SbO)_nX$ bo'lib, bu yerda $X=Cl^-$, SO_4^{2-} , NO_3^- dir. Sb^{+3} tuzlariga $Sb_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$, $Sb(NO_3)_3$, $SbPO_4$ va Sb_2S_3 kiradi. Kaliy antimonil tartrat $K_2[Sb(C_4H_2O_6)_2] \cdot 3H_2O$ kristall modda bo'lib, suvda eriydi, tibbiyotda «qusti-radigan tosh» sifatida ma'lum.

Bismutil tuzlari $(BiO)_nX$ (bu yerda $X=F^-$, Cl^- , Br^- , J^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-}) suvda erimaydi. $BiOClO_4$ suvda eriydi. Vismutil karbonatning kristallogidрати $(BiO)_2 \cdot CO_3 \cdot H_2O$ kristall bo'lib, suv va spirtida erimaydi. U vodorod xlorid va nitrat kislota ta'sirida parchalanadi. Soda yoki $(NH)_2CO_3$ bilan vismut tuzlari eritmalarining reaksiyasi natijasida olinadi. Bu tuz sil va oshqozon kasalliklarini davolashda qo'llaniladi.



12.8-rasm. SbF_5^{2-} ioni struktura ko'rinishi.

Element birikmalarining oltingugurt bilan o'zaro ta'siridan As_4S_3 , As_4S_4 , As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 , Bi_2S_3 kabi sulfidlar hosil bo'ladi. Mishyak sulfidlari sariq, surmaniki zarg'aldoq, vismutniki qora bo'lganligi tufayli ularni bir-biridan oson farqlash mumkin.

Yuqorida formulasi keltirilgan sulfidlar suvda va oksidlovchi bo'lmagan kislotalarda erimaydi. As_2S_5 ning konsentrlangan nitrat kislotada erish reaksiyasi quyidagicha boradi:



Mishyakning As_2S_3 va As_2S_5 hamda surmaning Sb_2S_3 kabi sulfid birikmalari boshqa sulfidlardan farq qilib, ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmasida eriydi, bunda tiokislotalarning $(NH_4)_3AsS_3$, $(NH)_3AsS_4$, $(NH_4)_3SbS_3$ kabi tuzlari hosil bo'ladi. Bu reaksiyadan analizlarda mishyak va surmani boshqa elementlardan ajratib olish maqsadida foydalaniladi. Tiokislota tuzlarining nordon eritmasidan erkin tiokislotalar ajraladi. Bular tegishli metallar sulfidlari bilan H_2S ga oson parchalanadi.

Ishlatilishi. Mishyak qotishmalar va yarimo'tkazgich materiallar tarkibiga kiradi. Mishyak birikmalari maxsus shishalar ishlab chiqarishda, charm-mo'yna buyumlarini konservalashda, yog'och antiseptigi, fiziologik aktiv va zaharli moddalar tayyorlashda ishlatiladi.

Surma ham ko'pincha qotishmalar tarkibiga kiradi. U yarimo'tkazgichlar texnikasida ishlatiladi. Qo'rg'oshin akkumulatori plastinkalarini tayyorlashda surma va mishyakdan foydalaniladi. Surma birikmalari pigment, bo'yoq, glazur va emal ishlab chiqarishda ishlatiladi. Surma sulfat va sulfid (V) pirotexnikada ishlatiladigan qotishmalarga qo'shiladi.

Vismut turli qotishmalar, shu jumladan, yengil suyuqlanadigan Vud qotishmasi tarkibiga kiradi. Bunday qotishmalardan plastmassa buyumlari va abraziv materiallar uchun qoliplar tayyorlanadi. Termo elektrik generatorlarda va yadro reaktorlarida vismutdan foydalaniladi. Vismut titanatoptik modulator va akustik tuzatkichlarda ishlatiladi. Vismut molibden katalizatorlaridan sanoatda foydalaniladi. Vismutallar bir qancha elementlarni fotometrik va ekstraksion-fotometrik usul bilan aniqlashda ishlatiladi. Vismut birikmalaridan tibbiyotda, qishloq xo'jaligi, kosmetika va shu kabi boshqa ko'pgina sohalarda foydalaniladi.

XIII BOB

O'N OLTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAFSIFI

Bu gruppada elementlariga kislorod – O, oltingugurt – S, selen – Se, tellur – Te va poloniy – Po kiradi. Mazkur elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida $s^2 \cdot p^4$ elektronlar mavjud. Shuning uchun (kisloroddan boshqa) ularning valentliklari -2 dan $+6$ gacha o'zgaradi. Kislorod atomining tashqi elektron qavatida oltita elektron bo'lishiga qaramasdan, u har doim boshqa atomlardan ikkita elektron qabul qilib, oksidlanish darajasi manfiy ikkiga teng bo'ladi. Kislorod atomining ionlanish potentsiali katta qiymatga ega bo'lganligi uchun atomda elektronlar juda mustahkam joylashgan. Kislorod atomidan elektron tortib oladigan element faqat fluor atomidir. S, Se, Te, Po elementlari esa Kossel nazariyasiga asosan o'z tashqi elektron qavatlaridagi elektronlar sonini sakkizga yetkazish uchun boshqa elementlardan ikkita elektron qabul qilib manfiy zaryadlanadi. Bundan tashqari, bu elementlar tashqi qavatda joylashgan oltita elektronini yo'qotib, musbat zaryadga ega bo'ladi. Bu gruppacha elementlarining metallmaslik xossalari yuqoridan pastga qarab kamayib boradi. Shu sababli kislorod va oltingugurt kuchli metallmas xossasini, selen va tellur esa metall va metallmas xossalarni, poloniy esa kuchli metall xossasini namoyon qiladi.

13.1. KISLOROD

Kislorod tabiatda erkin va kimyoviy birikma holda uchraydi. Uning barqaror ^{16}O , ^{17}O va ^{18}O izotoplari ma'lum. Bundan tashqari, sun'iy ravishda hosil qilingan ^{14}O , ^{15}O , ^{19}O kabi beqaror izotoplari ham bor. Kislorod erkin holda havo tarkibida 20,9 % ni tashkil etadi. Kimyoviy birikma holda suv va yer qobig'idagi ko'pgina moddalar tarkibida uchraydi.

Olinishi. Kislorodni birinchi bo'lib, bir-birlaridan bexabar holda, Sheele va Priestlilar olishga muvaffaq bo'lganlar. Sheele birinchi marta selitrani termik parchalab kislorod olgan. Priestli esa piroluzitga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib kislorod olishga erishgan. Kislorod laboratoriyada Bertolle tuzini va nitratlarni termik parchalab olinadi. Bundan tashqari, laboratoriya sharoitida suvni, ishqorlarni elektroliz qilish ham kislorod olinadi.

Hozirgi vaqtda texnikada kislorod Linde usulida suyuq havoni fraksiyalab va suvni elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Suvni elektroliz qilish natijasida katodda vodorod, anodda esa kislorod ajralib chiqadi.

Xossalari. Kislorod gaz holatda rangsiz, mazasiz, hidsiz modda. Uning molekula-si ikki atomdan tuzilgan. Suyuq va qattiq holatda kislorod och-havorang, paramagnit xossasini namoyon qilib, elektr tokini o'tkazadi. Kislorodning kovalent radiusi 0,066 mm ga teng.

Qattiq holatda kislorod geksoqonal kristall tuzilishga ega. Juda tez sovitish natijasida kristall strukturasi o'zgarib, yangi fazaga o'tadi. Molekula holatdagi kislorodda (Poling nazariyasiga asosan) ikkita elektron jufti hisobiga vujudga kelgan ikkilamchi bog'lanish emas, balki ikkita uch elektronli bog'lanish bilan o'ralgan bitta oddiy bog'lanish mavjuddir. Shu nuqtayi nazardan O₂ molekulasining tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin: [O—O]. Kislorodning o'ziga xos xossalari-dan biri elementlar bilan birikma hosil qilishda yorug'lik va issiqlikning ajralib chiqarishidir. Kislorod qizdirilganda va katalizatorlar ishtirokida deyarli barcha elementlar bilan birikib *oksidlar* hosil qiladi. Elementlar kislorodli birikmalarining asosli xossalari davr bo'yicha chapdan o'ngga qarab susayib, kislotali xossalari ortib boradi. Chunki elementlar bilan kislorodning birikishi natijasida kimyoviy bog'lanish (tabiati) ham o'zgaradi. Kislorod bilan biror element orasida ion bog'lanish vujudga kelsa birikmalar asos xossasiga, ion-kovalent bog'lanish vujudga kelsa amfoter, kovalent bog'lanishda esa kislotali xossaga ega bo'ladi:

Na₂O, K₂O,
asosli oksidlar

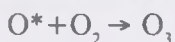
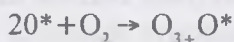
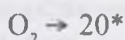
CaO Al₂O₃
amfoter
oksid

P₂O₅, SO₃, Cl₂O₇
kislotali
oksidlar

Asosli oksidlar suvda erib ishqorlar, kislotali oksidlar suvda erib, kislotalar hosil qiladi. Amfoter oksidlar suvda yomon, lekin kislotalarda va ishqorlarda yaxshi eriydi. Kislorodning elementlar bilan hosil qilgan boshqa birikmalarini, har qaysi elementning umumiy xossalari-ni o'rganishda batafsil tushuntirib beriladi. Kislorodning allotropik shakllaridan biri ozondir.

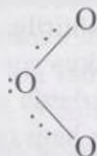
Ozon. 1785-yilda Van Marum elektr mashinalari ishlayotgan vaqtda yoqimsiz hid paydo bo'lganini payqadi. Keyinchalik 1840-yilda Shyonbayn suyultirilgan sulfat kislotani elektroliz qilish natijasida ajralib chiqqan yoqimsiz hidli gaz ozon ekanligini aniqladi. Ozon so'zi grekcha «hidli» so'zidan olingan. Ozon nam oq fosforning havoda oksidlanishidan, kislorodga boy bo'lgan permanganat va bixromat birikmalarining konsentrlangan sulfat kislotada parchalanishidan, shuningdek, ftorga suv va havo tarkibidagi kislorodga ultrabinafsha nurlari ta'sir ettirilganda ham hosil bo'ladi.

Kisloroddan ozon hosil bo'lishi zanjir reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha boradi:

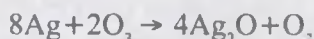


Texnikada ozon maxsus ozonatorlarda olinadi.

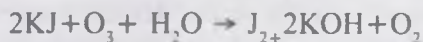
Ozonning molekular tuzilishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Ozon molekulasidagi markaziy kislorod atomi sp^2 gibridlangan holatda bo'ladi. Markaziy atomning ikki sp^2 gibridlangan orbitali ikkita bog' orbital hosil qilishda ishtirok etadi. Uchinchi gibridlangan sp^2 orbital bo'linmagan elektron juftiga ega bo'ladi. Markaziy atomning 2p orbitali chetdagi atomlarning 2p orbitallari bilan π -bog' orbital hosil qilishda ishtirok etadi. Qolgan elektronlar esa bo'shashtiruvchi orbitallarga joylashadi. Oltita bog'lovchi elektronlar hisobiga bog'lanish tartibi 1,5 ga teng bo'ladi. Shuning uchun ozon molekulasida struktura formulasini quyidagicha izohlash mumkin:



Odatdagi sharoitda ozon havorang gaz. Kislorodga nisbatan molekular massasi, qutblanuvchanligi va qutblovliligi katta bo'lgani uchun qaynash temperaturasi ham yuqori. Suyuq holatda ozon to'q-havorang, qattiq holatda to'q binafsharangli kristall modda. Ozon molekulasida birmuncha beqaror, yuqori konsentratsiyada portlab parchalanadi. Ozonning oksidlovchilik xossasi kislorodnikiga qaraganda kuchli. Shuning uchun odatdagi sharoitda ko'pgina kimyoviy passiv elementlarni oksidlay oladi:



Ozonni aniqlash uchun kaliy yodid eritmasidan foydalanish mumkin:



Ishqoriy metallar ozon ta'sirida ozonidlar hosil qiladi.



Ozonidlar musbat zaryadlangan metall va manfiy zaryadlangan O_3^- ionidan tashkil topgan qizil rangli moddalardir.

Ozon kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun ichimlik suvlarni tozalashda qo'l keladi, havoni dezinfeksiya qilish vositasi va organik moddalarni sintez qilishda xomashyo sifatida foydalaniladi.

Ozonning qo'llanilishi. Ozon yordamida oksidlar, ozonidlar yoki boshqa mahsulotlarning hosil bo'lishiga **ozonlash reaksiyasi** deyiladi. Ushbu reaksiyadan karbonil birikmalarini sintez qilishda, laboratoriya amaliyotida esa qo'sh $\text{C}=\text{C}$ bog'larining holatini aniqlashda foydalaniladi.

Ozonning havo yoki kislorod bilan aralashmasi suv va havoni dezinfeksiyalashda, gazmollar, mineral moylarni oqartirishda qo'llaniladi. U bakteritsid xususiyatiga ega bo'lgan moddadir. Ozon ta'sirida deformatsiyalangan (cho'zilgan) rezina buyumning chatnab yorilishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati rezinaning ozonga bardoshligi deb ataladi. Etilen va propilendan olingan polimerlar, xlor sulfidli polietilen, ftorkauchuk

va boshqalar ozon ta'siriga bardoshli rezinalardan hisoblanadi. Bardoshlilikni oshirish maqsadida rezinalar tarkibiga antiozonantlar qo'shiladi, o'ta chidamli moddalar bilan qoplanadi, buyum yuzasi kimyoviy ishlanadi.

Ozon mikroorganizmlar kushandasi hisoblanganligidan undan texnikada, shuningdek, uy, ishxona, sex va korxonalarning buzilgan havosini tozalashda, suvni zararsizlantirish va atrof-muhitni muhofaza qilishda keng foydalaniladi. Polimerlarga yupqa qavatli oksid pardalari yoki himoya qatlami qoplashda, yuza relyefini o'zgartirish, yuzidagi funksional gruppalar tarkibini analiz qilish, uni bo'yash yoki rangsizlantirishda ham uning xizmati katta.

Sterillovchi modda sifatida ichimlik suvi tayyorlash jarayonida ham undan keng foydalaniladi. Hozir Moskva aholisi ozonlashtirilgan suvni iste'mol qiladi. Yevropadagi eng yirik ozonlashtiruvchi asbob Moskva suv quvuri stansiyasida joylashgan. Bunday ozonlashtirish moslamalari shaharlarda ham tez orada paydo bo'lishi kutilmoqda. Sanoat chiqindi suvlarni tozalashda ham ozondan keng foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Ozonning qator birikmalari ham ma'lum bo'lib, ulardan turli sohalarda foydalanilmoqda. Masalan, anorganik ozonidlar qizil kristallar bo'lib, 60°C dan yuqorida parchalanadi. Ozonning organik birikmalari ham mavjud bo'lib, ulardan kimyoviy reaksiyalarda va ba'zi boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Suv. Suv tabiatda toza holda uchramaydi. Suv tarkibida har doim ko'pgina moddalar erigan bo'ladi. Daryo va buloq suvlarida, asosan, kalsiy va magniy bikarbonatlar erigan bo'lib, ular suvning «qattiqligi»ni tashkil qiladi. Ba'zan suvda tog' jinslari tarkibiga kiruvchi moddalar ham erigan bo'ladi. Suvda temir, marganes, azot, kislorod, karbonat angidrid, vodorod sulfid va boshqa moddalar erigan bo'lsa, bunday suvni *mineral suvlar* deyiladi. Tabiiy suvlar ichida yomg'ir, qor, ko'l suvlari eng toza hisoblanadi. Bundan tashqari, suv ko'pgina kimyoviy moddalar tarkibida ham uchraydi.

Bunday suvlar quyidagilardan iborat:

1. **Gigroskopik suv** – bunday suvlar kimyoviy moddalar yuzasiga absorbsion kuch hisobiga joylashgan bo'ladi. Bunday suvlarni yo'qotish uchun katta energiya talab qilinmaydi.

2. **Kristalizatsion suv** – bunday suv kimyoviy moddalar tarkibiga vodorod bog'lanish hisobiga yoki donor-akseptor bog'lanish hisobiga stexiometrik nisbatlarda joylashgan bo'ladi. Bunday suvni ajratib chiqarib yuborish uchun anchagina energiya sarflanadi. Bunday birikmalarga $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ misol bo'la oladi.

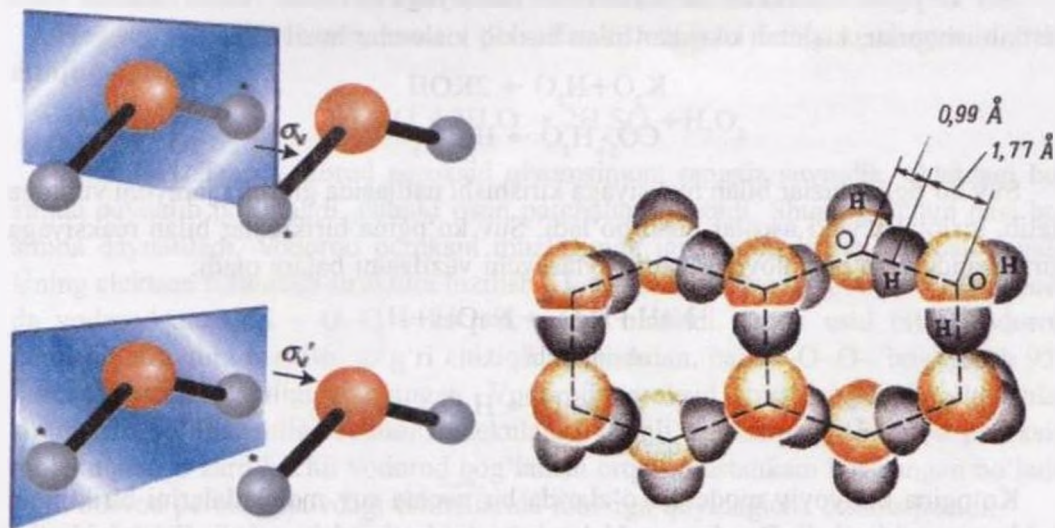
3. **Konstitutsion suv** – kimyoviy moddalar bilan juda mustahkam bog'langan bo'ladi. Bunday suvlarni ajratish uchun juda katta energiya sarflanadi yoki kimyoviy jarayonni vujudga keltirish kerak. Bunga $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ va $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ lar misol bo'la oladi.

Suvning fizik xossalari. Suv hidsiz, mazasiz, rangsiz modda. Uch xil: gaz, suyuq, qattiq agregat holatda bo'ladi. Suvning 4°C dagi zichligi 1 g/sm³ ga teng. Temperaturani 4°C dan ortishi yoki kamayishi natijasida suvning zichligi 1 g/sm³ dan kam

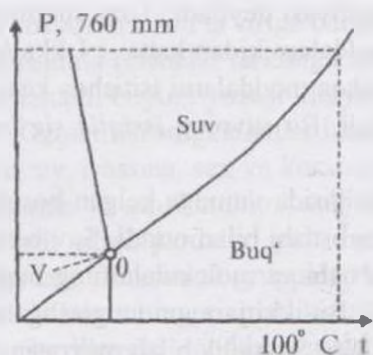
qiymatga ega bo'ladi. Bu hodisa suvning zichlik anomaliyasi deyiladi. Toza suvning solishtirma issiqlik sig'imi hamma suyuq va qattiq moddalarnikidan katta – 1 kkal/g yoki 4,18 kJ/g. Demak, 1 g suvni 1°C isitish uchun boshqa moddalarni isitishda ketadigan issiqlikka qaraganda ko'proq issiqlik talab etiladi. Bu suvning *issiqlik sig'im anomaliyasi* deb ataladi.

Suv doim bug'lanib turadi. Suvning bug'lanishi natijasida vujudga kelgan bosim *bug' bosimi* deyiladi. Suvning bug' bosimi temperatura ortishi bilan ortadi. Suv berk idishda bug'latilsa – molekularining bug' fazasiga o'tishi va molekularning bug' fazadan suv fazasiga o'tishi jarayonlari vujudga keladi. Bu ikki jarayon tenglashganda vujudga kelgan muvozanat *dinamik muvozanat* deyiladi. Suyuqlik bilan muvozanat holatda bo'lgan bug'ning o'zgarish temperaturadagi bosimi, o'sha suyuqlikning *to'yingan bug' bosimi* deyiladi. Ma'lum temperaturada va bosimda suv bir agregat holatdan boshqa agregat holatga o'tishi mumkin, ya'ni muz→suyuq→bug'. Suv, bug' va muzdan iborat muvozanat holatdagi sistema geterogen sistema uchun misol bo'la oladi. Geterogen sistema qaysi fazaning mavjud bo'la olish sharoitini holat diagrammasi orqali tavsiflashi mumkin. Bunday diagrammani tuzish uchun suv va bug' bosimlari, muzning turli suyuqlanish temperaturalarini o'zgarishidan foydalaniladi (13.1-rasm). Suv va muzning kristall to'rida suv molekulasining joylashishi rasmda keltirilgan.

Bu diagrammadagi (13.2-rasm) OV chizig'iga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda suv va bug' o'zaro muvozanatda bo'ladi. Bu chiziqdan yuqorida yotuvchi bosim va temperaturalarda suv suyuq holatda bo'ladi, pastki nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda suv faqat bug' holatdagina mavjud bo'la oladi. Mazkur chizig'ining ustidagi nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda muz, bu chiziqning tagidagi nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda



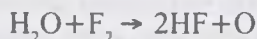
13.1-rasm. Muzning kristallik to'ridagi suv molekulasini joylanishi.



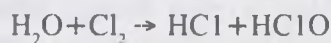
13.2-rasm. Suvning holat diagrammasi.

bugʻ mavjud boʻladi. OB chizigʻiga toʻgʻri keladigan bosim va temperaturalarda muz bilan bugʻ muvozanatda boʻladi. Ikki chiziq kesishgan O nuqtada uch faza oʻzaro muvozanatda boʻladi.

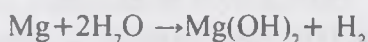
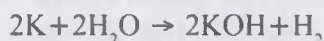
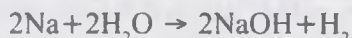
Suvning kimyoviy xossalari. Suv molekularining hosil boʻlishida juda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun ham suv molekulasini issiqqa chidamlidir. Suv gaz holidagi fluor bilan odatdagi sharoitda reaksiyaga kirishadi:



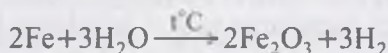
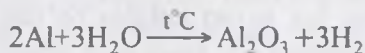
Xlor past temperaturada ham suvda eriydi:



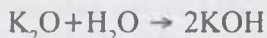
Suv turli sharoitlarda ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



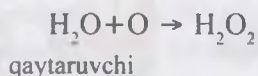
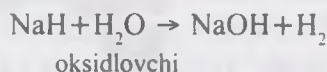
Yuqori temperaturada suv bugʻi boshqa metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



Suv koʻpgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Asosli oksidlar bilan birikib ishqorlar, kislotali oksidlar bilan birikib kislotalar hosil qiladi:

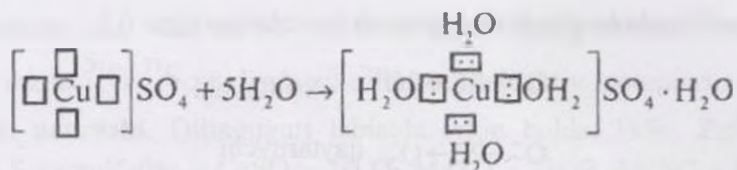
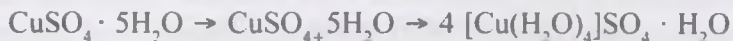


Suv koʻpgina tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida gidroliz jarayoni vujudga kelib, kislotalar yoki asoslar hosil boʻladi. Suv koʻpgina birikmalar bilan reaksiyaga kirishganda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi:



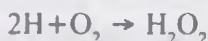
Koʻpgina kimyoviy moddalar oʻzlarida bir nechta suv molekularini biriktirgan holda mavjud boʻladi. Bunday moddalar *kristalgidratlar* deb ataladi. Kristalgidratlar hosil boʻlishida bir vaqtning oʻzida bir necha kimyoviy bogʻlanish mavjud boʻladi.

Suv molekulari kimyoviy moddalar bilan donor-akseptor va vodorod bog'lanish natijasida birikadi:



Suvda juda ko'p tuzlar gidrolizlanib, kislotalar va asoslar hosil qiladi. Suv qutbli modda bo'lganligi uchun ko'p moddalarni o'zida erita oladi.

Vodorod peroksid. Vodorod peroksid H_2O_2 ni 1818-yilda Tenor kashf etgan. Vodorod peroksid atomar vodorodga molekular kislorod ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



Agar bu jarayon sekinlik bilan sovitilsa, hosil bo'lgan H_2O_2 tezda suvga va kislorodga ajralib ketadi. Shuning uchun vodorod yonishi natijasida hosil bo'lgan mahsulot tezda sovitilib, vodorod peroksid hosil qilinadi. Vodorod alangasini muz sirtiga yuborish natijasida hosil bo'lgan suyuqlik tarkibida vodorod peroksid hosil bo'lishini kuzatishimiz mumkin. Bundan tashqari, nam kislorodni 2000°C da qizdirish natijasida, nam kislorod bilan vodorod aralashmasidan elektr zaryadi o'tkazilganda, suvga ultrabinafsha nurlar yoki ozon ta'sir ettirilganda ham vodorod peroksid hosil bo'ladi.

Olinishi. Ilgari sanoatda vodorod peroksid, bariy peroksid tuziga kislota ta'sir ettirib olinar edi:

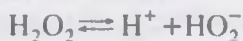


Hozirgi vaqtda sanoatda, asosan, persulfat kislota yoki uning tuzlariga suv ta'sir ettirib olinadi:

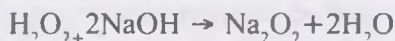


Xossalari. Toza vodorod peroksid qiyomsimon, rangsiz suyuqlik. Odatdagi bosimda qaynatib bo'lmaydi, chunki oson parchalanib ketadi. Shuning uchun past bosimda qaynatiladi. Vodorod peroksid muzlaganda ignasimon kristallar hosil qiladi. Uning elektron formulasi struktura tuzilishi $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ dir. Demak, vodorod peroksid-da vodorod atomlari $-\text{O}-\text{O}-$ ko'priq orqali birikadi. Optik usul bilan vodorod peroksid struktura tuzilishi to'g'ri chiziqli bo'lmasdan, balki $-\text{O}-\text{O}-$ bog'lanish 95° burchak ostida ekanligi aniqlangan. Vodorod peroksid strukturasi bog'lanishlar simmetrik bo'lmaganligi uchun, molekulari kuchli qutblangan. Vodorod peroksid molekulari o'zaro kuchli vodorod bog'lanish orqali mustahkam bog'langan bo'ladi.

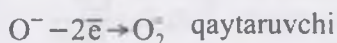
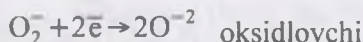
Vodorod peroksid suvdagi eritmalarida ionlarga quyidagicha dissotsilanadi:



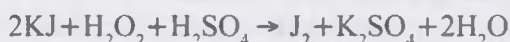
Vodorod peroksid dissotsilanganda H^+ ionlari hosil qilgani uchun kuchsiz kislota hisoblanadi. Shuning uchun K_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2 kabi tuzlarni hosil qila oladi:



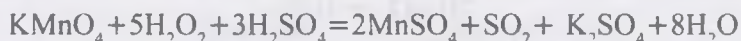
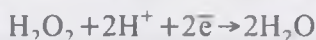
Vodorod peroksid oksidlash va qaytarish xossalariga ega:



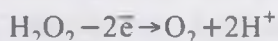
Bunga quyidagi reaksiya tenglamalari misol bo'la oladi:



Quyidagi reaksiyada H_2O_2 oksidlovchi sifatida ishtirok etadi:



Bu reaksiyada H_2O_2 qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi:

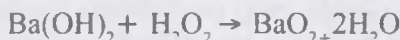


Lekin vodorod peroksidda oksidlash xossasi uning qaytarish xossasiga qaraganda kuchli namoyon bo'ladi.

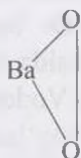
Konsentrlangan H_2O_2 eritmasini qog'ozga, qipiq va boshqa moddalarga ta'sir ettirilsa, ular o'z-o'zidan yonib ketadi.

Vodorod peroksid tibbiyotda dezinfeksiya maqsadlarida, to'qimachilik sanoatida, bo'yoq olishda, yoqilg'ilarning yonishini kuchaytirishda ishlatiladi.

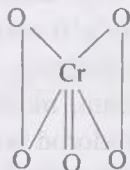
Peroksid birikmalar. Molekularida peroksid bog' bo'lgan birikmalarga *peroksid birikmalar* deyiladi. Peroksid birikmalarni, asosan, vodorod peroksidning hosilasi deb qarash mumkin. Vodorod peroksid molekulasidagi vodorodni metallar yoki metallmaslar bilan almashtirib peroksid birikmalar yoki kislota qoldig'i bilan almashtirib peroksid kislotalar hosil qilinadi:



Peroksid birikmalarning struktura tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:



yoki BaO_2 – bariy peroksid



yoki CrO_2 – xromperoksid

Peroksid birikmalar kuchli oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

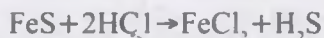
13.2. OLTINGUGURT

Oltingugurt kimyoviy xossalari bilan kisloroddan keskin farq qiladi. Buning sababi oltingugurtida 3d – orbitalning mavjudligidir. Shuning uchun oltingugurtning oksidlanish darajasi $-2,0$ $+2$, $+4$ va $+6$ bo'la oladi. Uning to'rtta $^{32}_{16}\text{S}$, $^{33}_{16}\text{S}$, $^{34}_{16}\text{S}$, $^{36}_{16}\text{S}$ barqaror va ikkita $^{31}_{16}\text{S}$, $^{37}_{16}\text{S}$ sun'iy hosil qilingan radioaktiv izotoplari ma'lum.

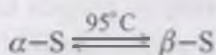
Tabiatda uchrashi. Oltingugurt tabiatda erkin holda, FeS , ZnS , PbS , HgS , CuFeS_2 , Cu_2S va sulfatlar – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, sulfidlar BaSO_4 , SnSO_4 holida uchraydi.

Olinishi. 1. Oltingugurt sanoatda tabiiy manbalardan shaxta usulida qazib olinadi. Agar oltingugurt tog' jinslari bilan aralashgan bo'lsa, joyida suyuqlantirib ajratib olinadi.

2. Tarkibida kolchedanlar va metall yaltiroqlari bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan konsentrat qaynoq xlorid kislotada ishlanadi. Oltingugurt vodorod sulfid holida ajratib yondiriladi va oltingugurt (IV) oksid ta'sirida qaytarib, ajratib olinadi:

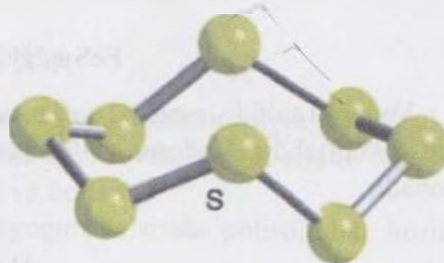


Xossalari. Oltingugurt kristall holatda ikki xil: α – oltingugurt va β – oltingugurt allotropik modifikatsiyaga ega:



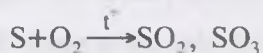
Bu allotropik shakl o'zgarishda hajm ortishi kuzatiladi, γ – sakkizburchakli halqasimon S_8 molekulalardan tuzilgan (13.3-rasm). Oltingugurt qizdirilsa $112,8^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Agar suyuq oltingugurt qizdirish davom etaversa, 160°C da rangi qo'ng'ir tusga kirib qovushqoq bo'lib qoladi, chunki bu temperaturada sakkizburchakli yopiq zanjirlar uzilib, ular o'rmini ochiq zanjirlar egallay boshlaydi. Temperatura 250°C dan oshganda ochiq zanjirlar ham uzila borib, 448°C da oltingugurt qaynab, bug'lana boshlaydi. Oltingugurt bug'lari temperaturaning ko'tarilishiga qarab S_8 , S_6 , S_4 , S_2 molekulalardan tashkil topgan bo'ladi.

Laboratoriyada ko'pgina kimyoviy reaksiyalar natijasida oltingugurt eritmada cho'kadi. Bunday oltingugurt nihoyatda mayda suspenziyalardan iborat bo'lib, amorf oltingugurt tashkil qiladi. Amorf oltingu-

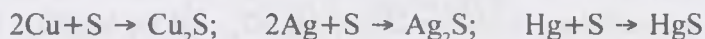


13.3-rasm. Oltingugurt molekulasida S_8 ning struktura ko'rinishi.

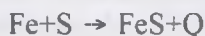
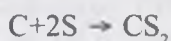
gurt qizdirilib kristall oltingugurtga aylantiriladi. Past temperaturada oltingugurtning reaksiyaga kirishish xususiyati juda sust bo'lib, qizdirilganda u aktivlashadi. Oltingugurt qizdirilganda havoda yonadi:



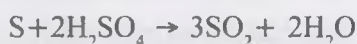
Oddiy sharoitda oltingugurt ishqoriy metallar, mis, kumush va simob bilan reaksiyaga kirishadi:



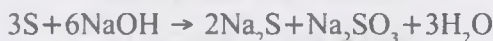
Oltingugurt uglerod va temir bilan yuqori temperaturada birikadi:



Oltingugurt qaynoq konsentrlangan kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



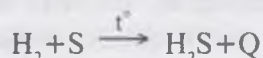
Oltingugurt qizdirilganda ishqor ta'sirida disproporsiyalanadi:



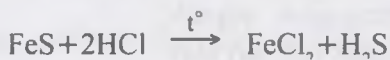
Ishlatilishi. Oltingugurt va uning tabiiy birikmalari tabiiy kauchuk olishda, portlovchi modda tayyorlashda, tibbiyotda, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, to'qimachilik sanoatida ishlatiladi.

Birikmalari. Oltingugurtning xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladigan birikmalari-dan biri vodorod sulfiddir. Tabiatda vodorod sulfid mineral suvlar va vulqon gazlari tarkibida uchraydi.

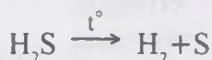
Vodorod sulfid yuqori temperaturada vodorodga oltingugurt ta'sir ettirib hosil qilinadi:



Laboratoriyada vodorod sulfid Kipp apparatida olinadi:



Vodorod sulfid – rangsiz, qo'lansa hidli zaharli gaz, molekulasining tuzilishi suvnigiga o'xshashdir. Vodorod sulfid qattiq qizdirilganda parchalanadi, kislorod ta'sirida yonadi:



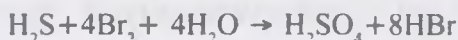
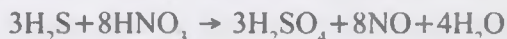
Agar kislorod yetishmasa yoki reaksiya past temperaturada olib borilsa, oltingugurt erkin holatda ajralib chiqadi:



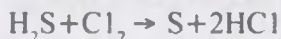
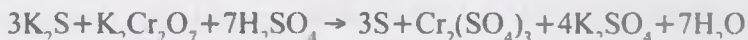
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi ikki negizli kuchsiz kislota xossasiga ega:



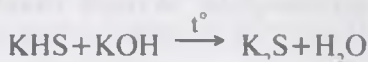
Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchi bo'lganligi uchun oksidlovchilar ta'sirida oksidlanadi:



Agar oksidlovchilar oz miqdorda olinsa, vodorod sulfid faqat S⁰gacha oksidlanadi:



Vodorod sulfid asos va tuzlarning eritmalari bilan metall sulfidlari hosil qiladi. Ishqoriy metallarning sulfidlari suvda eriydigan moddalardir. Kaliy sulfid ikki bosqichda hosil qilinadi:



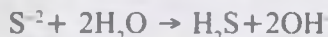
Natriy sulfid natriy sulfatni ko'mir yordamida qaytarish usuli bilan olinadi:



Kaliy va natriy sulfidning suvli eritmalari kuchli ishqoriy reaksiya namoyon qiladi:

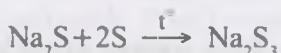


yoki

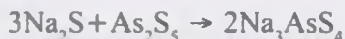


Vodorod sulfid ko'pgina metallar tuzlarining suvdagi eritmalarida ayni metall sulfidlari holida cho'kadi. Chunki bu metallarning sulfidlari suvda yomon eriydi. Masalan: HgS, PbS, Sb₂S₃, CuS, CdS, ZnS, MnS, NiS va hokazo.

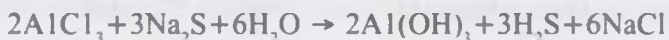
Metallarning suvda eriydigan sulfidlari oltingugurt ta'sirida polisulfidlar hosil qiladi:



Asosli sulfidlar kislotali va amfoter sulfidlar bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:

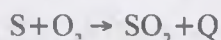


Kuchsiz asoslarning kationlarini sulfidlar holida cho'ktirish mumkin emas, chunki reaksiyada gidroliz jarayoni ham vujudga keladi:

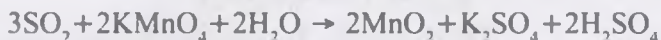
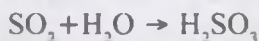


Oltinugurt kislorod bilan, asosan, SO_2 va SO_3 oksidlarini hosil qiladi.

Sulfitangidrid– SO_2 oltinugurttni havoda yondirish natijasida hosil bo'ladi: (13.4-rasm).



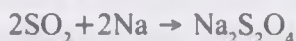
Sulfit angidrid rangsiz, o'tkir hidli zaharli gaz, suvda yaxshi eriydi, kuchli qaytaruvchi:



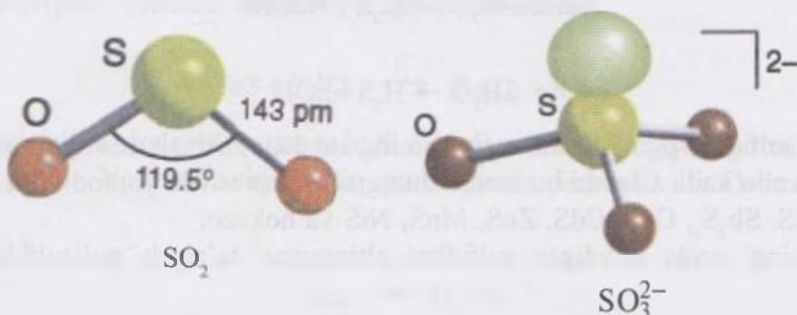
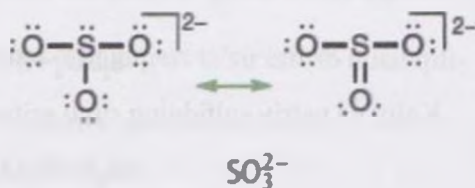
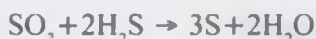
Hatto, nitrat kislotani ham qaytaradi:



Sulfit angidrid kuchli qaytaruvchilar ta'sirida oksidlovchi xossasini namoyon qiladi:



Sulfit angidrid vodorod sulfidni oksidlaydi:

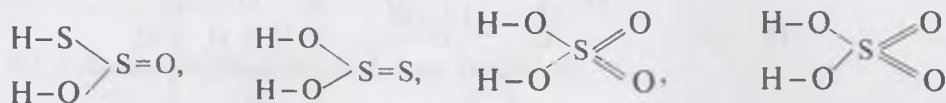


13.4-rasm. Sulfit angidridi va ioni ko'rinishi.

Bu reaksiya suvli eritmada olib borilsa, oraliq mahsulot sifatida tiosulfit $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_2$ va tiosulfat $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kislotalar hosil bo'ladi:

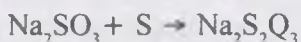


Bu kislotalarning struktura tuzilishlari sulfit va sulfat kislotalarining hosilalari deb qaralishi mumkin

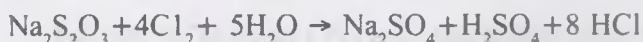


Bu kislotalar juda beqaror bo'lib, faqat eritmalaridagina mavjuddir. Lekin ularning tuzlari barqaror moddalardir. Masalan, natriy tiosulfat tuzi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ barqaror kristall modda.

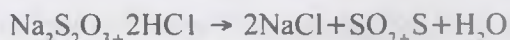
Sanoatda natriy tiosulfat tuzi natriy sulfit tuzining suvli eritmasiga oltingugurt aralashtirib qaynatish yoki ishqoriy muhitda SO_2 ga H_2S ta'sir ettirib olinadi:



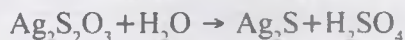
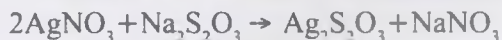
Kimyoviy reaksiyalarda $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ faqat kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. U holda molekuladagi har ikkala oltingugurt atomi elektron yo'qotib, o'z oksidlanish darajalarini S^{+6} ga yetkazadi:



Tiosulfat kislota tuzlari kuchli kislotalar ta'sirida SO_2 va S hosil qilib parchalanadi:



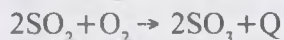
Ba'zi hollarda tiosulfat tuzlarining parchalanishi natijasida sulfid va sulfat birikmalar hosil bo'ladi:



Agar ortiqcha miqdorda natriy tiosulfat olinsa, eriydigan kompleks birikma hosil bo'lishi hisobiga oltingugurtning oksidlanish darajasi o'zgarmasdan qoladi:

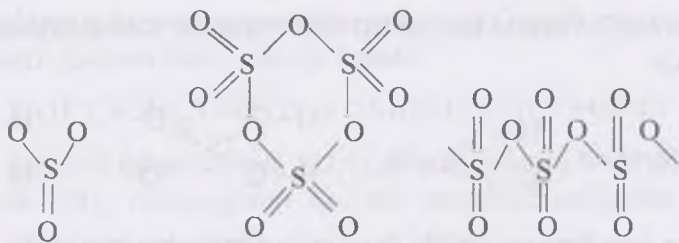


Bu reaksiya fotografiyada keng qo'llaniladi. Sulfat angidrid SO_3 oltingugurtning mo'l kislorod ishtirokida yondirish yoki sulfit angidridning yonishi natijasida hosil bo'ladi:



Sulfat angidridning hosil bo'lishida $\text{P}(\text{sp}^2)$ – gibridlangan valent orbitallarning ishtirok etishi tabiiydir. Shuning uchun SO_3 molekulari oson polimerlanadi. Sulfat

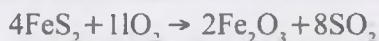
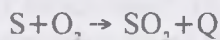
angidrid molekulası bug' holatda monomer, SO_2 – suyuq holatda siklik trimer $(\text{SO}_3)_3$, qattiq holatda turli uzunlikka ega bo'lgan zanjirsimon polimerdan iborat. Bu molekullarning struktura tuzilishlarini quyidagicha tasvirlash mumkin: (13.5-rasm).



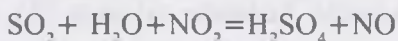
Sulfat angidridni suvda bevosita eritib bo'lmaydi, chunki bu jarayon katta issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi.

Sulfat kislota. Sulfat kislota sanoatda ikki xil: nitroza va kontakt usullarda olinadi.

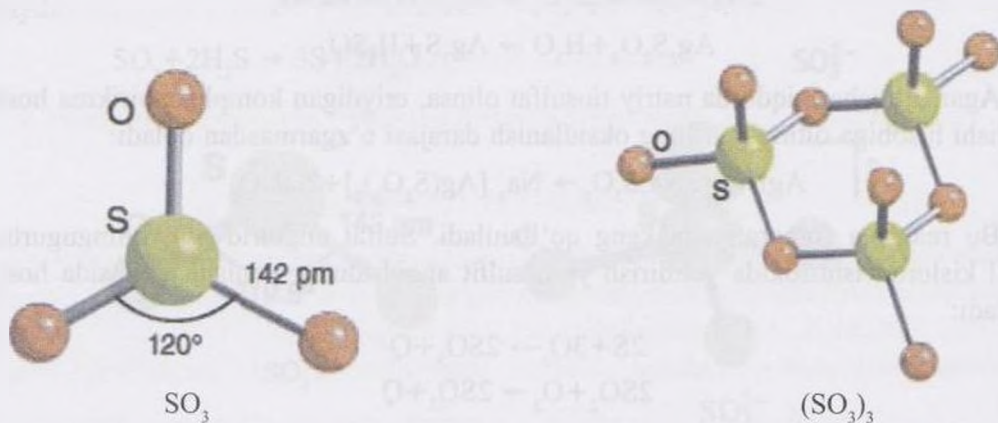
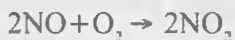
Sulfat kislotani nitroza usuli bilan olishda dastlab VIII asrda qo'llanilgan bo'lib, u quyidagi reaksiya tenglamalariga asoslanadi. Dastlab oltingugurt yoki piritni yondirib, SO_2 hosil qilinadi:



Hosil bo'lgan sulfit angidridga azot (IV) oksid ta'sir ettiriladi:

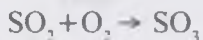


Reaksiya natijasida hosil bo'lgan azot (II) oksid kislorod ta'sirida NO_2 ga aylantiriladi:

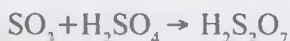


13.5-rasm. Sulfat angidridi agregat holati.

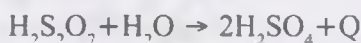
NO₂ dan yana sulfat kislota olishda foydalaniladi. Demak, sulfat kislota olishda NO kislorod tashuvchi, ya'ni katalizator hisoblanadi. Bu usul bilan olingan sulfat kislota 80% li bo'ladi. Bunday tarkibli sulfat kislota, asosan, mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Kontakt usulda esa sulfit angidrid katalizator ta'sirida oksidlanadi:



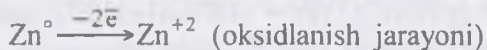
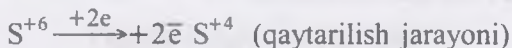
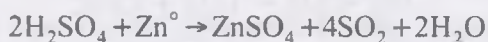
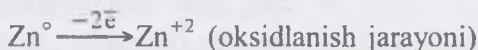
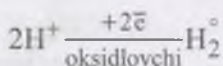
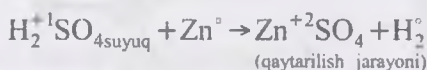
SO₃ konsentrlangan sulfat kislota yutdiriladi:



Hosil bo'lgan mahsulot «oleum» deb ataladi va unga suv ta'sir ettirib sulfat kislota olinadi:



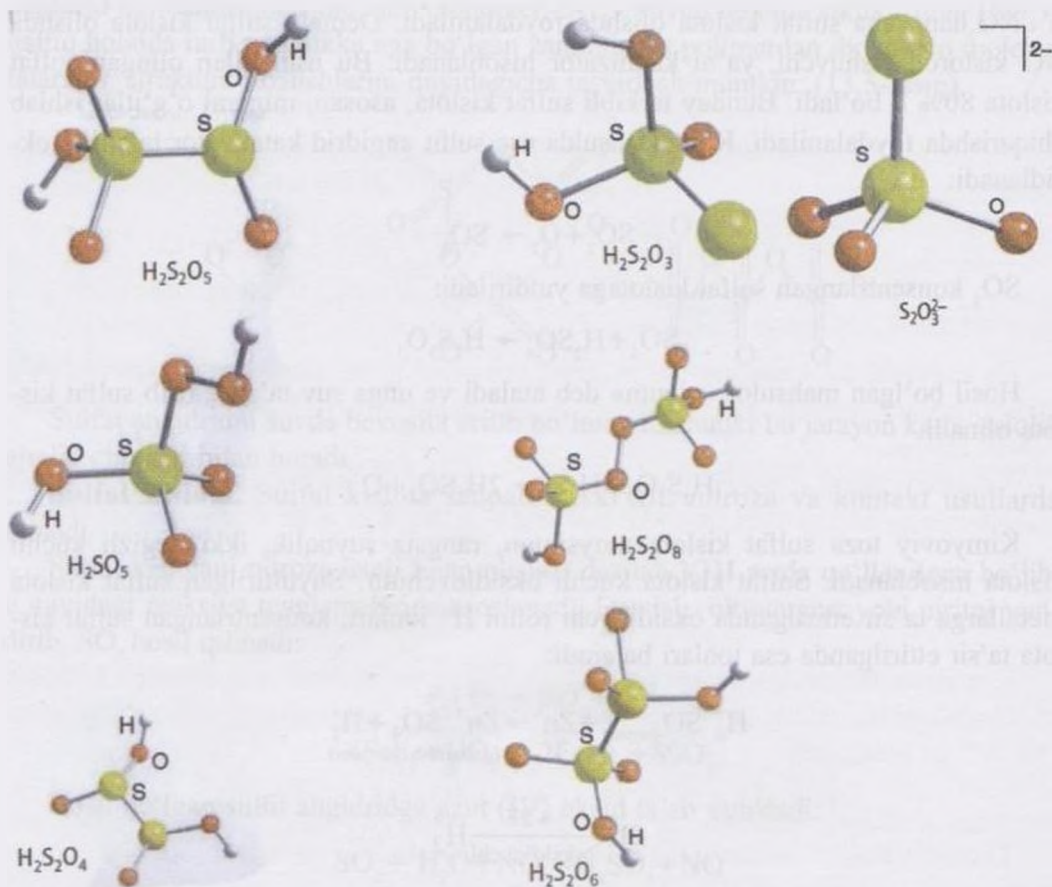
Kimyoviy toza sulfat kislota moysimon, rangsiz suyuqlik, ikki negizli kuchli kislota hisoblanadi. Sulfat kislota kuchli oksidlovchidir. Suyultirilgan sulfat kislota metallarga ta'sir ettirilganda oksidlovchi rolini H⁺ ionlari, konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilganda esa ionlari bajaradi:



Sulfat kislota ikki negizli bo'lganligi uchun o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi. Sulfat kislota achchiqtosh olishda, akkumulator tayyorlashda, kondensatsiya reaksiyalarida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

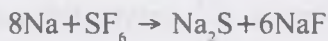
Oltingugurtning di, poli kislotalari ham olingan (13.6-rasm).

Oltingugurtning galogenli birikmalari. Oltingugurt ftor bilan to'g'ridan to'g'ri birikkanda, asosan, SF₆ hosil bo'ladi. Lekin juda oz miqdorda qo'shimcha sifatida SF₄ va S₂F₁₀ lar hosil bo'ladi. SF₆ rangsiz, juda beqaror gaz, kimyoviy inert. Hatto, suyuqlantirilgan KOH suv bug'i bilan ham reaksiyaga kirishmaydi. Lekin suyuqlantirilgan natriy metalli bilan 250°C da, vodorod bilan elektr uchquni ta'sirida reak-



13.6-rasm. Oltingugurt polikislotalari strukturasi.

siyaga kirishadi. Oltingugurt geksaftorid natriy bilan dimetil efir eritmasida yaxshi reaksiyaga kirishadi va oson gidrolizlanadi:



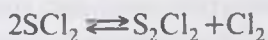
Oltingugurt vakuumda AgF bilan birikib S_2F_2 hosil qiladi. S_2F_2 rangsiz, ikki xil modifikatsiyaga ega bo'lgan gaz. SCl_2 ni NaF ga atsetonitril ishtirokida $70-80^\circ$ da ta'sir ettirilsa, oltingugurt tetraxlorid SF_4 hosil bo'ladi: (13.7-rasm).



SF_4 – kimyoviy aktiv, suv ta'sirida tez SO_2 hosil qilib gidrolizlanadi, turli metallarni ftorlashda ishlatiladi. Oltingugurt suyuqlantirib, xlor gazi o'tkazilsa, S_2Cl_2 hosil bo'ladi. Oltingugurt monoxlorid qovoq rangli, qo'lansa hidga ega bo'lgan suyuqlik, suv ta'sirida oson parchalanadi:



S_2Cl_2 o'zida oltingugurtni yaxshi eritadi, shuning uchun kauchukni vulqonlashda ishlatiladi. Agar oltingugurtga xlori ortiqcha miqdorda va katalizatorlar ($FeCl_3$, $SnCl_4$, J_2) ishtirokida ta'sir ettirilsa, SCl_2 hosil bo'ladi. Oltingugurt dixlorid SCl_2 qizil tusli suyuqlik, o'z-o'zidan parchalanib ketadi:



Oltingugurt monoxloridga past temperaturada xlor bilan ishlov berilsa sariq rangli oltingugurt tetraxlorid SCl_4 kristallari hosil bo'ladi. Oltingugurt tetraxlorid – 30° dan yuqori temperaturada oson parchalanib ketadi.

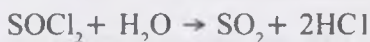
Oltingugurt, asosan, uch xil tipdagi oksogalogenidlar hosil qiladi:

Tionil galogenidlar – umumiy formulasi SO_2 ,

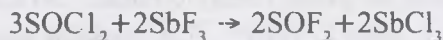
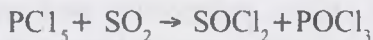
Sulfuril galogenidlar – umumiy formulasi SO_2G_2 ,

Murakkab oltingugurt oksogalogenidlar – HSO_3G .

Oltingugurtning tionil SOF_2 , $SOCl_2$, $SOBr_2$, $SOFCl$ galogenidlari ma'lum. Butionil galogenlardan tionilftorid suv bilan juda sekin reaksiyaga kirishadi, qolganlari esa shiddatli reaksiyaga kirishadi:

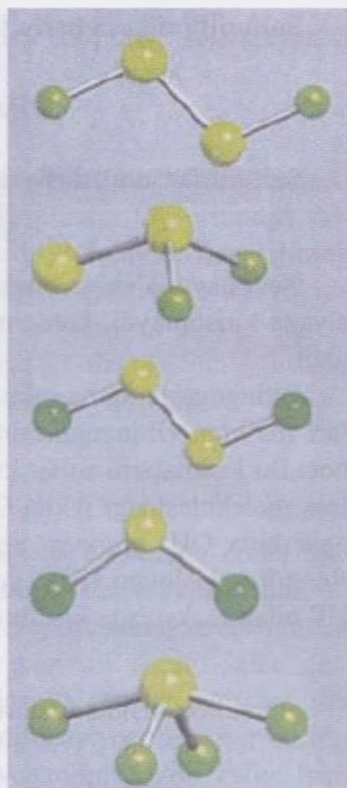
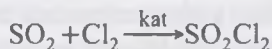


Oltingugurtning tionilgalogenidlari, asosan, quyidagi usullar bilan olinadi:



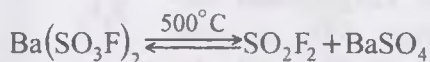
Tionilgalogenidlar vakuumda oddiy va past temperaturalarda barqaror, qizdirilganda SO_2 va erkin galogenlar hosil qilib parchalanadi. Tionilgalogenidlar metallarning suvsiz galogenidlarini ularning oksidlaridan, kristall gidratlaridan, gidroksidlardan ajratib olishda ishlatiladi.

Oltingugurtning SO_2F_2 , SO_2Cl_2 , SO_2FCI , $SOFBr$ tarkibli sulfurilgalogenidlari ham ma'lum. Bularning ichida eng ahamiyatlilari SO_2F_2 va SO_2Cl_2 dir. Sulfurilxlorid sulfit anhidridga katalizator ishtirokida to'g'ridan to'g'ri xlor ta'sir ettirib hosil qilindi:

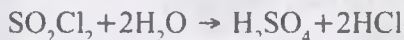


13.7-rasm. Oltingugurtning galogenli birikmalari.

Sulfurilftorid esa bariy ftorsulfatni termik parchalab hosil qilinadi:

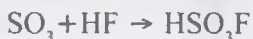


Sulfurilxlorid qizdirilganda parchalanadi, suv bilan oson reaksiyaga kirishadi:



Nam havo ta'sirida tutab yonadi. Sulfurilftorid kimyoviy inert gaz, suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, konsentrlangan ishqorlarning suvli eritmalarida oson gidrolizlanadi.

Oltingugurtning murakkab oksoxlorid $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ va oksoftorid SOF_4 , $\text{S}_2\text{O}_5\text{F}_2$, SO_3F_2 lari ma'lum. Oltingugurtning HSO_3F va HSO_3Cl tarkibli oksogalogenid kislotalari bor. Bu kislotalarni sulfat kislotaaning hosilalari deb qarash mumkin. Agar sulfat kislota molekulasidagi ikkita OH^- ioni o'rnini galogenlar egallasa, sulfurilgalogenidlar, agar bitta OH^- gruppasi egallasa, oksogalogenid kislotalar hosil bo'ladi. Sanoatda ftorsulfon kislota KHF₂ yoki CaF_2 larni 250° da ishlash va sulfat angidridni suvsiz HF bilan reaksiyaga kiritib olish mumkin:



Ftorsulfon kislota tuzlarini sulfat angidridga CaF_2 ta'sir ettirib olishi mumkin:



Ftorsulfon kislota rangsiz suyuqlik, ftorlashda qulay reagent hisoblanadi. U ko'pgina barqaror tuzlar hosil qiladi va suv ta'sirida qisman gidrolizlanadi. Xlorsulfon kislota esa rangsiz o'z-o'zidan tutaydigan suyuqlik, suv ta'sirida juda tez gidrolizlanadi, barqaror tuzlar hosil qilmaydi. Xlorsulfon kislota sulfat angidridga gazsimon vodorod xlorid ta'sir ettirib hosil qilinadi.

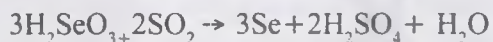
13.3. SELEN, TELLUR, POLONIY

Umumiy tavsifi. Selen, tellur, poloniyning vodorodli birikmalarining termik barqarorligi $\text{Se} \rightarrow \text{Po}$ qatori bo'yicha kamayib boradi. Bu elementlarda $\text{Se} - \text{Te} - \text{Po}$ tartibda metallik xossalari, SeBr_6^{2-} , TeBr_6^{2-} , PoJ_6^{2-} tarkibli kompleks anionlarini hosil qilish xususiyati ortadi.

Tabiatda uchrashi. Selen tabiatda, selenidlar holida sulfidlar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tellur tabiatda juda oz miqdorda uchraydi. Tellurning tabiatdagi eng muhim birikmalari Ag_2Te – tellurid va AgAuTe_4 – oltin telluriddir. Tellur metall sulfidlarini qayta ishlashda va elektrolitik toza mis olishda qo'shimcha mahsulot sifatida ajralib chiqadi. Poloniy radioaktiv element, asosan, uran rudasi tarkibida qisman uchraydi. Bu elementlardan selenning 6 ta, tellurning 8 ta barqaror izotoplari ma'lum.

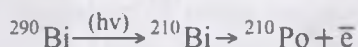
Olinishi. Tarkibida selen yoki tellur bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan selen rudasiga konsentrlangan sulfat kislota va natriy aralashmasi bilan ishlov beriladi. Natijada ruda tarkibidagi selen oksidlanadi va selenit kislotaga aylanib eritmaga

o'tadi. So'ngra bu eritma orqali sulfid angidrid o'tkazib qizil tusli erkin selenga qadar qaytarilgach, cho'kmaga tushiriladi:

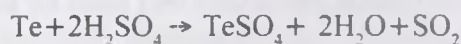
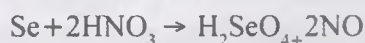


Tarkibida tellur bo'lgan ruda, dastlab mo'l kislorod ta'sirida yondiriladi, natijada tellurning kislota yoki ishqorda eriydigan birikmasi hosil qilinadi. Bu eritmaga sulfid angidrid yuborilsa, tellur erkin holda cho'kmaga tushadi. Poloniy birikmalarining suvdagi eritmalarini kumush, nikel va platinadan tayyorlangan elektrodlar ishtirokida elektroliz qilinib katodda cho'ktiriladi.

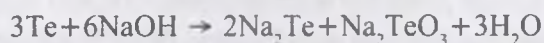
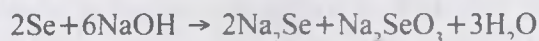
So'ngra vakuumda haydash yo'li bilan toza poloniy ajratib olinadi. Sun'iy usulda poloniy vismutni yadro reaktorlarida nurlantirish natijasida hosil qilinadi:



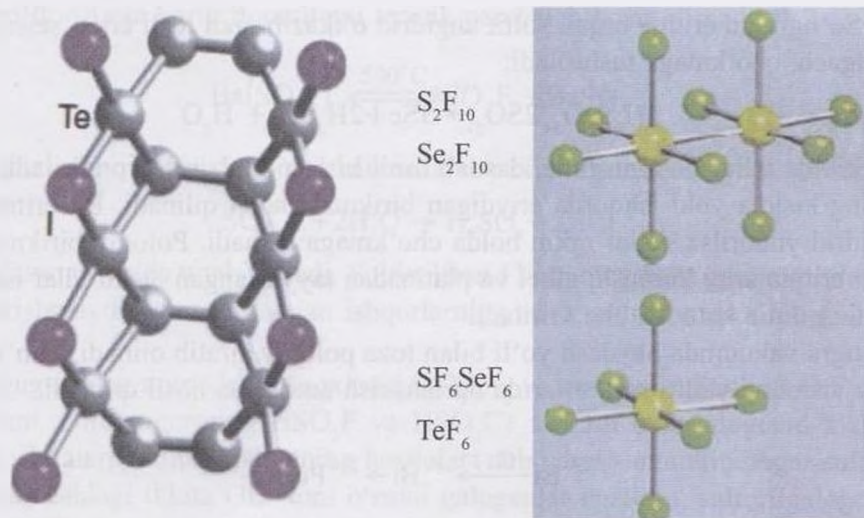
Xossalari. Selen va tellur bir nechta modifikatsiyaga ega. Selenning ikkita metallmas va bitta metallsimon modifikatsiyasi bor. Tellurning bitta kumushsimon oq kristall yoki kulrang tusli kukun modifikatsiyasi mavjud. Suyuqlantirilgan selenni tez sovitish natijasida qizg'ish-jigarrang yaltiroq selen olish mumkin. Amorf selen suvda erimaydi, uglerod (IV) sulfidida ozroq eriydi. qizdirilganda o'zidan ko'p issiqlik chiqarib metallsimon selenga aylanadi. Selenning bu modifikatsiyasi barqaror bo'lib, elektr tokini o'tkazadi, yorug'lik ta'sirida elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Tellur ham qizdirilganda kukun holatdan kristall holatga va kristall holatdan kukunga aylanadi. Tellur juda mo'rt modda bo'lib, yarimo'tkazgich xossasini namoyon qiladi. Selenga oddiy sharoitda havo ta'sir etmaydi, tellur esa odatdagi sharoitda TeO_2 hosil qilib oksidlanadi. Selen va tellur kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan konsentrlangan kislotalarda eriydi:



Selen va tellur ishqorlarda eriydi:

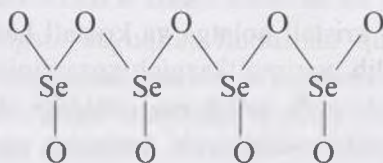


Selen va tellur galogenlar bilan birikib galogenidlar, metallar bilan esa selenid va telluridlar hosil qiladi. Selen va tellurning galogenli birikmalari zaharli moddalar. Selen va tellur tetraftorid kuchli ftorlash xossasiga ega, ishqoriy va boshqa aktiv metallar bilan SeF_6 va TeF_6 tarkibli anionlarga ega bo'lgan tuzlar hosil qiladi. Selen va tellurning Te_2I_2 , SeF_6 va TeF_6 birikmalari SF_6 ga qaraganda reaksiyaga kirish xususi-



13.8-rasm. Selen va tellurning galogenli birikmalari.

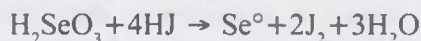
yati kuchli bo'lib, suv ta'sirida to'liq gidrolizlanadi (13.8-rasm). Selen va tellurning SeO_2 , TeO_2 , SeO_3 va TeO_3 tarkibli oksidlari ma'lum. SeO_2 oq tusli uchuvchan qattiq modda, gaz holatda simmetrik molekulani tashkil qiladi, boshqa holatda zanjirsimon polimerlanadi:



SeO_2 suvda oson erib, selenit $OSe(OH)_2$ kislota hosil qiladi. Bu kislota eritmalarida $HSeO_3^-$ va SeO_3^{2-} ionlarini hosil qilib bosqichli dissotsilanadi. Bu kislota konsentrlangan holatda bo'lganida piro-selenit ioni hosil bo'ladi:



Selenit kislota va uning tuzlari kuchli oksidlovchi xossasiga ega. Shuning uchun SO_2 , HJ , H_2S va boshqa moddalarni oksidlaydi.

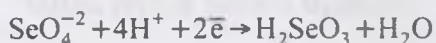


TeO_2 oq rangli qattiq modda, ion panjaralar hosil qilib kristallanadi, suvda eriydi, to'yingan eritmasi tellurit kislota bo'lib, faqat eritmalaridagina mavjud. TeO_2 kuchli asoslarda erib telluritlar, bitelluritlar va politelluritlar hosil qiladi.

SeO_3 ni erkin holatda ajratib olish juda qiyin. Chunki SeO_3 kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgani uchun ko'pgina erituvchilar bilan portlash hosil qilib reaksiyaga kirishadi. Lekin vakuumda dietilefirda, SO_2 va sirka angidridda eriydi. SeO_3

gigroskopik, suvda oson erib selenat kislota hosil qiladi, kristall holatda sharsimon molekuladan iborat bo'ladi.

Selenat kislota va uning tuzlari selenitlarga kuchli oksidlovchilar yoki suyuqlantirilgan selenga kaliy nitrat ta'sir ettirib olish mumkin. Toza holdagi selenat kislota rangsiz kristall gidratlar hosil qiladi, xossalari bilan sulfat kislotaga o'xshaydi. Qizdirilganda kislorod ajratib parchalanadi, kuchli oksidlovchi:



TeO_3 – tellurat kislotani suvsizlantirib hosil qilinadi, suvda sekin eriydi, kuchli asoslar bilan birikib, tellurat birikmalarini hosil qiladi.

Tellurat kislota selenat va sulfat kislotalardan keskin farq qilib, tarkibi $\text{Te}(\text{OH})_6$ formula bilan ifodalanadi. Bu kislota va uning tuzlarini telluri yoki TeO_2 ni kuchli oksidlovchilar (K_2O_2 , Na_2O_2 , CrO_3) bilan oksidlab olish mumkin. Selen, tellur va ularning birikmalari yarimo'tkazgichlar tayyorlashda, metallurgiyada, kauchukni vulqonlashda, shisha ishlab chiqarishda, rezina sanoatida, organik moddalarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

Mazkur bobda berilgan kislorod, oltingugurt va boshqa elementlar hamda ular birikmalarining nihoyatda ko'pligi, keng tarqalganligi, sanoat va texnikaning turli jabhalarda qo'llanilishi bilan ajraladi. Tabiatning havo, suv, tuproq kabi boshqa ne'matlarning asosi bo'lmish kislorod kimyosining kengligi bobni chuqur o'rganishni taqozo etadi. Oltingugurtning kimyoviy texnologiyasi, uning avtomobil va traktor ishlab chiqarish, samolyotsozlik sanoati va boshqa yuzlab yo'nalishlardan o'rin olgan polimer materiallarining ishlatilishini bilish katta ahamiyatga ega. Buni har bir kimyogar texnologing bilishi muhimdir.

Bobni o'rganishdan asosiy maqsad esa quyidagi masalalarga diqqat berishni talab etadi:

Bobda keltirilgan kislorod, oltingugurt kabi elementlarning inson, hayvon va o'simliklar hayotidagi rolini chuqur bilib olish va bu borada ekologik masalalarning hal qilinishiga ahamiyat berish.

Mazkur elementlar kimyosining nanokimyoviy darajadagi yo'nalishlarini Internet ma'lumotlaridan bilib olish, ularni ilmiy amalda qo'llashga ahamiyat berish.

Oltingugurt sanoati chiqindilaridan qishloq xo'jaligi, kimyo sanoati, biologiya va boshqa yo'nalishlarda foydalanish masalalariga diqqatni jalb qilish.

Mashq va masalalar

1. Kislorod bilan element orasida ion bog'lanish vujudga kelganda birikma asos, ion-kovalent bog'lanishda esa kislotali xossaga ega bo'lishini misollar yordamida tushuntiring.

2. Ozon texnikaning qaysi sohalarida qo'llaniladi?
3. «Ozon o'pqoni» deganda qanday hodisani tushunasiz?
4. Avtoshinalarni vulqonlash jarayoniga izoh bering.
5. Suvning qanday xillari va ko'rinishini bilasiz?
6. Selen va tellur birikmalari ishlatilish sohalarini ayting.

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. Kislorodning kovalent radiusini toping.

A. 0,046 nm;	B. 0,056 nm;
C. 0,066 nm;	D. 0,076 nm.

2. Quyida berilgan oksidlarning birida metalining ekvivalent massasi kislorodning ekvivalent massasidan bir yarim marta katta. Ushbu oksidning nomini ko'rsating.

A. Titan (IV) oksid;	B. Niobiy (VI) oksid;
C. Marganes (III) oksid;	D. Xrom (II) oksid.

3. 180 g suvda 33,61 (n.sh.) oltingugurt (VI) oksid eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho = 1,6$ g/ml) qanday miqdorida (g) 11,2 / (n.sh.) SO_3 ni eritib, 61,25% li sulfat kislota eritmasini olish mumkin?

A. 125;	B. 147;	C. 196;	D. 200.

4. Quyidagi qaysi oksidlarda kislorodning massa ulushi 36,36% ga teng?

1) kremniy (II) oksid; 2) fosfor (V) oksid; 3) uglerod (II) oksid; 4) azot (I) oksid.

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

5. Gaz aralashmasidagi fluor va kislorodning hajm ulushini hisoblang. Ularning massa nisbati 2:3 gazlar o'zaro birikmaydi deb hisoblang.

A. 28% va 72%;	B. 32% va 68%;
C. 34% va 66%;	D. 36% va 64%.

6. 20,4 g H_2S mo'l miqdorda kislorodda yondirildi. Olingan gaz o'yuvchi natriy bilan reaksiyasida nordon tuz massasi o'rta tuz massasidan 16,4 g ko'p bo'lsa, o'rta tuz massasini (g) aniqlang.

A. 25,2;	B. 12,6;	C. 50,4;	D. 37,8.

XIV BOB

O'N YETTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

14.1. VODOROD VA UNING XOSSALARI

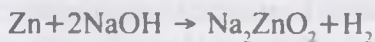
Vodorod boshqa elementlarga qaraganda oddiy tuzilishga ega. Vodorodning yadro zaryadi +1 ga teng bo'lib, 1 ta s¹ elektroni mavjud. Vodorodning 3 ta izotopi bor. Protiiy ¹H, deyteriy ²H va tritiy ³H. Vodorod izotoplari protiiy – bir proton va bir elektron, deyteriy – bir proton, bir neytron va bir elektron, tritiy – bir proton, ikki neytron va bir elektrondan tashkil topgan. Vodorod tabiatda erkin holda suv, neft, toshko'mir, organik birikmalar tarkibida uchraydi.

Yer qa'ridagi vodorod massasining ulushi suv va havoni qo'shib hisoblaganda 1% ni tashkil etadi. Vodorod kosmik fazoda ham keng tarqalgandir. Quyosh va yulduzlar massasining deyarli yarmisi shu elementga to'g'ri keladi. Vodorod geliy atomi yadrolariga aylanadi. Ushbu jarayon energiya ajralishi bilan boradi.

Past bosimda gazsimon vodorod orqali yuqori kuchlanishli razryad o'tkazilsa, vodorod molekulasini dissotsiyanishi va ionlanishi natijasida plazmasimon H, H⁺, H₂⁺, H₃⁺ zarrachalarni hosil bo'lishini spektroskopik kuzatish natijasida aniqlangan.

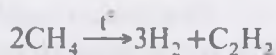
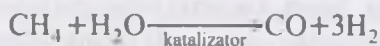
H₃⁺ ioni Uran, Yupiter va Saturn atmosferasida borligi kuzatilgan.

Olinishi. Vodorod laboratoriyada rux yoki aluminiy metalliga kislota yoki ishqorlar ta'sir ettirib olinadi.

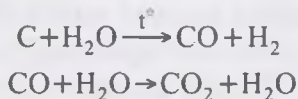


Vodorod sanoatda quyidagi usullar bilan hosil qilinadi.

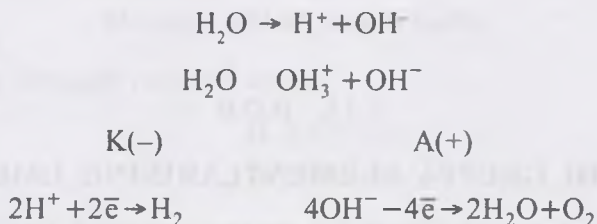
1. Tabiiy organik moddalardan olinadi:



2. Cho'g'lantirilgan koksga suv bug'i ta'sir ettirib olinadi:



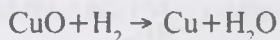
3. Suvni elektroliz qilib olinadi:



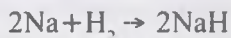
Xossalari. Vodorod atomi o'zidan bir elektron berib, H^+ ioniga aylanadi. Bunday musbat zaryadlangan vodorod ioni ko'pgina kovalent bog'lanishli birikmalarda kuzatiladi. Oddiy sharoitda bunday birikmalar gazsimon, suyuq va qattiq moddalardir. Bunday birikmalarning xossalari vodorod bilan bog'langan elementlarning tabiatiga bog'liq bo'ladi. HF , H_2O , NH_3 lar qutblangan bo'lgani uchun ular suyuq holatda yaxshi erituvchi hisoblanadi. Vodorod ioni H^+ holatda hech qachon eritmada mavjud bo'la olmaydi. Faqat solvatlangan H_3O^+ mavjudligi aniqlangan. Ma'lum eritmalarda solvatlangan vodorod ioni hosil qilgan birikmalar *kislotalar* deb ataladi.

Vodorod atomi o'zi bilan birikayotgan elementning tabiatiga qarab bitta elektron qabul qilib H^+ ionini hosil qilishi mumkin. Agar vodorod kimyoviy reaksiyada oksidlovchi vazifasini bajarsa, u xuddi galogenlar kabi birikma hosil qiladi. Bundan tashqari, vodorod molekulasini elektr razryad orqali o'tkazish natijasida atom holatdagi vodorod hosil bo'ladi. Atomar vodorod – vodorod molekulasiga qaraganda bir necha marta aktivdir. Atomar vodorod bitta toq elektronli sistema bo'lgani uchun ko'pgina boshqa elementlar bilan kovalent bog'lanish hosil qilib oson birikadi. Atomar vodorod ko'pgina metallarda osonlik bilan eriydi. Buning natijasida qotishmalar, intermetall birikmalar va qattiq eritmalar hosil bo'ladi. Atomar vodorodlar bir-biri bilan kovalent bog'lanish orqali molekular vodorod hosil qiladi. Molekular vodorod juda mustahkam, kam qutblanuvchan, yengil va harakatchan kichik molekuladir. Shu sababli vodorod past temperaturada suyuqlanadi va qaynaydi. Molekular vodorod suvda va organik erituvchilarda kam eriydi, yuqori temperaturada atomlarga parchalanadi. Qattiq holatda vodorod geksagonal kristall panjaraga ega. Vodorod molekulasini oksidlovchi va qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi. Odatdagi sharoitda vodorod aktiv emas, u faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda yoki yorug'lik ta'sirida ko'pgina metallmaslar – xlor, brom, kislorod bilan reaksiyaga kirishadi. Vodorodning qaytaruvchi xossasidan foydalanib, uni metall oksidlaridan metallni qaytarishda ishlatiladi:





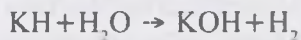
Aktiv metallar bilan vodorod oksidlovchi sifatida reaksiyaga kirishadi:



Vodorod yuqori temperaturada ko'pgina metallarda erishi natijasida qotishmalar hosil qiladi. Bulardan tashqari, vodorod musbat zaryadli molekular ion H^+ va manfiy zaryadli molekular H^- ion holida ham mavjud bo'la oladi. Lekin vodorodning bu ionlari beqaror bo'lib, juda qisqa vaqt mavjud bo'la olishi bilan tavsiflanadi.

Tarkibida biror element va vodorod bo'lgan murakkab birikmalar **gidridlar** deb ataladi. Gidridlar vodorod bilan element orasidagi bog'lanishning tabiatiga qarab tuzsimon, uchuvchan va polimer gidridlarga bo'linadi.

Ionli tuzsimon gidridlar. Vodorod ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan MeH , MeH_2 tarkibli tuzsimon gidridlar hosil qiladi. Bu gidridlar oq kristall moddalar bo'lib, kuchli reaksiyaga kirishish xususiyatiga ega. Tuzsimon gidridlar metallar bilan vodorodni yuqori temperaturada to'g'ridan to'g'ri ta'sir etishi natijasida hosil bo'ladi. Tuzsimon gidridlar suyuqlantirilgan ishqoriy metallarning galogenidlarida yaxshi eriydi. Bunday eritmalar elektroliz qilinganda anodda vodorod molekulari ajralib chiqadi. Tuzsimon gidridlar termik beqaror, qizdirilganda metall bilan vodorodga oson parchalanadi, suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Shuning uchun tuzsimon gidridlar kimyoviy reaksiyalarda asos xossasini namoyon qiladi.

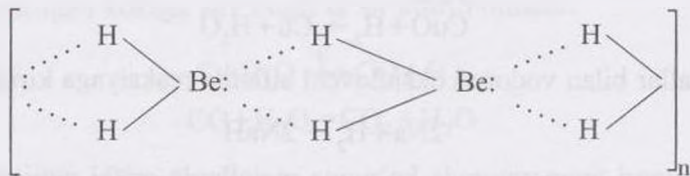
Uchuvchan gidridlar. Vodorod IV, V, VI gruppalariga oid metallmaslar bilan birikishi natijasida hosil bo'lgan gidridlar uchuvchan gidridlarga misol bo'la oladi. Uchuvchan gidridlarda vodorod bilan element orasida kovalent bog'lanish mavjuddir. Bunday gidridlarning gidrolizi natijasida kislotali muhit namoyon bo'ladi:



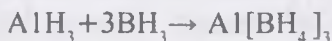
Uchuvchan gidridlar tuzsimon gidridlar bilan efirlar ishtirokida kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday gidridlarning nisbiy molekular massasi ortishi bilan suyuqlanish va qaynash temperaturalari ortib boradi. Lekin HF , H_2O , PH_3 birikmalar bu qoidaga bo'ysunmaydi. Chunki bu birikmalar kuchli qutblangan bo'lgani uchun qo'shimcha bog'lanish hosil qilib $(\text{NH}_3)_n$, $(\text{HF})_n$, $(\text{H}_2\text{O})_n$, $(\text{PH}_3)_n$ polimerlangan bo'ladi. Shuning uchun NH_3 va PH_3 birikmalarda kuchsiz asos xossasi namoyon bo'ladi.

Polimer gidridlar. Polimer gidridlarda vodorod bilan element orasida qisman ion, qisman kovalent bog'lanish mavjud bo'ladi. Bunday birikmalarni, asosan, amfoter xossaga ega metallar hosil qiladi. Bu birikmalar oq rangli, uchmaydigan, organik erituvchilarda erimaydigan moddalardir.

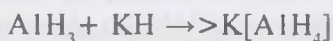
Polimer gidridlarning bunday xossalarga ega bo'lishi, vodorod ko'prikchasi orqali bir-birlari bilan birikib polimerlanishidir:



Amfoter gidridlar asosli va kislotali gidridlar bilan reaksiyaga kirishadi. Aluminiiy gidrid reaksiyaga kirishayotgan moddaning tabiatiga qarab ham donor, ham akseptor vazifasini bajaradi:



asosli
gidrid

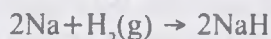
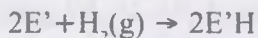


kislotali
gidrid

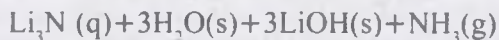
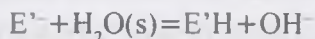
Metallsimon gidridlar. Vodorod uchinchi, to'rtinchi, beshinchi guruh va f – blok metallari bilan MH_2 , MH_3 tarkibli stexiometrik bo'lmagan metallsimon gidridlar hosil qiladi. Ko'pgina metallsimon gidridlar elektr tokini o'tkazadigan moddalar bo'lib, turli xil o'zgaruvchan tarkibga ham ega bo'lishi mumkin. Masalan 550°C da ZnH gidridi $\text{ZnH}_{1,30}$ dan $\text{ZnH}_{1,75}$ gacha tarkibga ega bo'lishi mumkin. Metallsimon gidridlarning elektr o'tkazuvchanligi vodorodning miqdoriga qarab o'zgaruvchan bo'ladi.

Vodorod binar birikmalarini uch xil olish usuli mavjud:

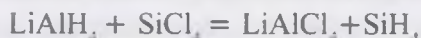
Elementlarni to'g'ridan to'g'ri vodorod bilan biriktirib olish:



Bryonsted asosini protonlab olish:



Galogenid yoki psevdogalogenid ionlarini gidrid ionlariga almashtirib olish:



Bundan tashqari, vodorod oraliq metallar bilan ham gidridlar hosil qiladi.

Vodorodning oraliq metallar bilan hosil qilgan gidridlarida, asosan, metall bog'lanish mavjud bo'lib, ular kulrang yoki qora rangli qattiq mo'rt moddalardir.

Vodorod va uning birikmalari ammiakni sintez qilishda, vodorod xlorid olishda, sintetik suyuq yoqilg'ilar ishlab chiqarishda, neft mahsulotlarini tozalashda, yog'larni gidrogenlashda, metallarni payvandlashda, volfram, molibden va boshqa elementlarni oksidlaridan qaytarib olishda, termoyadro yoqilg'i sifatida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

14.2. GALOGENLARNING UMUMIY TAVSIFI

Galogenlar gruppachasiga fluor F, xlor Cl, brom Br, yod J va astat At kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida s^2p^5 elektronlari mavjud. Bu element atomlari o'ziga bitta elektron biriktirib olib, o'zlarining sirtqi qavatlaridagi elektronlar sonini sakkiztaga yetkazib, inert gazlar konfiguratsiyasiga ega bo'lishga intiladi. Ular erkin holatda kuchli oksidlovchilardir. Bu elementlarni **galogenlar** deb yuritiladi. Galogen so'zi yunoncha so'z bo'lib, tuz hosil qiluvchi degan ma'noga ega. Fluor o'z birikmalarida faqat – 1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Chunki fluor atomning elektrmanfiyligi katta qiymatga ega bo'lgani uchun, hatto kisloroddan ham elektronni tortib oladi. Xlor, brom va yodning vodorodli HCl, HBr, HI birikmalarining suvdagi eritmaları kuchli kislotalar bo'lib, HCl dan HI ga o'tgan sayin kislotali xossalari kuchayadi. HCl, HBr, HI ning qaytaruvchanlik xossalari ham HCl dan HI ga tomon kuchayib boradi, chunki galogenlarning ion zaryadi o'zgarmagan holda ion radiusi ortib boradi. Xlor, brom, yod o'zlarini tashqi elektron qavatlaridagi yettita elektronni berib, oksidlanish darajalarini +1 dan +7 gacha o'zgartira oladi. Astat esa tabiiy radioaktiv yemirilishlarning oraliq mahsulotlari sifatida, yadro reaksiyalari yordamida sun'iy ravishda hosil qilinadi. Qisman radioaktiv xossasiga ega.

Galogenlarning tabiatda uchrashi. Fluorning bitta – F, xlorning ikkita – $^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{37}_{17}\text{Cl}$, bromning ikkita – $^{79}_{35}\text{Br}$, $^{81}_{35}\text{Br}$ va yodning bitta – $^{127}_{53}\text{I}$ barqaror izotoplari mavjud. Bundan tashqari bu elementlarning sun'iy ravishda hosil qilingan bir nechtdan beqaror izotoplari ham ma'lum. Bu elementlarni tabiatda uchraydigan asosiy mineral-lari quyidagilardan iborat:

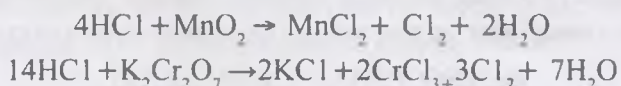
CaF_2 – fluorit, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – fluorapatit, Na_3AlF_6 – kriolit, NaCl – osh tuzi, KCl – silvin, NaCl · KCl – silvinit, KCl · $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – karnallit, AgBr – brom-argirit, Ag (Cl, Br) – embolit, $\text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ – lautarit, AgI – yod argirit va boshqalar. Bulardan tashqari, bu elementlar dengiz suvlari tarkibida har xil birikmalar holida uchraydi.

Olinishi. Fluor elementini 1886-yilda A. Muassan, xlorini 1774-yilda K. Sheelye, bromni 1826-yilda J. Balar, yodni 1811-yilda B. Kurtua, astatni 1940-yilda D. Karlson, K. Mak-Kenzi va E. Segrelar ajratib olganlar.

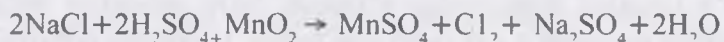
Hozirgi vaqtda fluor CaF_2 yoki KF, HF tarkibli tuzlarni yuqori temperaturada suyuqlantirib elektroliz qilib olinadi. Elektrod sifatida grafitdan foydalaniladi.

Laboratoriyada xlor quyidagi usullar bilan olinadi.

1. Vodorod xlorid eritmasiga oksidlovchi ta'sir ettiriladi:

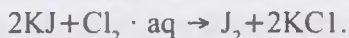
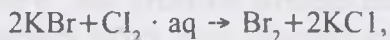


2. Tabiiy osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida oksidlovchilar ta'sir ettiriladi:



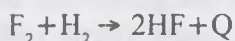
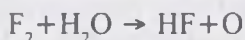
Texnikada xlor NaCl eritmasini elektroliz qilish natijasida hosil qilinadi. Bunda katod sifatida cho'yan yoki simob ishlatiladi. Anodda xlor oksidlanadi, katodda esa vodorod qaytariladi.

Brom yod bromid va yodidlarga xlor ta'sir ettirib olinadi:



Astat vismut metallini olishda α – zarrachalar nurlantirib, ekstratsiya qilinadi.

Xossalari. *Ftor* och sarg'ish, o'tkir hidli gaz. Erkin holatda ftor molekulalaridan iborat bo'ladi. Past temperaturada monoklinik panjara hosil qilib kristallanadi, yuqori temperaturada kubsimon panjara β – F_2 modifikatsiyasiga aylanadi. Ftor suvda yaxshi eriydi, vodorod bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:

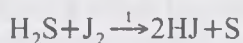
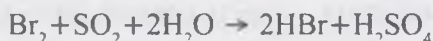


Ftor inert gazlardan tashqari ko'pgina kukun holatidagi metallar bilan va C, Si, P, S kabi metallmaslar bilan qizdirilganda reaksiyaga kirishib **ftoridlar** hosil qiladi. Kislorod va azot bilan bevosita birikmaydi. Qo'rg'oshin, nikel va mis metallari va ularning qotishmalari ftor atmosferasida qizdirilganda sirti barqaror florid parda bilan qoplanadi. Ftor oksidlar, gidroksidlar va ularning tuzlari, uglerodlar va suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi.

Xlor och-sarg'ish tusli o'tkir hidga ega bo'lgan gaz. U suvda eriydi. Xlorda d -orbitallari mavjud bo'lgani sababli oksidlanish darajasi -1 dan $+7$ gacha o'zgaradi. Xlor metallar va metalloidlari bilan reaksiyaga kirishadi. Vodorod xlor atmosferasida yorug'lik ta'sirida shiddatli yonishi natijasida oq tusli vodorod xlorid gazi hosil qiladi.

Brom – to'q qizg'ish-qoramtir tusli suyuqlik, bug'lari o'tkir hidli, to'q sarg'ish rangli, bo'g'uvchi gaz. Bromning elektronga moyilligi xlornikidan kichik. Shuning uchun brom xlorga qaraganda sustroq reaksiyaga kirishadi.

Yod – qoramtir binafsha rangli, metallsimon yaltiroq rombik kristall panjaraga ega bo'lgan modda. Qizdirilganda to'g'ridan to'g'ri bug'lanadi. Bug' holatda yod ikki atom molekuladan iborat. Suvda yomon eriydi, CS_2 , CCl_4 larga o'xshash qutblanmagan erituvchilarda yaxshi erib, binafsha rangli, to'yinmagan uglevodorodlar, suyuq SO_2 spirt va ketonlarda erib, jigarrang tusli eritmalar hosil qiladi. Yod oddiy sharoitda ftor bilan qizdirilganda vodorod, kremniy, oltingugurt va boshqa ko'pgina metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Yod nam ta'sirida ko'pgina metallar bilan birikib, yodidlar hosil qiladi. Yodning suvdagi eritmasi boshqa galogenlar bilan birikadi. Uning oksidlovchi xossasi xlor va bromnikiga qaraganda kuchsizroq namoyon bo'ladi:



Astat – o'z xossalari bilan yodga o'xshash, lekin radioaktiv metall xossasiga ham ega. Odatdagi sharoitda o'z-o'zidan bug'lanadi. U organik erituvchilarda yaxshi

eriydi, oksidlanish darajasi -1 dan $+7$ gacha o'zgaradi. Bu elementlarda chapdan o'ngga elektronga moyillik kamayadi, molekularining elektrod potentsiallari ham kamayadi, lekin qaytaruvchi xossalari kuchayadi. Bu elementlarning termik barqarorligi ftordan xlor molekulariga o'tgan sari ortadi, xlordan yod molekulasiga tomon sekin-asta kamayib boradi. Chunki xlordan yodga tomon atom radiuslari ortib borгани uchun, atomlar bir-biri bilan kuchsizroq kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Ftordan xlor molekulasiga tomon mustahkam kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishiga sabab, fluor molekulasiga faqatgina valent elektronlar jufti hisobiga hosil bo'lsa, xlor, brom va yod molekularida esa b elektron juftidan tashqari donor-akseptor bog'lanish ham mavjud bo'ladi. Bunga sabab, fluor atomida bo'sh d – orbitallari mavjud emas, xlor, brom va yod atomlarida esa bo'sh d – orbitallari mavjud.

Xlor, brom va yod elementlari ishqor eritmalarida disproporsiyalanish xossasini namoyon qiladi:

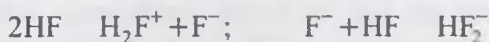


14.3. GALOGENLARNING VODORODLI BIRIKMALARI

Vodorod ftorid. Gaz holdagi vodorod ftorid sanoatda CaF_2 ga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib yoki nordon ftoridlarni qizdirib olinadi:



Toza vodorod ftorid rangsiz, o'tkir hidli zaharli gaz. Past temperaturada rangsiz, havoda shiddatli tutaydigan qutbli molekulalardan iborat bo'lgan suyuqlik. Vodorod ftorid o'rtacha kuchdagi bir asosli kislota xossasini namoyon qiladi:



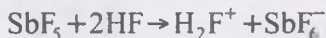
Suvdagi eritmasida muvozanatda bo'ladi:



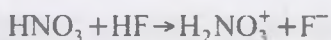
Vodorod ftorid shisha tarkibidagi SiO_2 ni eritib, gazsimon SiF_4 hosil qiladi:



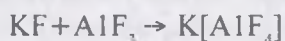
Akseptor ftorid ioni bo'lgan ba'zi BF_3 , AsF_5 , SbF_5 va SnF_4 tarkibli moddalarning HF dagi eritmaları juda kuchli kislota xossasini namoyon qiladi. Chunki bu moddalar HF da erishi natijasida H_2F^+ ionining konsentratsiyasi ortadi:



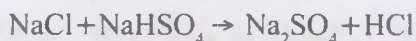
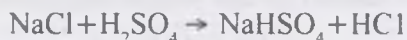
Shuning uchun bunday eritmalar ko'pgina metallarni eritadi. Hatto, nitrat kislota ham HF eritmasi bilan o'zaro ta'sirlashganda asos xossasini namoyon qiladi:



Vodorod fluorid eritmasi suvda yomon eriydigan NaF, KF, CaF₂ tarkibli tuzlarni hosil qiladi. Temir, aluminiy, xrom, titan va boshqa metallarning fluoridlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:



Vodorod xlorid. Vodorod xlorid, asosan, yorug'lik nuri ta'sirida vodorodga xlor ta'sir ettirib olinadi. Hosil bo'lgan gaz holdagi vodorod xloridni adsorbsion kameralarda suvga yuttirib, konsentrlangan xlorid kislota olinadi. Vodorod xloridni osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin. Bu jarayon ikki bosqichda davom ettiriladi:

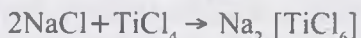


Hozirgi vaqtda vodorod xlorid organik moddalarni xlorlashda va gidroxlorlashda qo'shimcha mahsulot sifatida hosil qilinmoqda. Bundan tashqari, MgCl₂ ning gidrolizi natijasida ham vodorod xlorid hosil bo'ladi.

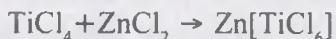
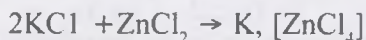
Oddiy sharoitda vodorod xlorid rangsiz, o'tkir hidga ega bo'lgan gaz, suvda yaxshi erib, xlorid kislota hosil qiladi. Vodorod xlorid eritmasi ishqoriy va ishqoriy, yer metallar bilan reaksiyaga kirishib vodorod ajratib chiqaradi, kislorod ta'sirida erkin xlor hosil qilib oksidlanadi. Vodorod xloridni turli usullar bilan hosil qilgan ECl_x tarkibli xlorid birikmalari ma'lum. Bu birikmalar asos, amfoter va kislota xossasiga ega. Bunday xossalarga ega bo'lishi element bilan xlor orasida vujudga kelgan kimyoviy bog'lanishning tabiatiga bog'liq bo'ladi. Ionli xloridlar asos xossasiga ega bo'lib, yuqori temperaturada suyuqlanadigan, suvda yaxshi eriydigan qattiq kristall moddalardir. Kovalent bog'lanishli xloridlar esa kislota xossasiga ega bo'lgan oson suyuqlanadigan gaz va suyuq moddalardir. Ion-kovalent bog'lanishli xloridlar esa amfoter xossaga ega bo'lib oraliq holatni egallagan, suvda yaxshi eruvchan moddalardir. Asosli xloridlar gidrolizga uchramaydi, kislotali xloridlar to'liq gidrolizlanadi:



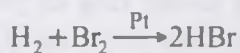
Asos xossasiga ega bo'lgan xloridlar kislotali xloridlar bilan reaksiyaga kirishib, kompleks birikmalar hosil qiladi. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishida asosli xloridlar donor vazifasini, kislotali xloridlar akseptor vazifasini bajaradi:



Amfoter xloridlar kislotali va asosli xloridlar bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



Vodorod bromid – oʻtkir hidga ega boʻlgan, havoda oʻz-oʻzidan tutaydigan gaz. Vodorod bromid 200–300°C da platinadan tayyorlangan katalizator ishtirokida vodorodga brom taʼsir ettirib olinadi:

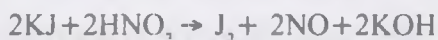


Vodorod bromid PBr_3 ni gidroliz qilib ham olinadi: $\text{PBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HBr}$

Vodorod bromid organik moddalarni bromlashda ham qoʻshimcha mahsulot sifatida hosil qilinadi. Vodorod bromidning suvdagi eritmasi kuchli kislota. Vodorod bromid etanolida ham yaxshi eriydi. Vodorod bromid eritmasi metallarga, metall oksidlari va gidroksidlari bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi. Bromid kislota tuzlari – metall bromidlar suvda yaxshi eriydigan moddalardir.

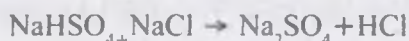
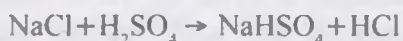
Vodorod yodid – rangsiz boʻgʻuvchi gaz, havoda oʻz-oʻzidan kuchli tutaydi. Vodorod yodid yuqori temperaturada katalizator ishtirokida vodorodga yod taʼsir ettirib yoki PJ_3 ni gidroliz qilib olinadi. Vodorod yodid suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmasi kuchli kislota, yorugʻlik taʼsirida oʻz-oʻzidan yod hosil qilib parchalanadi.

Vodorod yodidning suvdagi eritmasi hosil qilgan tuzlari – metall yodidlar kuchli qaytaruvchi xossasiga ega:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining yodidlari suvda yaxshi eriydigan, qizdirilganda va yorugʻlik taʼsirida oson parchalanadigan moddalardir. Galogenlarning vodorodli birikmalarini termik barqarorligi va hosil boʻlish issiqliklari HF dan HJ ga oʻtgan sari kamayib boradi. Bunga sabab galogenlarning atom radiuslari ortib, vodorod bilan hosil qilgan kimyoviy bogʻlanish energiyasining kamayib borishidir. Galogenid kislotalarining kuchi HF – HCl – HBr – HJ qator boʻylab ortib boradi. Vodorod galogenidlarning qaytaruvchilik xossalari HCl – HBr – HJ qator boʻylab kuchayib boradi.

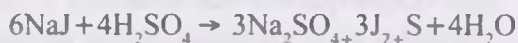
Natriy xloridga konsentrlangan sulfat kislota taʼsir ettirilsa, gaz holdagi vodorod xlorid hosil boʻladi:



Vodorod bromid va vodorod yodidni bu usul bilan olib boʻlmaydi. Chunki ular kuchli qaytaruvchilar boʻlgani uchun erkin brom va yodgacha oksidlanadi:



Vodorod yodid juda kuchli qaytaruvchi boʻlgani sababli, hatto, suyultirilgan sulfat kislota vodorod sulfidgacha qaytaradi:

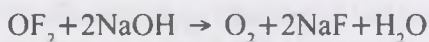


14.4. GALOGENLARNING KISLORODLI BIRIKMALARI

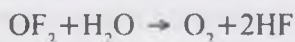
Galogenlar kislorod bilan to'g'ridan to'g'ri birikmaydi, lekin ularning oksidlari, kislorodli kislotalari, hosil qilgan tuzlari xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega.

Kislorod ftorid. Ftorning OF_2 , O_2F_2 , O_3F_2 va O_4F_4 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum. Kislorod ftorid OF_2 vodorod ftorid va kaliy ftorid aralashmalari eritmasini elektroliz qilib olinadi.

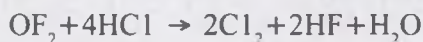
Kislorod diftorid – och-sarg'ish tusli, zaharli, uncha aktiv bo'lmagan gaz. Kislorod diftoridni H_2 , CH_4 va CO bilan aralashmasi uchqun ta'sirida kuchli portlaydi, Cl_2 , Br_2 va J_2 bilan aralashmasi oddiy sharoitda o'z-o'zidan portlaydi. OF_2 ishqorlar ta'sirida parchalanadi:



Suv bilan sekin reaksiyaga kirishadi, lekin suv bug'i ta'sirida portlaydi:



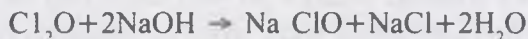
Kislorod ftorid boshqa galogen kislotalar yoki tuzlari eritmalaridan galogenlarni siqib chiqaradi:



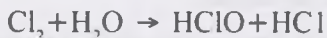
Kislorod diftorid ta'sirida metallar va metallmaslar oksidlanadi.

Dioksodiflorid O_2F_2 – och sarg'ish-qizil tusli qattiq modda, termik barqaror, kuchli oksidlovchi va ftorlovchi xossaga ega. Ko'pgina moddalar dioksodiflorid bilan aralashtirish natijasida portlaydi. O_3F_2 va O_4F_2 lar yopishqoq, och qizg'ish tusli suyuqliklar bo'lib, faqat past temperaturadagina mavjud bo'la oladigan termik beqaror moddalardir. Xlorning Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 va Cl_2O_7 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum.

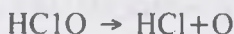
Xlor (I) oksid – Cl_2O – yangi tayyorlangan simob (II) oksidga xlor gazi yuborish bilan hosil qilinadi. Cl_2O – oddiy sharoitda sarg'ish-qizg'ish tusli gaz, qizdirilganda yoki elektr uchquni ta'sirida Cl_2 va O_2 hosil qilib portlaydi. Xlor (I) oksidi suvda eritilganda sarg'ish-qizil tusli, ma'lum miqdorda gipoxlorit kislota HClO bo'lgan eritma hosil qiladi. Xlor (I) oksidi ishqorlar ta'sirida gipoxlorit tuzlar hosil qiladi. Gipoxlorit tuzlar kuchli oksidlovchilardir:



Xlor (I) oksidga to'g'ri keladigan kislotalar gipoxlorit kislota, tuzlari esa gipoxloritlar deb ataladi. Gipoxlorit kislota HClO xlorning gidrolizi natijasida hosil bo'ladi:



Gipoxlorit bir negizli kuchsiz kislota, oson parchalanadi:



Gipoxlorit kislota tuzlari ishqor eritmalariga xlor ta'sir ettirish usuli bilan hosil qilinadi:

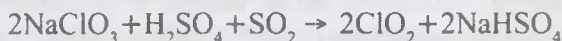


Xlorid kislota angidridi Cl_2O_3 olingan emas. Lekin uning faqatgina eritmalarida mavjud bo'lgan barqaror xlorid kislotasi olingan. Xlorid kislota kuchsiz kislota va kuchli oksidlovchi. Uning hosil qilgan tuzlari **xloritlar** deb atalib, suvda yaxshi eriydigan rangsiz moddalardir. Xloritlar kislotali muhitda oksidlovchi xossasiga ega. Qizdirilganda portlash hosil qilib parchalanadi:

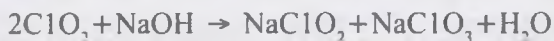


Xlor (IV) oksidi KClO_3 ga qaytaruvchi sifatida oksalat kislota ishtirokida suyultirilgan H_2SO_4 ta'sir ettirib olinadi. Bu reaksiyada ajralib chiqayotgan SO_2 va ClO_2 ni suyultirishda ishlatiladi.

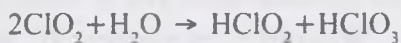
Sanoatda ClO_2 natriy xlorit tuziga qaytaruvchi sifatida sulfit angidrid ishtirokida sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



ClO_2 – sarg'ish-yashil tusli, o'tkir hidli, simmetrik strukturaga ega bo'lgan gaz. ClO_2 – qutbli modda bo'lgani uchun reaksiyaga kirishishi kuchli, havoda o'z-o'zidan shiddatli portlaydi, kuchli oksidlovchi. Ishqorlar bilan xlorit va xloratlar hosil qiladi:

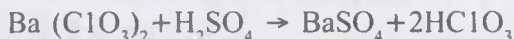


Suv bilan xlorit va xlorat kislota eritmalarini hosil qiladi:

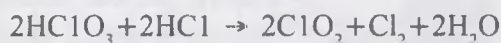


Xlor (IV) oksid eritmasi qorong'ida barqaror, yorug'lik ta'sirida sekin-asta HCl va HClO_3 hosil qilib parchalanadi. Xlor (IV) oksid ClO_2 ga muvofiq keladigan kislota olingan emas.

Xlorat angidrid Cl_2O_5 olingan emas. Lekin unga mos keladigan xlorat kislota HClO_3 mavjud. Xlorat kislotani bariy xloratga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Xlorat kislota bir negizli kuchli kislota, o'z xossalari bilan HNO_3 kislotaga o'xshaydi. Xlorat kislotaning xlorid kislota bilan aralashmasi xuddi zar suvi kabi kuchli oksidlovchidir:

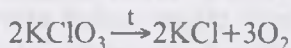


Xlorat kislota tuzlari **xloratlar** deb ataladi. Ular xloga ishqor eritmasini ta'sir ettirib yoki gipoxloritlarni termik parchalab hosil qilinadi:





Xloratlar KCl yoki NaCl eritmalarini elektroliz qilish natijasida ham hosil bo'лади. Xloratlar suvda yaxshi eriydigan, rangsiz, qizdirilganda kislorod ajratib parchalanadigan moddalardir:

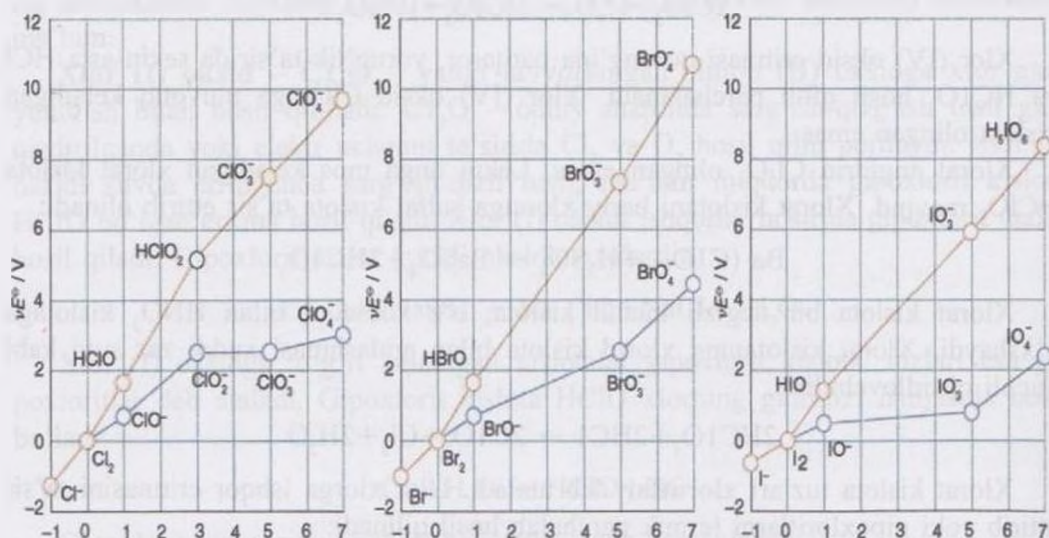


Xloratlar kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun qaytaruvchilar bilan aralashtirilganda portlovchi moddalar hosil bo'лади.

Xlor (VI) oksid past temperaturada ClO_2 ga ozon ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Xlor (VI) oksid oddiy sharoitda qizil-qoramtir tusli suyuqlik, toza holda barqaror, organik moddalar ta'sirida kuchli portlaydi, xlor (VI) oksid suvda erishi natijasida perxlorat kislota hosil qiladi.

Xlor (VII) oksid Cl_2O_7 rangsiz, moysimon suyuqlik, suvda yaxshi eriydi, qizdirilganda va zarb ta'sirida portlaydi. Xlor (VII) oksidga mos keladigan perxlorat kislota perxlorat tuzlarga vakuumda sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi. Perxlorat kislota havoda o'z-o'zidan tutaydigan, termik beqaror, suvda yaxshi eriydigan, organik moddalar ta'sirida tez parchalanadigan suyuqlik. Bu kislota tuzlarini xloratlarni katalizatorsiz parchalab olinadi. Xlorning kislorodli kislotalari kuchi xlorning oksidlanish darajasi ortishi bilan ortadi, oksidlanish xususiyati esa kamayadi. Galogenlarning oksidlanish darajalari ortib borishi bilan ionlanish energiyalari o'zgaradi (14.1-rasm).

Bromning Br_2O , BrO_2 , Br_2O_3 va Br_2O_7 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum.



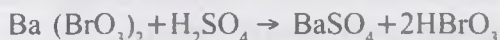
14.1-rasm. Galogen birikmalari oksidlanish darajalarining o'zgarishi.

Brom (I) oksid Br_2O – qo'ng'ir-qizg'ish tusli suyuqlik, qizdirilganda shiddatli parchalanadi. Brom (IV) oksid sariq rangli qattiq modda, yuqori temperaturada beqaror, ma'lum sharoitda vakuumda Br_2O hosil qilib parchalanadi. Brom (VI) oksid BrO_3 oq rangli, qattiq beqaror modda. Brom (VII) oksid Br_2O_7 oq rangli, suvda yaxshi eriydigan qattiq modda.

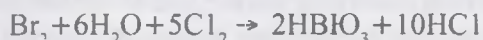
Bromning gipobromid HBrO va bromat HBrO_3 kislotalari bor. Gipobromid kislota bromni simob (II) oksid ishtirokida suvda eritib olinadi. Gipobromid kislota gipobromidlari termik beqaror bo'lgani uchun qizdirilganda disproporsiyalanadi:



Bromat kislota bariy bromatga suyultirilgan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Bundan tashqari, bromli suvga xlor ta'sir ettirib ham bromat kislota olish mumkin:

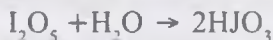


Bromat kislota mos keladigan tuzlar **bromatlar** deb ataladi. Bromatlar bromitlarni termik parchalab yoki xloratlarga bromidlar ta'sir ettirib olinadi:

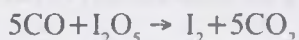
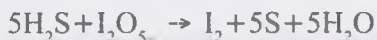


Texnikada bromatlar KBr va NaBr eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

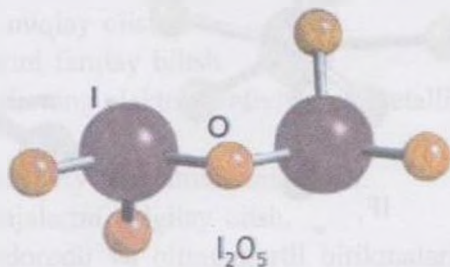
Yodning I_2O va I_2O_5 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum: I_2O_5 – oq rangli kristall tuzilishiga ega bo'lgan barqaror modda (14.2-rasm). Periyodat kislotani termik parchalash natijasida hosil qilinadi. I_2O_5 – 300° gacha barqaror, keyin yod va kislorod hosil qilib suyuqlanadi. U suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



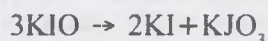
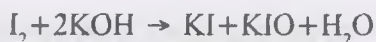
I_2O_5 – kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun H_2S , HCl va CO lar bilan reaksiyaga kirishadi:



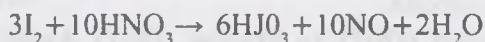
Yodning gipoyodid HIO , yodat HJO_3 va peryodat HJO_4 tarkibli kislorodli kislotalari bor. Gipoyodit kislotaning tuzlari gipoyoditlar juda beqaror moddalar bo'lib, osonlik bilan yodatlarga aylanadi. Lekin gipoyoditlar kislotaga qaraganda barqaror moddalardir. Agar yodga ishqor ta'sir ettirilsa, avval gipoyodatlar, so'ng ular yodatlarga va yodidlarga parchalanadi:



14.2-rasm. I_2O_5 ning tuzilishi.



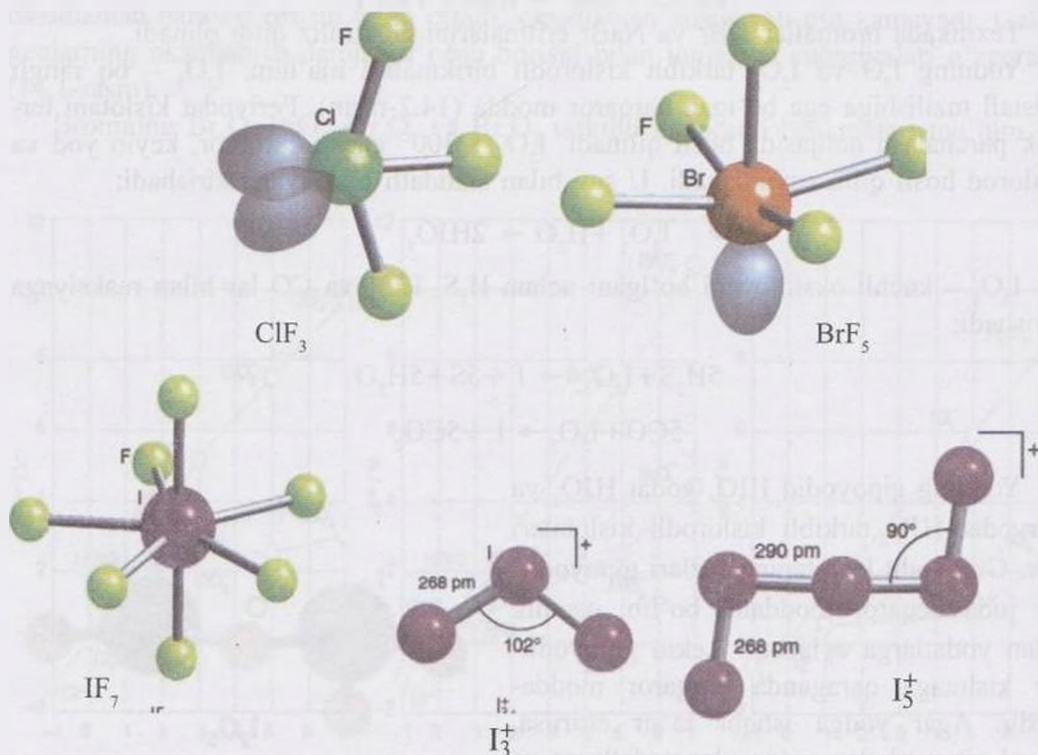
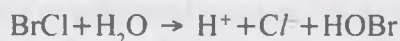
Gipoyodit kislota va uning tuzlari oksidlovchilardir. Yodat kislotani HJO_3 yodga nitrat kislota yoki xlorli suv ta'sir ettirib hosil qilinadi:



Yodat kislota suvda yaxshi eriydigan rangsiz kristall modda. Yodat kislotaning tuzlari yodatlar, bromatlar va xloratlar kabi neytral va ishqoriy eritmalarda oksidlovchi xossani namoyon qilmaydi, zarba ta'sirida portlaydi. HCl_3 – HBrO_3 – HJO_3 qatorda kislotalarning barqarorlik darajasi chapdan o'ngga tomon kuchayadi, oksidlanish xossasi va kislotaning kuchi pasayib boradi.

Galogenlar o'zaro birikib, asosan, birlamchi va uchlamchi birikmalar hosil qiladi. Bulardan BrCl , JCl , JCl_3 , JBr lardan boshqa barcha birikmalar ftor galogenlardir.

Birlamchi galogenli birikmalarning reaksiyaga kirishishi xususiyati kuchli bo'lib, oksidlovchi xossasiga ega, ko'pgina erkin holatdagi elementlar bilan birikib galogenidlar aralashmasini hosil qiladi. Ular suv ta'sirida gidrolizlanadi:



14.3-rasm. Galogenlar birikmalaridan ba'zilarining strukturaviy ko'rinishlari.

Uchlamchi galogenlararo birikmalar suv ta'sirida kuchli portlash hosil qilib parchalanadi. Galogenlararo birikmalar ichida eng ko'p tarqalganlari galogenftoridlardir. ClF va ClF_3 ni to'g'ridan to'g'ri mis idishda 250°C da xlorga fluor ta'sir ettirib olish mumkin. ClF_3 ni ClF_3 ga 250 atmosfera bosimda 350°C da F_2 ta'sir ettirib olinadi. Galogenftoridlar reaksiyaga kirishish xususiyati kuchli bo'lgani uchun organikada ftorlash keng qo'llaniladi. Galogenftoridlarning aktivligi $\text{ClF}_3 - \text{BrF}_5 - \text{IF}_7 - \text{ClF} - \text{BrF}_3 - \text{IF}_5 - \text{BrF}$ qator bo'yicha chapdan o'ngga o'tgan sari kamayib boradi. Galogenlar va ularning birikmalari tibbiyotda, fotografiyada, oziq-ovqat sanoatida, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, dezinfeksiya maqsadlarida, portlovchi moddalar olish, organik moddalarni sintez qilish va spektroskopiyada ishlatiladi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning asosiy mazmuni. Metall va metallmaslar o'zining fizik va kimyoviy xossalari bilan farq qiladi. Metallmaslar yaltiroq bo'lmaydi, ishlovga yaxshi berilmaydi, elektr toki va issiqlikni yomon o'tkazadi. Yuqori ionlanish energiyasiga ega bo'lganligi ularning elektromanfiyligi kattaligi bilan tavsiflanadi. Alohida gruppalar-ga kiruvchi elementlarda atom raqami orta borishi bilan atom radiusi ham ko'payadi, elektromanfiyligi va ionlanish energiyasi kamayadi. Elementlarda metall tabiati ularning elektromanfiyligiga qarab o'zgaradi. Asl gazlar mustahkam va barqaror elektron konfiguratsiyaga egaligi tufayli birikmalarining kamligi bilan tavsiflanadi. Faqat ksenonning ftoridlari va oksidlari hamda kriptonning ftoridi KrF , olingan.

Mazkur bobda elementlarning asosan bosh guruh (A) ga kiradigan vakillari qaraladi. Ularning tabiatda uchrashi, minerallari olinishi, fizik-kimyoviy xossalari, ishlatilishi hamda ahamiyati haqida ma'lumotlar berilgan. Shu sababli keltirilayotgan mashq va masalalar hamda testlari barcha guruh uchun tipik bo'lishini hisobga olib, umumiy holda berilishini lozim deb topdik.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Elementning davriy jadvaldagi o'rnini hamda xossalari-ga asoslangan holda mazkur elementni metall yoki metallmasligini aniqlay olish.
2. Metallar va metallmaslarning strukturalarini farqlay bilish.
3. Gruppalar yoki davrlardagi ba'zi elementlarning elektromanfiyligi va metallik tabiatini aytib berish.
4. Elementlarni turli usullarda olishning kimyoviy tenglamalarini tuzish.
5. Elementlar birikmalarida oksidlanish darajalarini belgilay olish.
6. Elementlarning kislorodli, galogenli, vodorodli va oltingugurtli birikmalarining xossalari-ni, ularni olish yo'llari va sharoitlarini bilish.

Mashq va masalalar

1. Galogenlar (yoki boshqa elementlar) ni sanoat miqyosida olinish usullarining to'la kimyoviy reaksiyalarini ifodalang.

2. Element sifatidagi ftorni nega suvli eritmadan olish mumkin emasligini tushutiring.

3. 600 g H_2S ni $200^\circ C$ da va 1334 Pa bosimda yoqilganida qancha hajmda SO_2 gazi hosil bo'ladi?

4. Nima uchun fosfor xona temperaturasida azotdan farqli o'laroq, ikki atomli molekula P_2 hosil qilmaydi?

5. Quydagi kislotalarning har biri uchun angidridlari formulasini keltiring: H_3PO_3 , $HClO_4$, H_3AsO_4 , H_3BO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 .

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. 100 g 36% li xlorid kislotaning 47,6 g qo'rg'oshin (IV) oksid bilan reaksiya-sida ajralgan gazning hajmini (l, n.sh.) hisoblang.

A) 8,96; B) 4,48; C) 2,24; D) 6,72.

2. 200g 10% li xlorid kislota eritmasiga necha litr (n.sh.) vodorod xlorid yut-tirganda 20% li eritmaga aylanadi?

A) 25; B) 11,6; C) 15,3; D) 19.

XV BOB

d-BLOK ELEMENTLARI

Elementlar davriy sistemasida d- elementlarning umumiy soni 40 ta bo'lib, ular 3–12 guruhlarda joylashgan.

d- elementlarda bir elementdan ikkinchisiga o'tilganda atomlarning sirtqi qavatdan bitta ichkari qavatiga ortib boruvchi 1 ta elektron joylasha boradi. Bu elementlarning kimyoviy xossalari sirtqi va undan bitta ichkarigi qavatlarga joylashgan elektronlar soniga bog'liq bo'ladi. d- elementlarning o'ziga xos xususiyatlari metallar atomlarining elektron tuzilishiga – sirtqi elektron qavatda ko'pincha ikkita s- elektroni (ba'zan, bitta s- elektron) bo'lishi bilan tavsiflanadi. Bu elementlar atomlarining ionlanish energiya miqdori kamligi sababli sirtqi elektronlar yadro bilan nisbatan bo'shroq bog'langan. Shu sababli oraliq elementlar hosil qilgan birikmalarida musbat oksidlanganlik namoyon qiladi. Bu ularning asosiy gruppacha metallari kabi metallik xususiyatlariga ega bo'lishini taqozo qiladi. Ammo asosiy va yonaki gruppacha metallari orasida ma'lum farqlar ham mavjud. Oraliq element atomlarining sirtqidan oldingi elektron qavatlarida elektronlar bilan to'lmagan d-sathcha mavjud bo'ladi. Oraliq elementlar atomlari kimyoviy bog'lanish hosil qilganda faqat tashqi elektronlar emas, balki d- elektronlari ham ishtirok etadi. Shu sababli oraliq elementlar uchun asosiy gruppacha metallariga qaraganda o'zgaruvchan valentli bo'ladi. Natijada oraliq elementlarda barqaror kompleks birikmalar hosil qilishga moyillik ko'proq seziladi.

Har bir gruppada elementlar, ya'ni s- va p- elementlarida ularning tartib belgisi ortgani sari atomlar tashqi elektron qavatida elektronlar soni ko'payadi. Bu tipik metallardan metallmaslarga o'tishga olib keladi. d-elementlarda esa tartib sonining ortishi bilan tashqi elektron qavatlarining tuzilishi deyarli o'zgarmaydi, shuning uchun elementlar xossalari ham guruhlarda juda sekin o'zgaradi.

15.1. UCHINCHI GRUPPA ELEMENTLARI TAVSIFI

Bu guruh elementlariga skandiy (Scandium) Sc, ittriy (Ittrium), lantan (Lantanum) La va aktiniy (Actinium) Ac kiradi.

Quyida gruppada elementlari atomlarining tashqi va undan oldingi elektron qavatlari tuzilishi keltirilgan:

Sc	$3s^2$	$3p^6$	$3d^1$	$4s^1$
V	$4s^2$	$4p^6$	$4d^1$	$5s^2$
La	$5s^2$	$5p^6$	$5d^1$	$6s^2$
Ac	$6s^2$	$6p^6$	$6d^1$	$7s^2$

Ularda tartib belgisi oshgan sari ionlanish energiyasi (6,66 eV dan 5,51 eV gacha) kamayib boradi, ion radiusi esa (0,083 dan 0,11 nm gacha) ortadi. Gruppachaning har bir dementi o'zidan keyin tegishli d- elementlar dekadasi ni vujudga keltiradi. Skandiy gruppachasi elementlarining o'z birikmalaridagi oksidlanlik darajasi ko'pincha +3 ga teng bo'ladi.

Skandiy, ittriy va lantan yer qobig'ida massasi bo'yicha 6–10³⁰ •% ni tashkil etadi. Aktiniy ancha kam tarqalgan bo'lib, massasi bo'yicha 6 • 10⁻¹⁰⁰% atrofidadir.

Skandiy guruhchasi elementlari ularning fluoridlarini (ba'zan, xloridlarini) qaytarib olinadi. Birikmalari esa tuzi yoki oksididan turli yo'llar bilan sintez qilinadi.

Skandiy gruppachasining elementlari erkin holatda yuqori temperaturada suyuqlanadigan oq-kumushrang metallar bo'lib, suyultirilgan anorganik kislotalar (HCl, H₂SO₄ va HNO₃) da eriydi. Qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi.

Gidroksidlari asosli xossaga ega. Qizdirilganda oksidlarga o'tadi. Lantan gidroksidi La(OH)₃ kuchli asos hisoblanadi. Skandiy gidroksidi konsentrlangan ishqor eritmasida gidroksoskandiatga (masalan, Na₃[Sc(OH)₆]) aylanadi. Gruppacha elementlari gidroksidlaridan ba'zilar amorf holda ham uchraydi. Gidroksidlar elementlar tuzlarining suvli eritmalaridan ammiak yoki ishqorlar bilan cho'ktirib olinadi.

Skandiy gruppasi elementlari kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan, skandiy oksalat geksagidrat Sc₂(C₂O₄)₃ • 6H₂O yoki

MeSc(C₂O₄)₂ • √2H₂O va Me₃Sc(C₂O₄)₃ • 4H₂O (Metall ishqoriy metall) kabi komplekslari skandiyning galoidli birikmalari neytral yoki nordon eritmalariga oksalat kislota ta'sir ettirib olinadi.

Skandiy gruppachasi elementlari birikmalari lazer materiallari, elektron asboblarda katodlar va EHM larda ishlatiluvchi ferritlardan tayyorlanuvchi xotira moslamalarida qo'llaniladi.

15.2. f- ELEMENTLAR. LANTANOIDLAR (LANTANIDLAR)

Davriy sistemadagi 14 ta element oilasi shunday nom bilan ataladi. Bularga seriy (atom raqami 58), prazeodim (59), neodim (60), prometiy (61), samariy (62), yevropiy (63), gadolinii (64), terbiy (65), disproziy (66), golmiy (67), erbiy (68), tulii (69), itterbiy (70) va lutetsiy (71) kiradi. Ittriy bilan lantanoidlar birgalikda siyrak yer elementlari guruhini tashkil etib, **seriy** va **ittriy** gruppachalariga bo'linadi. Seriydan gadolinygacha bo'lgan elementlar yengil lantanoidlar, terbiydan lutetsiygacha bo'lganlari *og'ir lantanoidlar* deyiladi. Yengil lantanoidlar gruppachasida bir elementdan ikkinchi elementga o'tilganida 4f – orbitalga bittadan elektron qo'shiladi. Og'ir lantanoidlar gruppachasi elementlari atomlarida 4f – orbitallarga avvalgi yettitadan tashqari yana bittadan elektron qo'shila boradi.

Lantanoidlar atomlarida 4f – pog'onachalar elektronlar bilan to'lib boradi. Ular atomlarining tashqi oltinchi qavatida ikkitadan s-elektron bo'ladi. Gadolinii bilan lutetsiy atomlarining beshinchi qavatida ikkita s-, oltita p- va bittadan d-elektron

bor bo'lib, bular bu borada lantanga o'xshaydi. Seriydan gadoliniyga o'tilganda $4f$ – pog'onadagi elektronlar soni ikkidandan yettitagacha qadar ortadi. Lantanoidlar turkumi lutetsiy bilan yakunlanadi, uning $4f$ – pog'onachasidagi elektronlar soni 14 tadir: $Lu - 5s^2 - 5p^6 - 5d^1 - 6s^2$.

Lantanoidlarga xos bo'lgan oksidlanish darajasi $+3$. Lantanoid atomining valentlik holati ko'pincha uning tarkibidagi $5d - 6s^2$ elektronlarga bog'liqligi bilan aniqlanadi. Shu sababdan lantanoidlar ko'pincha uch valentli holatni namoyon qiladi. Lantan, gadolinii hamda lutetsiyga yaqin elementlarda o'zgaruvchan valentlik seziladi. Seriyning uch va to'rt valentlik holat namoyon qilishi $4f$ – holatdagi bir elektronining s dan d ga o'tishi bilan tushuntiriladi.

Samariy, yevropiy va itterbiy ikki valentli holatni ham namoyon qilishi mumkinligi aniqlangan.

Bu qatorda atom soni orta borgan sari (Ge dan Lu ga qarab) ion radiusi kamayib boradi. Bu hodisa *lantanoitlar kirishimi (siqilishi)* deyiladi.

f – elementlar oraliq elementlar jumlasiga kiradi. Ularning ikki turkumi ma'lum. Birinchisi $4f$ – elementlar, ya'ni lantanoidlar, ikkinchi turkumga $5f$ – elementlar, ya'ni aktinoidlar kiradi. Jami 28 ta aktinoidlar ma'lum bo'lib, ular metallar jumlasiga kiradi. Yer qobig'ida massa bo'yicha miqdori $1,6 \cdot 10^2\%$ ga teng.

Tabiatda uchraydigan bastnezit ($Gd, La...$) $\cdot CO_3F$ loparit ($Na, Ca, Ce...$), $(Ti, NbTa_2O_6)$ va monatsit $Gd, La...$ PO_4 bo'lib, ular apatitlarda, shuningdek, tantal, titan va uran minerallari tarkibida ham uchraydi.

Lantanoidlar o'zlarining rudali konsentratlariga anorganik kislotalar (H_2SO_4 , HNO_3) yoki ishqorlar ta'sir ettirib ajratib olinadi. Hidroksidlaridan ham xomashyo sifatida foydalansa bo'ladi. Kimyoviy xossalari juda o'xshashligi tufayli lantanoidlarni birikmalaridan tozalab ajratib olish ancha mushkul. Ammo keyingi yillarda ularni bir-biridan ajratuvchi samarali usullar ishlab chiqilganki, bunda har bir metall toza holda olinmoqda.

Lantanoidlar oq-kumushrang tipik metallar, kimyoviy xossalari jihatidan ishqoriy-yer elementlariga yaqin turadi. Ular anorganik kislotalarda eriydi, suv bilan o'zaro ta'sirlashib, vodorod ajratadi va erimaydigan gidroksidlar hosil qiladi. Lantanoidlar odatdagi sharoitda kislorod bilan, $200^\circ C$ dan yuqorida galogenlar, galogen-vodorod, uglevodorod, bor va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Lantanoidlar oksidlari, floridlari, oksifloridlari, sulfid va oksisulfidlari suvda erimaydigan qiyin suyuqlanuvchi moddalardir. Galogenidlari (floridlar bundan mustasno), nitratlari va perxloratlari suvda yaxshi eriydi, sulfatlari kamroq, fosfatlari, karbonat va oksalatlari esa erimaydi. Oksalatlari bilan karbonatlari $800-900^\circ C$ da oksidlarigacha parchalanadi.

Yevropiy, itterbiy, samariy, tulii vaneodimning vanadatlar, volframat, geksaborid, metafosfat, ortofosfat, ultrafosfat, molibdat va niobatlar, oksalat, sulfid, sulfat, tantadat, florid va xloridlari ma'lum bo'lib, ular turli sohalarda ishlatiladi. Bu birikmalar tegishli sintez qilib olinadi. Luminissensiyalanuvchi shishalar tayyorlashda aktivatorlar sifatida, lazer materiallari, o'tga chidamli buyumlar, atom reaktorlari

sterjenlari tayyorlashda, komponentlar, cho'yan modifikatorlari, yarimo'tkazgich, qotishma va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Seriy, prazeodim, terbiy, neodim va disproziy ftoridlari va boshqa birikmalaridan kalsiy yordamida termik qaytarish, xloridlar iniektroliz qilish kabi boshqa yo'llar bilan olinadi. Ular mishmetall (qotishma)larda komponent, aluminiy va magniy qotishmalarida legirlovchi qo'shimcha, lazer materiallari va plyonkalarni tayyorlashda ishlatiladi.

Lantanoidlar rangli metallar sanoatida, elektron asboblarda getterlar, magnit materiallari tayyorlashda komponentlar, yondiruvchi tarkibli moddalar vodorod akkumulatori, boshqa metallarni qaytarishda va po'lat tayyorlash sanoatida qo'llanilmoqda.

15.3. AKTINOIDLAR (AKTINIDLAR)

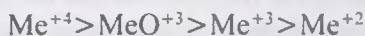
Davriy sistemaning yettinchi davriga mansub 14 ta element oilasi aktinoidlar nomi bilan ataladi. Bularga toriydan lourensiygacha bo'lgan (atom raqami 90–103) elementlar kiradi. Toriy bilan uran izotoplari uzoq yashaydi. Bu elementlar tabiiy minerallar tarkibida uchraydi. Protaktiniy, neptuniy va plutoniy izotoplari ham tabiatda ozroq miqdorda bo'lsa-da, uchraydi. O'zga aktinoidlar tabiatda uchramaydi, ular uran va ba'zi trans uran elementlarni yadro reaktorlarida neytronlar bilan nurlantirib yoki yengil elementlar yadrolari tezlatkichlarida olinadi.

Aktinoidlar kimyoviy xossalari va boshqa jihatlari bilan lantanoidlarga yaqinligi bu ikki oila elementlarining tashqi qobiqlarining bir xilligi sabablidir. Bu oilalarga mansub elementlarning tashqi uchinchi qobiqlarini to'ldirish – aktinoidlarda 5f- qobiqlarda va lantanoidlarda 4f- qobiqlarda boradi. Aktinoidlar lantanoidlardan oksidlanish darajasining har xilligi bilan farqlanadi. Masalan, ameritsiyniki +2 dan +7 gacha boradi. Toriydan urangacha oksidlanish darajasi +4 dan +6 gacha barqaror o'sib boradi, keyin U–Np–Pu–Am qatorida bir xil ravishda +3 gacha kamayadi va qolgan elementlar uchun shunday saqlanib qoladi. Bundan faqat barqaror-oksidlanish darajasi +2 bo'lgan nobeliy mustasnodir. Oksidlanish darajasi +2, +3 va +4 bo'lgan aktinoidlar suvli eritmaları gidratlangan kation holda bo'ladi. Oksidlanish darajasi +5 va +6 bo'lgan aktinoidlar uchun MeO_2^+ va MeO_2^{2+} ion shakllari xosdir.

Atom raqamlari orta borishi bilan aktinoidlarning bir turidagi ion radiuslarining kamayishi hodisasi *aktinoid kirishimi* deyiladi. Ularning atom radiuslari lantanoidlarni atom radiuslariga qaraganda kattaroq bo'ladi. Mana shu sababli aktinoidlarning tashqi elektronlari yadro bilan kuchsiz bog'lanadi. Shu sababli ba'zi aktinoidlarning valentligi oltiga teng bo'ladi. Aktinoidlarning barcha kationlari NO^{3-} , Ck va ClO_4^- kabi anionlar bilan suvda yaxshi eriydigan tuzlar hosil qiladi.

Oksidlanish darajasi +4 va +6 bo'lgan aktinoidlar rudalarning nitrat kislotali eritmalaridan 3-butil fosfat va shu kabi boshqa organik ekstragentlar yordamida tanlab olinadi.

Aktinoidlar kompleks birikmalar hosil qilishga moyil bo'lib, ayniqsa, kislorodli adsendlar bilan yaxshi birikadi. Kompleks hosil qilish xususiyati quyidagi qator bo'yicha kamayib boradi:



Aktinoidlarning koordinatsion sonlari 4–12 oralig'ida bo'ladi.

Toriy (Thorium). Tabiatda, asosan, ^{232}Th izotopi ma'lum. Yarim yemirilish davri $1,389 \cdot 10^{10}$ yilga teng. 1828-yilda I. Berselius tomonidan ochilgan. 120 ga yaqin minerali bo'lib, bulardan asosiylari torit ThSiO_4 va torianit $(\text{Th}, \text{U})\text{O}_2$ dir. Toritning asosiy olinadigan manbayi monatsit $[(\text{Ce}, \text{La} \dots)\text{PO}_4]$ bo'lib, tarkibida 10% cha ThO_2 bo'ladi.

Toriy, oq-kumushrang plastik metall, oksidlanish darajasi +4, ba'zan +2 va +3 ga teng. Issiq suvda dioksid pardasi bilan qoplanadi. U kalsiytermik va elektroliz usullarida birikmalaridan olinadi.

Odatdagi sharoitda fluor qizdirilganda H_2 , Cl_2 , Br_2 , S, P, N_2 , H_2S bilan, anorganik kislotalar bilan esa sekin reaksiyaga kirishadi.

Toriy magniyli qotishmalarni legirlashda, elektrolampalar tayyorlashda getter sifatida ishlatiladi, uran toriy reaktorlarida muhim yoqilg'i hisoblanadi.

Toriy gidridi ThH_2 , gidroksidi $\text{Th}(\text{OH})_4$, dioksidi ThO_2 , monokarbid ThC , di-karbid ThC_2 , nitrati $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, sulfati $\text{Th}(\text{SO}_4)_2$, tetraftoridi ThF_4 , tetra-yodidi ThJ_4 , tetra-xloridi ThCl_4 va boshqa birikmalar ma'lum. Bular torimetriyada, yoqilg'i sifatida va toriy olishda yarim xomashyo sifatida ishlatiladi.

Uran (Uranium). Tabiatda 3 ta izotopi ma'lum: ^{238}U , ^{235}U va ^{234}U . Metall holidagi uran 1841-yilda E. Peligo tomonidan olingan. Yer qobig'ida uranning massa bo'yicha miqdori taxminan 2,5–10%. Uranning muhim minerallari «**rawY(U,Th)O₂**», *nasturan* U_3O_8 , *kamotit* $\text{K}_2\text{O}_2\text{UO}_4\text{U}_2\text{O}_8 - 3\text{H}_2\text{O}$, *tuyamunit* $\text{CaO}_2 \cdot \text{UO}_2\text{U}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ va *uran qorasi* deb ataluvchi oksidlari (UO_2 ; UO_3) aralashmalaridan iborat. Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan boshqa minerallari (titanatlar, brannerit, koffinit, tantaloniobatlar va boshqalar) ham ma'lum.

Uran oq-kumushrang, yaltiroq metall. U rudalaridan ajratib olinadi. Uranning oksidlanish darajasi +3 dan +6 gacha boradi, ba'zan +2 bo'ladi. Kukun holdagi uran pirofordir, u suv bilan reaksiyaga kirishadi. HCl va HNO_3 da tez H_3PO_4 va HF da esa sekin eriydi, ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Barcha galogenlar, azot va fosfor bilan birikadi. Uning *ftoridlari*, *karbidlari*, *silitisidlari*, *sulfat*, *sulfid*, *nitrid*, *fosfid* va *oksalatlari* ma'lum.

Uran – oksidi U_3O_8 kristall modda bo'lib, uran birikmalarini termik parchalab yoki U_3O_8 ni oksidlab olinadi.

U_3O_8 – uran kimyoviy konsentratlarining asosiy komponentidir.

$\text{U}(\text{OH})_3$ – asos tabiatiga ega. Bunga oid tuzlar o'zining erishi bo'yicha lantanoidlarning tegishli tuzlariga o'xshaydi.

Uran uch oksid yoki uran angidrid UO_3 kislotalarda eritilganda tuzlar (masalan, HCl da UO_2Cl_2) hosil bo'ladi. Bularda kationlik rolini uranil deb ataluvchi ion – UO_2^+ bajaradi. Uranil tuzlari sariq-yashil rangga ega bo'lib, suvda yaxshi eriydi.

Uranil tuzlari eritmalariga ishqor ta'sir ettirilganda uranat kislotasi H_2UO_4 tuzlari – uranatlari va diuranat kislotasi $H_2U_2O_7$ tuzlari diuranatlar hosil bo'ladi. Bularga natriy uranat Na_2UO_4 va natriy diuranat $Na_2U_2O_7$, misol bo'la oladi. Keyingi tuz sariq-yashil rangda tovlanuvchi uran shishasini olishda ishlatiladi.

Plutoniya (Plutonium) Pu – sun'iy radioaktiv kimyoviy element. Massa soni 232–246 bo'lgan o'n beshta izotopi ma'lum. G. Ciborg boshliq olimlar tomonidan 1940-yilda uran yadro reaksiyasi o'rganilayotganda ochilgan.

Plutoniya – oq-kumushrang mo'rt metall. Oksidlanish darajasi +3 dan +7 gacha, barqarori +4 ga teng. Havoda sekin oksidlanadi, kukuni va qirindisi pirofor bo'ladi.

Qizitilganda galogenlar H_2 , N_2 , S, NH_3 , H_2O va boshqalar bilan reaksiyaga kirishadi, kislotalar (HCl , $HClO_4$, H_3PO_4) da eriydi, konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 da passivlanadi. Ko'pgina metallar bilan intermetall birikmalar hosil qiladi.

Plutoniya yadro energetikasida yoqilg'i, transpluton elementlar olishda xomashyo, yadro quroli ishlab chiqarishda va kosmik apparatlar bortlarida elektr toki manbai sifatida qo'llaniladi.

Plutoniya karbidi, floridlari, xloridlari, sulfidi, nitridi, gidridi, dioksidi va gidratlari turli sohalarida qo'llaniladi. Bularning ayrimlari plutoniya olishda xomashyo va perspektiv yadro yonilg'ilari hisoblanadi.

15.4. TO'RTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING TAVSIFI

Bu gruppacha elementlariga titan (Titanium) Ti, sirkoniy (Zirconium) Zr, gafniy (Hafnium) Hf va sun'iy ravishda olingan kurchatoviy (Kurchatovium) Ku kiradi. Titan gruppachasi elementlarida metallik xususiyati kuchliroq ifodalangan.

Titan gruppachasi elementlari atomlari tashqi qavatda ikkitadan, tashqaridan ikkinchi qavatda 10 tadan elektron bo'ladi, bularning ikkitasi d-sathchada joylashadi. Shu sababli bu metallar uchun xos oksidlanish darajasi +4 ga, ba'zan +3 va +2 ga teng bo'ladi. Sirkoniyda +1 ham bo'ladi.

Ular erkin holatda tipik metallar bo'lib, ko'rinishidan po'latga o'xshaydi. Qiyin suyuqlanadi, havo va suv ta'siriga berilmaydi.

Titaning tabiatda (massa soni 46–50 bo'lgan) beshta izotopi ma'lum. Asosiy minerallari rutil – TiO_2 , ilmenit – $FeTiO_3$, titanomagnetit – $FeTiO_3$, perovskit – $CaTiO_3$, loparit – $(Na, Ge, Ca) \cdot (Nb, Ta)_2O_6$ va titanit – $CaTiO(SiO_4)$ dir.

Sirkoniyning ikki minerali bor, bular sirkon $ZrSiO_4$ va batsleit ZrO_2 lardir.

Gafniy izomorf aralashma sifatida sirkoniy minerallarida uchraydi.

Titan ruda yoki konsentratlaridan uning dioksidiga o'tkazilib, keyin xlorlanadi va magniy bilan qaytarib qayta hosil qilinadi. Magniy o'rnida ba'zan natriy ham qo'llanadi. Sirkoniy, sirkon rudasini $K_2[SiF_6]$ bilan qizdirib yoki xlorlab, keyin qaytarib olinadi. Mana shu usul bilan gafniy ham ajratiladi.

Xona temperaturasida titan HCl , H_2SO_4 issiq holdagi CCl_3COOH , $HCOOH$, $(COOH)_2$ bilan qizdirilganda esa kislorod (400–500°C), azot (600°C dan yuqori) va galoidlar (200°C) bilan reaksiyaga kirishadi. Vodorod va atmosfera gazlarini yutadi.

Sirkoniy H_2O , HCl , HNO_3 , H_3PO_4 va ishqorlar ta'siriga chidamli. Kislorod galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, vodorod va azotni yutadi. Qizdirilganda HF eritmasi, konsentrlangan H_2SO_4 va zar suvi bilan reaksiyaga kirishadi. Gafniy kimyoviy xossalari bo'yicha sirkoniyga yaqin turadi, kurchatoviy esa gafniyning analogidir.

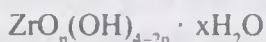
Titan guruhchasi elementlari antikorrozion materiallar tayyorlashda, yadro reaktorlarida getter sifatida, qotishmalar tayyorlashda, raketasozlik va kemasozlikda, kimyoviy asboblarda ishlab chiqarishda va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Titan dioksidi TiO_2 – suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydigan oq kristall modda. Kislota va ishqor xossalari kuchsiz namoyon bo'luvchi amfoteroksiddir. Tabiatda rutil, anataz va brukit nomida uch modifikatsiyada uchraydi. Titan belilalar, emallar, shisha, glazur, to'ldirgich va pigment tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Sirkoniy dioksid ZrO_2 – kimyoviy reagentlar ta'siriga berilmaydigan va termik kengayish koeffitsienti o'ta kichik bo'lgan birikma. Keramika va o'tga chidamli buyumlar, emallar, maxsus shisha, glazur, lazer materiallari va qimmatbaho toshlar – fanitlar olishda qo'llaniladi. Qattiq holdagi elektrolit va pyezoelektrik sifatida ishlatiladi.

Gafniy dioksid HfO_2 – $2780^\circ C$ da eruvchan va $5400^\circ C$ da qaynaydigan birikma. HF va H_2SO_4 da eriydi. Yadro reaktorlarida boshqaruvchi sterjen, himoya ekranlari, maxsus shisha va o'tga chidamli buyumlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Sirkoniy gidroksidlari kristall yoki gelsimon moddalar bo'lib, o'zgaruvchan tarkibga ega:



bu yerda $n=0\div 4$.

Bular ZrO_2 va toza sirkoniy olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Metatitanat kislota H_2TiO_3 va ortotitanat kislota H_4TiO_4 tuzlari **titanatlar** deb nomlanadi. Ishqoriy metallar titanatlari $800-1000^\circ C$ da eriydi, suvda gidrolizlanadi. Ikki valentli elementlar titanatlari yanada qiyinroq eriydi, suvda erimaydi va faqat konsentrlangan kislotalardagina parchalanadi.

Titan, sirkoniy va gafniy galogenidlarida +2, +3 va +4 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. MeG_4 holatda barqaror bo'ladi. Bigalogenidlari beqaror bo'lib, qaytaruvchi xususiyatiga ega. Galogenidlar tutun shashkalari Sigler-Natta katalizatorlari komponenti, maxsus shishalar tayyorlashda va payvandlash ishlarida flus sifatida qo'llaniladi.

15.5. BESHINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING TAVSIFI

Bu guruh vanadiy (Vanadium) V, niobiy (Niobium) Nb va tantal (Tantalium) Ta kiradi. Atomlarining tashqi elektron qavatlarida ikkita yoki bitta elektron saqlagan holda ular asosiy guruhcha elementlaridan metallik xossalarning yuqoriligi hamda vodorodli birikmalarining yo'qligi bilan farqlanadi.

Vanadiy guruhchasi elementlari o'z birikmalarida ko'pincha +5 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Tabiatda bu elementlar – patronit VS_2 , karnotit $K_2(UO_2)_2$

$(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$, roskeelit $KJ_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, kolumbit – tantalit $(Ca, Na)(Nb, Ta)_2O_6$, proxlor $(Fe, Mn)(NbTa)_2O_6$, loparit $(Na, Ge, Co)_2(Ti, Nb, Ta)O_4$ va mikrolit $(Na, Ca)_2(TaTi)_2O_6(F, OH)$ kabi minerallar tarkibida uchraydi.

Vanadiy yuqoridagi elementlar bo'lgan shakllardan, niobiy va tantal oksidlarini uglerod bilan qaytarib yoki elektroliz qilib olinadi. Erkin holdagi vanadiy, niobiy va tantal kimyoviy reagentlar ta'siriga unchalik berilmaydi. Ularning erish temperaturalari yuqoriligi sababli qiyin eruvchan metallar hisoblanadi.

Vanadiy – V ning tabiatda ikki barqaror izotopi ^{50}V va ^{51}V ma'lum. 1869-yilda G.E. Rosko tomonidan olingan. Yer po'stlog'idagi massasi bo'yicha miqdori 0,015% ni tashkil etadi.

Vanadiy tarkibida vanadiy bo'lgan temir va polimetall rudalardan olinadi. U, odatda, rudalardan vanadiyning temir bilan qotishmasi – ferrovanadiy yoki vanadiy angidridi V_2O_5 holida olinadi. Toza vanadiy metallini V_2O , yoki VCl_3 ni qaytarib yoki VCl_3 ni termik dissotsiatsiyalab hosil qilinadi.

Toza holda vanadiy kumushsimon-kulrang plastik metall, $1900^\circ C$ da eriydi. Unga suv, dengiz suvi, ishqor eritmalari ta'sir qilmaydi. Tuz va suyultirilgan kislota eritmalari (HCl, HNO_3, H_2SO_4) ga ham befarq. $300^\circ C$ dan yuqorida vanadiy havo kislorodi, galogenlar va vodorod bilan, $700^\circ C$ dan yuqorida esa azot va uglerod bilan reaksiyaga kirishadi. Vanadiy florid kislota, nitrat kislota va zar suvida eriydi. U o'z birikmalarida ikki, uch va besh valentli bo'ladi.

Vanadiyning VO , V_2O_3 , VO_2 va V_2O_5 kabi oksidlari ma'lum. Yuqori oksidi bo'lgan V_2O_5 kislota tabiatiga ega, dioksidi VO_2 esa amfoterdir. Quyi oksidlari bo'lgan VO va V_2O_3 asos xossalariga ega. Oksidlari orasida V_2O_5 va uning hosilalari katta ahamiyatga ega.

Vanadiy (V) oksidi yoki vanadat angidrid V_2O_5 to'q sariq rangli, ishqorlarda erib, metavanadat kislotalari HVO_3 ni hosil qiladi.

Vanadat angidrid sulfat kislota olish jarayonida katalizator sifatida, maxsus shishalar, glazur va lyuminoforlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Vanadiy gidroksid $V(OH)_3$ yashil rangli ipir-ipir cho'kma. Qizdirganda oksidga aylanadi. Tuzlaridan – vanadiy sulfat $V_2(SO_4)_3$ sariq rangli kukun bo'lib, suvda erimaydi, ishqoriy metallar sulfatlari bilan qo'sh tuzlar hosil qiladi. Umuman, uch valentli vanadiy birikmalari tez oksidlanuvchi moddalar hisoblanadi.

Vanadiy galogenlar bilan tuzlar hosil qiladi. Bularga VF_3 , VCl_2 , VCl_3 , VCl_4 misol bo'la oladi. Bu tuzlar suyuq yoki kristall bo'lib, elementlardan yoki ularning hosilalaridan olinadi. Vanadiy xloroksidi (oksitrixlorid) $VOCl_2$ sariq suyuqlik bo'lib, $-78^\circ C$ da qotadi, $126,7^\circ C$ da qaynaydi. Benzolda, petrolei efiri, atseton, spirt, sirka angidridida eriydi, suvda gidrolizlanib V_2O_5 va $SOCl_2$ hosil qiladi. Vanadiy xloroksidi (oksitrixlorid) epitaksial plyonkalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Metavanadat kislota HVO_3 tuzlari **vanadatlar** nomi bilan ma'lum. Pirovanadat, metavanadat va ortovanadatlarning hosil bo'lishi eritmaning vodorod ko'rsatkichi (pH) ga bog'liq.

Eritmada vodorod ionlari oshganda (pH kamayganda) vanadatlarining polimerlanishi va kondensatlanishi natijasida ularning tarkibi murakkablashadi.

Vanadatlar kuchli ishqoriy muhitda vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishib, peroksovanadatlar hosil qiladi.

Vanadiy quyi oksidlari kislotalar bilan tuzlar hosil qiladi. Bular **vanadillar** nomi bilan ma'lum. Ularning vakillari sifatida vanadil sulfat VOSO_4 va vanadil xlorid VOCl_2 ni ko'rsatish mumkin.

Niobiy va tantal. (Ta) Niobiyning atom raqami 41, atom massasi 92,9064. Uning yagona tabiiy ^{93}Nb izotopi ma'lum. Niobiy yer qobig'ida massasi bo'yicha 2–10% ni tashkil etadi. Tabiatda ikkita izotopi bor – birinchisi ^{93}Nb barqaror va ikkinchisi ^{180}Ta radioaktiv. Keyingi izotopning yarim yemirilish davri 10^{12} yildan ortiqroqdir.

Toza niobiy 1903-yilda, toza tantal esa 1907-yilda olingan. Bu elementlar tabiatda kolumbit tantalit guruhidagi (Fe, Mn) $(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ – piroxlor, (Ca, Na) $(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_6$ – (OH, F) – loparit $(\text{Na}, \text{Ge}, \text{Ca})_2(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_3$ minerallar tarkibida uchraydi.

Niobiy va tantal oksidlarini yuqori temperaturada qaytarish yoki elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Bunda metallarning kompleks fluoridlaridan xomashyo sifatida foydalanish mumkin.

Niobiy bilan tantalning kimyoviy xossalari vanadiyga o'xshaydi. Har ikkala element kulrang plastik metall bo'lib, yuqori temperaturada suyuqlanadi. Vodorod, azot va kislorod kabi aralashmalar bu metallarning mo'rtligini oshiradi.

Niobiy bilan tantal agressiv muhit ta'siriga berilmaydi. Ularga HCl , H_2SO_4 , HClO_4 va «zar suvi» ta'sir qilmaydi. Metallar yuzasida hosil bo'luvchi o'ta pishiq va kimyoviy mustahkam yupqa oksid plyonkalari ularni himoya qiladi. Shu sababdan shu oksid plyonka Ta_2O_5 bilan reaksiyaga kirisha oluvchi yoki uning orasidan o'ta oluvchi birikmalargina tantalga ta'sir ko'rsata oladi. Bunday reagentlarga fluor bilan vodorod fluorid kiradi.

Niobiy va tantalning oksidlanganlik darajasi asosan +5 ga teng, ba'zan +1 dan +4 gacha boradi. Har ikkala element yuqori temperaturada kislorod, azot, uglerod va galoidlar bilan reaksiyaga kirishadi. Niobiy va tantalning yuqori oksidlari Nb_2O_5 va Ta_2O_5 kislota tabiatiga ega. Ishqorlar bilan qizdirilganda niobat va tantalatlar hosil bo'ladi. Ushbu oksidlar suvda erimaydi. Ular qotishmalar tayyorlashda yarim xomashyo, o'tga chidamli buyumlar, kermetlar, IQ-nurlarini o'tkazmaydigan yuqori sindirish koeffitsientiga ega bo'lgan shishalar komponenti sifatida qo'llaniladi.

Niobiy va tantal galoidlari ularning oksidlariga SOCl_2 , SCl_4 va S_2Cl_2 lar ta'sir ettirib olinadi. Olingan galoidlar qisman gidrolizlanganda oksigaloidlar hosil bo'ladi (masalan, NbOCl_3). Galoidli birikmalari – NbJ_5 , NbCl_5 , NbF_5 , TaCl_5 , TaF_5 va qator kompleks birikmalari – $\text{Na}[\text{NbF}_6]$, $\text{K}_2[\text{NbF}_7]$, $\text{Kr}_2[\text{NbOF}_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}[\text{TaF}_6]$, $\text{K}_2[\text{TaF}_7]$, $\text{Na}_3[\text{TaF}_8]$ ma'lum. Bular metallarni qoplashda va toza metallar olishda ishlatiladi.

Niobiy va tantalning NbS_2 , NbS_4 , NbH , NbC , NbSi_2 , NbGe , NbGa , TaS_2 , TaSi_2 , TaB_2 , TaC , TaH va boshqa birikmalari ma'lum. Bular yuqori issiqlik ta'siriga

chidamli qotishmalar, o'ta sezuvchan barometrlar tayyorlashda, televizor naylari, uzatuvchi nishonlarini ishlab chiqarishda va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

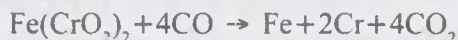
Niobiy va tantal hamda ularning birikmalaridan elektrotexnikada, mashinasozlikda, yadro energetikasida, yuqori temperaturali pechlarda, sun'iy tolalar sanoatida va tibbiyotda foydalaniladi.

15.6. OLTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

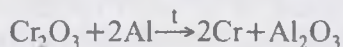
Bu guruhchaga xrom Cr, molibden Mo va volfram W kiradi. Bu elementlarning Cr–Mo–W qatorda chapdan o'ngga o'tgan sari ionlanish energiyasi, atom va ion radiuslari ortib boradi. Guruhcha elementlarining oksidlanish darajalari O dan +6 gacha o'zgaradi. Xromning oksidlanish darajasi +3, +6 bo'lgan birikmalari, molibden va volframda esa +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari barqaror moddalardir. Xrom, molibden, volframning koordinatsion sonlari 6 va 4 ga teng. Bu sonlar molibden va volframda 8 gacha yetadi. Ko'pgina *d* – elementlariga o'xshab Cr, Mo, W past oksidlanish darajasiga ega bo'lganda kation kompleks birikmalar, yuqori bo'lganda esa anion kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega. Shuning uchun oksidlanish darajasi ortishi bilan ularning birikmalari kislotali xossalari kuchaya boradi.

Tabiatda uchrashi. Cr, Mo, W tabiatda, asosan, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ – xromit, $\text{Pb}(\text{CrO}_4)_2$ – xromat, MoS_2 – molibdenit, $\text{Pb}(\text{MoO}_4)_2$ – molibdat, CaWO_4 – sheelit va $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ – volframit minerallari holda uchraydi. Volframitning ferberit ($\text{Fe}:\text{Mn}>4:1$) va geybnerit ($\text{Mn}:\text{Fe}>4:1$) kabi xillari ham ma'lum. Xromni to'rtta, molibdenni ikkita, volframni beshta tabiiy izotopi ma'lum.

Olinishi. Tarkibida xromitlar bo'lgan rudalarni qaytarib olinadi:

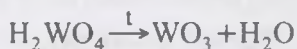


Xrom tuzlarining konsentrlangan eritmaları elektroliz qilinganda katodda toza xrom ajratib olinadi. Cr_2O_3 ni vodorod atmosferasida aluminium bilan qaytarib xrom olish mumkin:



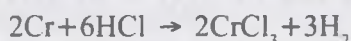
Xrom galogenidlarini (CrJ_3 , CrJ_3) cho'g'latilgan xrom simi ishtirokida haydash usuli bilan ham olinadi. Tarkibida molibden bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil qilingan konsentrat tarkibida 40–50% molibden bo'ladi. Konsentratlar kislorod ishtirokida oksidlanadi, natijada MoO_3 hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan MoO_3 ruda bilan aralashgan bo'ladi. Bu aralashmani ammiakli suvda eritib $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ hosil qilinadi. Hosil bo'lgan $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ni termik parchalab, toza MoO_3 ajratib olib, vodorod bilan qaytariladi. Hosil bo'lgan Mo kukun holda bo'ladi, uni yuqori temperaturada suyuqlantirilib metallga aylantiriladi. Volfram olish uchun boyitilgan volfram ru-

dasi soda bilan aralashtirilib, yuqori temperaturada suyuqlantiriladi, natijada hosil bo'lgan NaWO_4 cho'ktiriladi. Cho'kma ajratib olingach, kislota da eritiladi va H_2WO_4 hosil qilinadi. Hosil bo'lgan volfram at kislota termik parchalanadi:



So'ngra WO_3 ga cho'g'latilgan ko'mir ishtirokida yoki vodorod oqimida qaytarib volfram ajratib olinadi.

Xossalari. Bu gruppacha elementlari qattiq, yuqori temperaturada suyuqlanadigan metallardir. Ularning kimyoviy aktivligi Cr–Mo–W qatorida chapdan o'ngga tomon kamayib boradi. Masalan: xrom suyultirilgan HCl va H_2SO_4 dan vodorodni siqib chiqara oladi. Volfram esa faqatgina qaynoq ftorid va nitrat kislota aralashmasida eriydi:



Xlor konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 kislota da passivlashadi. Kukun holatda xrom, molibden va volfram oksidlovchilar ishtirokida suyuqiantirilgan ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

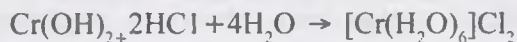
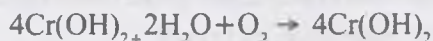
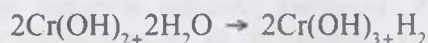


Odatdagi sharoitda bu gruppacha elementlari passiv bo'lib, faqat ftor bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan birikadi.

Birikmalari. Xromning, asosan, CrO , $\text{Cr}(\text{OH})_2$, CrS , CrCl_2 tarkibli ikki valentli birikmalari ma'lum. Lekin bu moddalar beqaror, kislorod ta'sirida tezda oksidlanadi:



Ikki valentli $\text{Cr}(\text{OH})_2$ asosli xossaga ega bo'lib, suvni ham qaytaradi, nam havoda oksidlanadi, faqat kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:

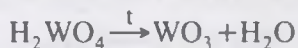


Ikki valentli xromning galogenli birikmalari ammiakda erib, ammiakat kompleks birikmalar hosil qiladi:



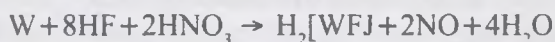
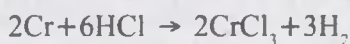
Xromning valentligi uchga teng bo'lgan birikmalari barqaror moddalardir. $\text{Cr}(\text{III})$ ning kompleks birikmalarida ichki sferaning almashinish reaksiyasi juda shiddatli o'tishi kuzatiladi.

dasi soda bilan aralashtirilib, yuqori temperaturada suyuqlantiriladi, natijada hosil bo'lgan NaWO_4 cho'ktiriladi. Cho'kma ajratib olingach, kislotada eritiladi va H_2WO_4 hosil qilinadi. Hosil bo'lgan volframat kislotada termik parchalanadi:



So'ngra WO_3 ga cho'g'latilgan ko'mir ishtirokida yoki vodorod oqimida qaytarib volfram ajratib olinadi.

Xossalari. Bu gruppacha elementlari qattiq, yuqori temperaturada suyuqlanadigan metallardir. Ularning kimyoviy aktivligi Cr–Mo–W qatorida chapdan o'ngga tomon kamayib boradi. Masalan: xrom suyultirilgan HCl va H_2SO_4 dan vodorodni siqib chiqara oladi. Volfram esa faqatgina qaynoq fluorid va nitrat kislotada aralashmasida eriydi:

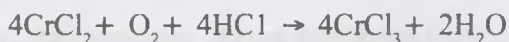


Xlor konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 kislotada passivlashadi. Kukun holatda xrom, molibden va volfram oksidlovchilar ishtirokida suyuqlantirilgan ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

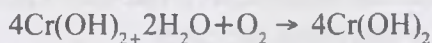
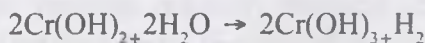


Odatdagi sharoitda bu gruppacha elementlari passiv bo'lib, faqat fluor bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan birikadi.

Birikmalari. Xromning, asosan, CrO , Cr(OH)_2 , CrS , CrCl_2 tarkibli ikki valentli birikmalari ma'lum. Lekin bu moddalar beqaror, kislorod ta'sirida tezda oksidlanadi:



Ikki valentli Cr(OH)_2 asosli xossaga ega bo'lib, suvni ham qaytaradi, nam havoda oksidlanadi, faqat kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:

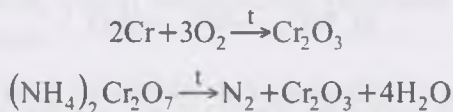


Ikki valentli xromning galogenli birikmalari ammiakda erib, ammiakat kompleks birikmalar hosil qiladi:

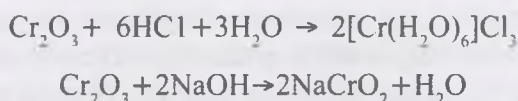


Xromning valentligi uchga teng bo'lgan birikmalari barqaror moddalardir. Cr(III) ning kompleks birikmalarida ichki sferaning almashinish reaksiyasi juda shiddatli o'tishi kuzatiladi.

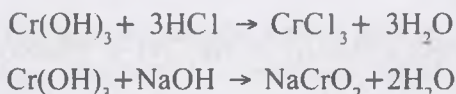
Xrom (III) oksid – Cr_2O_3 yashil rangli, yuqori temperaturada suyuqlanadigan kukun, struktura tuzilishi korundnikiga o'xshash. Xrom (III) oksid xrom metallini qizdirib, kislorod ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



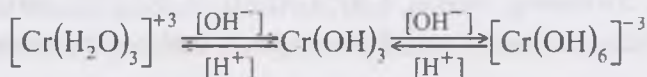
Xrom (III) tuzlariga ishqor ta'sir ettirib, hosil bo'lgan cho'kmani qizdirish orqali ham Cr_2O_3 hosil qilish mumkin. Yuqori temperaturada Cr_2O_3 inert, lekin odatdagi sharoitda amfoter xossaga ega. Shuning uchun kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Xrom (III) tuzlari eritmasiga ishqor ta'sir ettirib, xrom (III) gidroksidini cho'ktirish mumkin. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ amfoter xossaga ega, kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



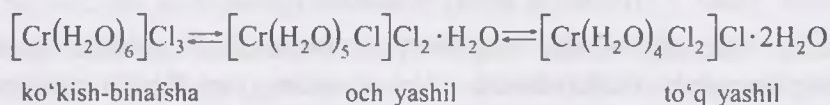
Bu reaksiyalarni quyidagi umumiy tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



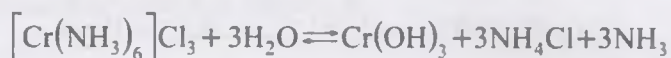
Xrom (III) tuzlari rangli moddalar bo'lib, eritmalaridan kristall gidratlar holida ajralib chiqadi, bularga $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4$ misol bo'la oladi.

Xrom (III) sulfid Cr_2S_3 xossalari jihatidan aluminiy sulfidga o'xshaydi. Xrom (III) sulfidni suvli eritmada cho'ktirib hosil qilish mumkin emas, chunki u osongina $\text{Cr}(\text{OH})_3$ va H_2S hosil qilib gidrolizga uchraydi.

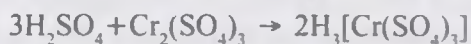
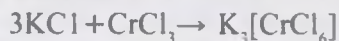
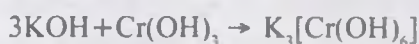
Xromning (III) valentli tuzlari amin, atsido va akvakompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalar eritmada ham, kristall holatda ham barqaror moddalardir. Akva kompleks birikmalarda ichki sferadagi suv molekularining joylanishiga qarab ularning rangi o'zgarib boradi:



Xrom (III) ammiakat kompleks birikmalari qattiq holatda barqaror, suvli eritmalarida esa sekin-asta parchalanadi:

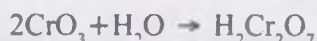
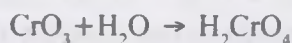


Xrom (III) ning juda ko'p anion kompleks birikmalari ma'lum bo'lib, ular xromitlar deb ataladi. Xromit kompleks birikmalar, asosan, quyidagi usullar bilan hosil qilinadi:



Molibden (III) va volfram (III) birikmalari beqaror moddalardir.

Xrom (VI) oksid CrO_3 – to'q-qizil tusli kristall modda, suvda erib faqat eritmalarida gina mavjud bo'ladigan xromat va bixromat kislotalar hosil qiladi:



CrO_3 – yuqori temperaturada beqaror kislorod ajratib Cr_2O_3 ga aylanadi, organik birikmalarni oksidlaydi, spirtlar bilan xromat kislotalarning efirlarini hosil qiladi. Bu moddalar kuchli portlovchilardir.

Xromat va bioxromat kislotalar hosil qilgan tuzlari barqaror moddalar bo'lib, xromatlar va bioxromatlar deb ataladi.

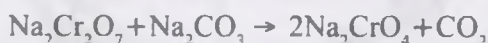
Xrom (VI) birikmalari kuchli oksidlovchilar bo'lib, qaytarilganda uch valentli xrom birikmalariga aylanadi:



Xromatlar neytral va ishqoriy muhitda barqaror bo'lib, kislotali muhitda bixromatlarga aylanadi:



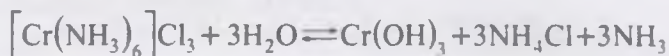
Bixromatlar ishqoriy muhitda yoki ishqoriy metallarning karbonatlari ta'sirida xromatlarga aylanadi:



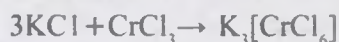
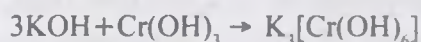
Ishqoriy metallarning xromat va bioxromatlari suvda yaxshi eriydigan kristall moddalardir. Lekin og'ir metallarning xromatlari va bixromatlari suvda yomon eriydigan moddalar bo'lgani uchun ular almashinish reaksiyasi orqali hosil qilinadi:



Xrom (III) ammiakat kompleks birikmalari qattiq holatda barqaror, suvli eritmalarda esa sekin-asta parchalanadi:

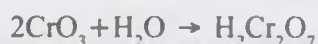
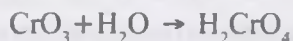


Xrom (III) ning juda ko'p anion kompleks birikmalari ma'lum bo'lib, ular xromitlar deb ataladi. Xromit kompleks birikmalar, asosan, quyidagi usullar bilan hosil qilinadi:



Molibden (III) va volfram (III) birikmalari beqaror moddalardir.

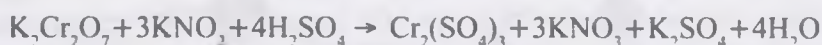
Xrom (VI) oksid CrO_3 – to'q-qizil tusli kristall modda, suvda erib faqat eritmalarida gina mavjud bo'ladigan xromat va bixromat kislotalar hosil qiladi:



CrO_3 – yuqori temperaturada beqaror kislorod ajratib Cr_2O_3 ga aylanadi, organik birikmalarni oksidlaydi, spirtlar bilan xromat kislotalarning efirlarini hosil qiladi. Bu moddalar kuchli portlovchilardir.

Xromat va bioxromat kislotalar hosil qilgan tuzlari barqaror moddalar bo'lib, xromatlar va bioxromatlar deb ataladi.

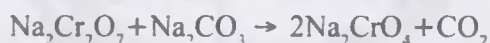
Xrom (VI) birikmalari kuchli oksidlovchilar bo'lib, qaytarilganda uch valentli xrom birikmalariga aylanadi:



Xromatlar neytral va ishqoriy muhitda barqaror bo'lib, kislotali muhitda bixromatlarga aylanadi:



Bixromatlar ishqoriy muhitda yoki ishqoriy metallarning karbonatlari ta'sirida xromatlarga aylanadi:



Ishqoriy metallarning xromat va bioxromatlari suvda yaxshi eriydigan kristall moddalardir. Lekin og'ir metallarning xromatlari va bixromatlari suvda yomon eriydigan moddalar bo'lgani uchun ular almashinish reaksiyasi orqali hosil qilinadi:



Agar bixromatlarga yoki xrom (VI) – oksidiga gaz holdagi vodorod xlorid yuborilsa, xromil xlorid hosil bo'ladi:



Xromil xlorid havoda o'z-o'zidan tutaydigan, to'q qizil rangli suyuqlik, suv ta'sirida oson gidrolizlanadi. Uni konsentrlangan sulfat kislotada ishtirokida bixromatlarga ishqoriy metallar xloridlarini ta'sir ettirib ham olish mumkin:

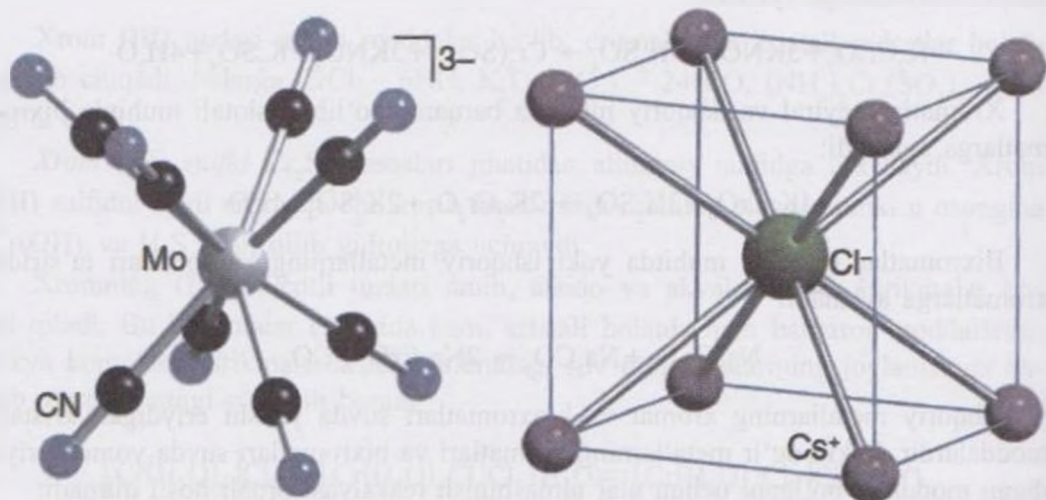


Molibden (VI) oksid, – MoO_3 , oq-sarg'ish tusli modda bo'lib, o'zining xossalari jihatidan CrO_3 dan farq qiladi. *Volfram (VI) oksid* – WO_3 sariq tusli kristall modda, suvda erimaydi. Shuning uchun ularning oksidlarini ishqorlarda eritib molibden va volfram tuzlari hosil qilinadi:



Molibdat va volframatlarga kislotada ta'sir ettirib **molibdat** H_2MoO_4 va **volframat** H_2WO_4 kislotalarini hosil qilish mumkin. Xromat, molibdat va volframatlar, ularning eritmaları zaharli moddalardir. Bu kislotalar yuqori koordinatsion sonlarga ega bo'lgan anion kompleks birikmalarini hosil qiladi. Xrom, molibden va volframlar kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega (15.1-rasm).

Xrom, molibden, volfram va ularning birikmalari metallurgiyada a'lo sifatli po'lat ishlab chiqarishda, yuqori temperaturada suyuqlanadigan issiqlikka va o'tga



15.1-rasm. Molibdenning anion kompleksi ko'rinishi.

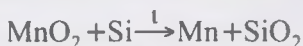
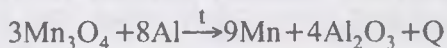
chidamli buyumlar olishda, raketa texnikasida, elektr vakuum asboblari katodini tayyorlashda, korroziyaga chidamli kimyoviy asboblarni olishda, bo'yoqchilik, tibbiyot va organik moddalar sintezida ishlatiladi.

15.7. YETTINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

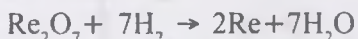
Marganes gruppachasini marganes – Mn, texnetsiy – Tc va reniy – Re tashkil qiladi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida $d^5 s^2$ valent elektronlari mavjud. Shuning uchun ularning oksidlanish darajasi 0 dan +7 gacha o'zgaradi. Marganes uchun oksidlanish darajasi +2, +4 va +7 ga teng. Texnetsiy va reniyda oksidlanish darajasi +7 dir. Bu guruhcha elementlarining boshqa oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari beqaror moddalardir. Bu elementlarning koordinatsion sonlari, asosan, 6 va 4, bundan tashqari texnetsiy va reniyda 7, 8 va, hatto, 9 ga teng bo'lishi mumkin. Bu elementlarning oksidlanish darajasi ortishi bilan, ularning anion kompleks birikmalar hosil qilish xususiyati kuchayadi.

Tabiatda uchrashi. Bu gruppacha elementlari tabiatda, asosan, MnO_2 – piro-luzit, $3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$ – braunit, $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ – manganit, $MnCO_3$ – rodoxrozit, Mn_3O_4 – gausmanit, $CuReS_4$ – jez kazgenit va boshqa minerallar holida uchraydi. Texnetsiy, faqat sun'iy usulda hosil qilinadi.

Olinishi. Marganes elektr pechlarida alumotermik va silikotermik usullar bilan olinadi:



Olingan Mn oksidlari bilan aralashgan holda bo'ladi. Bunday aralashmalar sanoatda o'tga va issiqlikka chidamli materiallar olishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Toza holdagi marganes uning ikki valentli tuzlarini elektroliz qilib olinadi. Texnetsiy elementi faqat sun'iy usulda olinadi. Reniy esa uning oksidlarini yuqori temperaturada vodorod bilan qaytarish natijasida hosil qilinadi:

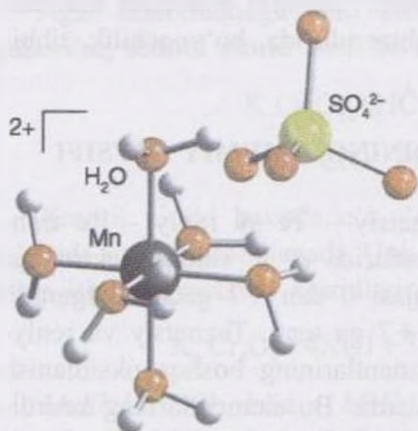


Bundan tashqari, reniy elementini uning perrenat tuzlarini elektroliz qilib yoki vodorod oqimida qizdirib olinadi:



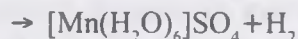
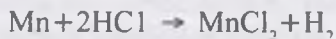
Ko'p miqdorda reniy olishda atom sanoati chiqindilaridan foydalaniladi.

Xossalari. Marganes – och-kulrang tusli mo'rt metall. U to'rtta kristall tuzilishli modifikatsiyaga ega. Texnetsiy – kumushsimon yaltiroq metall, geksagonal strukturada kristallanadi. Reniy – kulrang kumushsimon, yaltiroq elastik metall, geksagonal strukturada kristallanadi. Ularning kimyoviy aktivligi Mn–Tc–Re qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari kamayib boradi, chunki kuchlanishlar qatorida Mn



15.2-rasm. $[\text{Mn}(\text{OH}_2)_6]\text{SO}_4$ birikmasining ko'rinishi.

vodorodgacha joylashgan bo'lsa, Tc bilan Re undan keyin joylashgan. Marganes suyultirilgan HCl va H_2SO_4 kislotalar bilan aktiv reaksiyaga kirishib, vodorodni siqib chiqarishi bilan birga, kation akvakomplekslarini hosil qiladi: (15.2-rasm).



Texnetsiy va reniy elementlari nitrat kislotada erib, anion komplekslarini hosil qiladi:

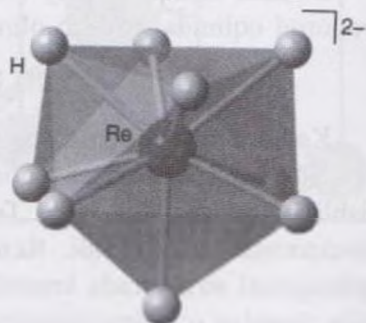
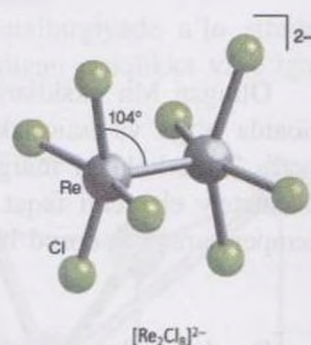
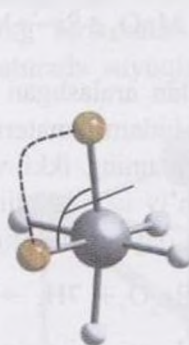
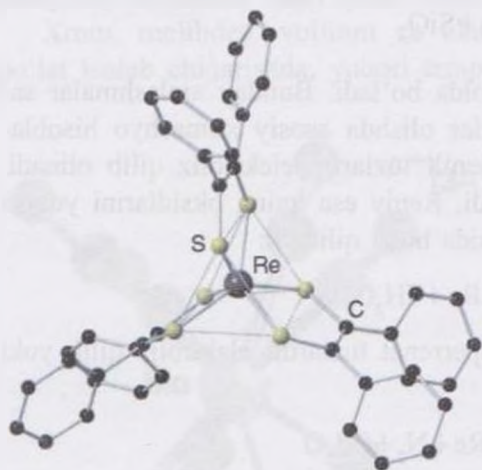


Marganes nitrat kislota ta'sirida passivlashadi, u ammoniy xlorid qo'shilgan suvda yaxshi eriydi:



Marganes qizdirilganda kislorod, oltingugurt, fosfor, uglerod, azot va galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Aluminiy, surma, mis va boshqa metallar marganes bilan ferromagnit qotishmalar hosil qiladi.

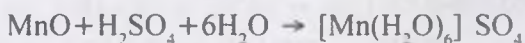
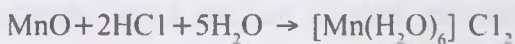
Texnetsiy o'zining kimyoviy xossalari jihatidan reniyga ko'proq, marganesga kamroq o'xshaydi. Texnetsiy «zar suvi»da va $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ aralashmasida eriydi,



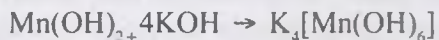
15.3-rasm. $[\text{Re}(\text{SCPh} = \text{CPhS})_3]$ reniy kompleksi, bog'lanish burchagi $[\text{Re}_2\text{Cl}_8]^{2-}$, galogenid ion ko'rinishlari.

kislorod oqimida oksidlanib, Tc_2O_7 hosil qiladi. Texnetsiy va reniy yuqori temperaturada qizdirilganda kislorod, oltingugurt va galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi.

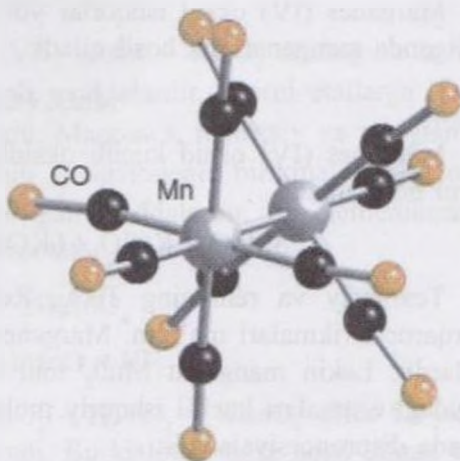
Birikmalari. Marganes va reniy elementlari karbonil birikmalarida oksidlanish darajalari nolga teng bo'ladi. Bunday birikmalar kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi asosida hosil bo'ladi. Bunday kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida elementlar o'zlarining bo'sh d – opbitallariga, karbonil molekulasidagi bog'lanishda ishtirok etmagan elektron juftlarini joylashtiradi. Bu elementlarning odatdagi sharoitda barqaror bo'lgan sariq rangli $Mn(CO)_{10}$ rangsiz $Tc_2(CO)_{10}$ va $Re_2(CO)_{10}$ tarkibli oson haydash mumkin bo'lgan karbonil birikmalari ma'lum. 15.4- rasm. Marganesni past valentlik namoyon qiladigan birikmalari ichida ikki valentli birikmalari eng ko'p tarqalgan. Birikmalarning ko'pchiligi suvda yaxshi eriydigan moddalardir. Marganes (II) tuzlari suvda erishi natijasida $[Mn(H_2O)_6]^{+2}$ tarkibli akvakomplekslar hosil qilib dissotsilanadi. Marganes (II) oksid va marganes gidroksid kimyoviy xossalari jihatidan amfoter moddalardir. Ular oksidlanish darajasini o'zgartirmasdan, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



Ishqorlar bilan uzoq vaqt qattiq qizdirilganda reaksiyaga kirishib, anion kompleks birikmalar hosil qiladi:

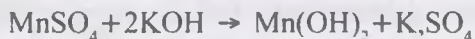


Bu kompleks birikmalar suvli eritmalarda to'liq dissotsilanadi. Shuning uchun bu reaksiyani oddiy sharoitda vujudga keltirish mumkin emas.



15.4-rasm.
 $[(OC)_5Mn-Mn(CO)_5]$

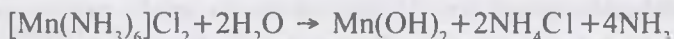
MnO – kulrang-yashil tusli, yarimo'tkazgich xossasiga ega bo'lgan modda. U MnO₂ ni vodorod atmosferasida qizdirib yoki MnCO₃ ni termik parchalab hosil qilinadi. MnO suvda erimaydigan modda bo'lgani uchun uning gidroksidini bilvosita usulda, ya'ni marganes (II) tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilinadi:



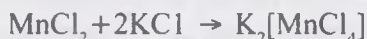
Hosil bo'lgan Mn(OH)₂ cho'kmasi qaytaruvchi xossasiga ega bo'lgani uchun havodagi kislorod molekulasini ta'sirida tezda qorayib qoladi:



Marganes (II) birikmalari ammiak ta'sirida ammiakat kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday kompleks birikmalar suv ta'sirida oson parchalanadi:



Marganes (II) birikmalari ishqoriy metallar tuzlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:

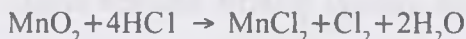


Marganes (II) birikmalari kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar ta'sirida marganes (VII) gacha qaytariladi:

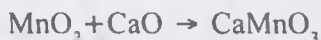


Texnetsiy va reniyni ikki valentli birikmalari beqaror moddalardir. Marganesning to'rt valentli birikmalaridan eng barqarorlari MnO₂ va MnF₄ dir.

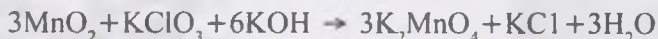
Marganes (IV) oksid – MnO₂, to'q-qoramtir tusli kukun modda, oddiy sharoitda suvda erimaydi, juda inert, qizdirilganda kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Marganes (IV) oksid kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgani uchun qizdirilganda kislotalarni oksidlaydi:



Marganes (IV) oksid ishqorlar yoki asosli oksidlar bilan aralashtirib suyuqlantirilganda manganatlarni hosil qiladi:



Marganes (IV) oksid kuchli oksidlovchilar bilan manganatlar va permanganatlarni hosil qiladi:



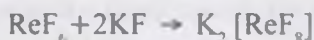
Texnetsiy va reniyni TeO₂, ReO₂, TcF₄, ReF₄, M₂TcO₃, M₂ReO₃ tarkibli barqaror birikmalari ma'lum. Marganesning (VI) valentli birikmalari beqaror moddalardir. Lekin manganat MnO₄²⁻ ioni hoida anchagina barqaror. Manganatlarning suvdagi eritmaları kuchli ishqoriy muhitdagina mavjud bo'la oladi, lekin suyultirilganda disproporsiyalanadi:



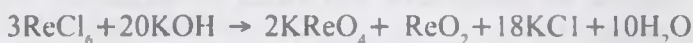
Marganes (VI) birikmalari kuchli oksidlovchi. Lekin kuchli oksidlovchilar ta'sirida permanganatlarga aylanadi.



Marganesning karbonil birikmalari ko'p o'zakli koordinatsion tuzlar hosil qiladi. Texnetsiy va reniyning olti valentli birikmalari anchagina barqaror moddalardir. Ularning kislota xossasiga ega bo'lgan florid, xlorid, oksid va oksigalogenid birikmalari mavjud. Bu elementlarning olti valentli galogenidlari ishqoriy metallarning galogenidlari bilan anion kompleks birikmalar hosil qiladi:



Bu galogenidlar, hatto ishqoriy muhitda ham disproporsiyalanadi:



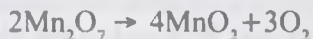
Texnetsiy va reniyning olti valentli birikmalari marganes birikmalariga qaraganda oson oksidlanadigan moddalar bo'lgani uchun, hatto nam havo ta'sirida ham oksidlanadi:



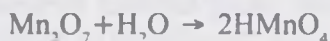
Marganesning Mn_2O_7 va MnOF_5 tarkibli yetti valentli birikmalari mavjud. Texnetsiy va reniy galogenid va oksigalogenid birikmalar hosil qiladi. Marganes (VII) oksid Mn_2O_7 yashil-qora tusli, yog'simon suyuqlik. Marganesga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib, permanganat tuzlari hosil qilinadi:



Bu reaksiyada ehtiyot choralari ko'rilmasa, hosil bo'lgan Mn_2O_7 kuchli portlash orqali amalga oshadi:



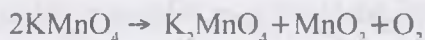
Texnetsiy (VII) oksid – Tc_2O_7 va *reniy (VII) oksid* – Re_2O_7 anchagina barqaror, kristall tuzilishga ega bo'lgan sariq rangli moddalardir. Ularni etallarga kislorod ta'sir ettirib, to'gridan to'g'ri olish mumkin. Marganes, texnetsiy va reniylardan MnO_3G , TcO_3G , ReO_3G tarkibli yetti valentli oksigalogenid birikmalar hosil qilinadi. Bu birikmalar kislota xossasiga ega bo'lgan moddalardir. Bu elementlarning oksidlari va oksigalogenidlari suv ta'sirida kislotalar hosil qiladi:



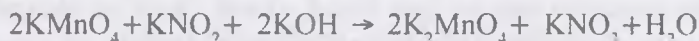
Bu elementlar kislotalarining kuchi $\text{HMnO}_4 - \text{HTcO}_4 - \text{HReO}_4$ qator bo'yicha chapdan o'ngga o'tgan sari kuchsizlanib boradi. Bu kislotalarning hosil qilgan tuz-

lari suvda eriydigan kuchli oksidlovchilardir. Bulardan KMnO_4 laboratoriyada va texnikada keng qo'llaniladi.

Kaliy permanganat – KMnO_4 suvsiz holatda rombik sistemada kristallanadi, qizdirilganda oson parchalanadi:



Kaliy permanganat kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun, reaksiya muhitga qarab turlicha qaytariladi:



Marganes ahamiyatli karbonil birikmalar ham hosil qiladi. Shu bilan birga, reniy ham ko'pgina metallar va metalloidlarda ishtirokida tarmoqlangan, siklik strukturali birikmalar hosil qiladi.

Ishlatilishi. Marganes, texnetsiy, reniy va ularning birikmalari oliy sifatli po'lat olishda, elektrotexnikada, tibbiyotda, vakuum texnikada, organik moddalarni sintez qilishda, issiqlikka va o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

15.8. TEMIR OILASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

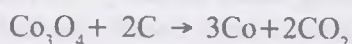
Temir guruhchasiga temir – Fe, kobalt – Co va nikel – Ni kiradi. Ularning tashqi elektron qavatlarini quyidagicha tuzilgan: Fe – $3p^6 4s^2$ Co – $3d^7 4s^2$ Ni – $3d^8 4s^2$

Temir, kobalt va nikelning oksidlanish darajasi +2 va +3 bo'lib, Fe–Co–Ni qatorida chapdan o'ngga tomon +3 darajali birikmalarning mustahkamligi pasayadi. Fe^{+2} ionidan Ni^{+2} ga o'tganda radiusi kichiklashadi. Shuning uchun $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ning asoslik xossasi $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ga qaraganda kuchsiz. $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Co}(\text{OH})_3$ va $\text{Ni}(\text{OH})_3$ amfoter xossaga ega bo'lgan moddalardir. Fe^{+2} – Co^{+2} – Ni^{+2} qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari birikmalarining qaytaruvchanlik xossalari kamayadi. Fe^{+3} Co^{+3} Ni^{+3} qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari birikmalarning oksidlovchilik xossalari kuchayadi.

Tabiatda uchrashi. Temir tabiatda, asosan, Fe_2O_3 – gematit, Fe_3O_4 – magnetit, $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – limonit, FeCO_3 – siderit, FeS_2 – pirit, FeS – sulfid minerallari holda kobalt CuCoS_4 – korrolit, Co_3O_4 – linneit, CoAsS – kobaltin minerallari holda, nikel esa $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ – petlandit, NiAs – nikelin, $\text{NiSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – garniyerit minerallari tarkibida uchraydi (15.5-rasm).

Olinishi. Toza holdagi temir, uning karbonil birikmalarini termik parchalab yoki tuzlari eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

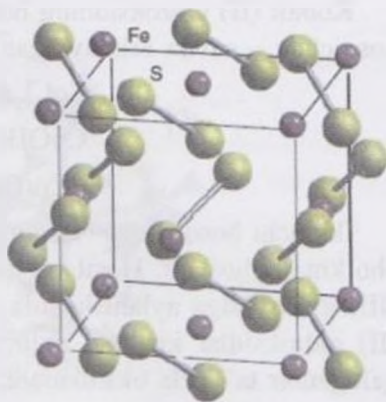
Kobalt va nikel ularning oksidlariga cho'g'latilgan ko'mir ta'sir ettirish yoki xlorid va sulfat tuzlarini elektroliz qilish yo'li bilan sof holda ajratib olinishi mumkin:





Bu elementlar gidroksidlarining ammiakli eritmalariga yuqori bosimda vodorod ta'sir ettirilganda ham bu metallar erkin holatda ajralib chiqadi.

Xossalari. Toza holdagi temir – kumushsimon kulrang, yaltiroq metall bo'lib 910°C gacha hajmiy markazlashgan kristall panjara tuzilishiga, undan yuqori temperaturada esa yoqlari markazlashgan kristall panjara tuzilishiga ega. Toza holda temir nam havoda zang hosil qilib oksidlanadi, galogenlar bilan birikib, galogenidlari hosil qiladi. Temir konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 kislotalarida passivlanadi. Qizdirilganda S, P, C, Si, As, NH_3 lar bilan reaksiyaga kirishadi.



15.5-rasm. FeS ning struktura ko'rinishi.

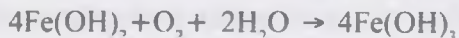
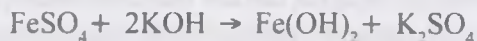
Kobalt – och-sarg'ish-ko'kimtir tusli metall. Past temperaturada (430°C gacha) geksagonal kristall panjara tuzilishi, undan yuqori temperaturada esa qirralari markazlashgan kub sistemada kristallanadi. Kobalt oddiy sharoitda havo ta'siriga chidamli, qizdirilganda parda hosil qilib oksidlanadi. Kobalt kukun holida suyultirilgan kislotalarda eriydi, odatdagi sharoitda ftordan tashqari hamma galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, qizdirilganda S, P, As bilan birikmalar hosil qiladi.

Nikel – oqish-kumushsimon, yaltiroq metall, qirralari markazlashgan kub sistemada kristallanadi.

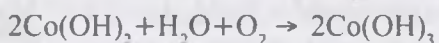
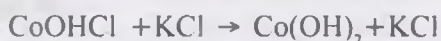
Nikelning sirti 800°C da oksidlanadi, suyultirilgan (HCl , H_2SO_4) kislotalarda sekin eriydi, HNO_3 kislotada tez eriydi, konsentrlangan HNO_3 da passivlanadi, galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Temir, kobalt va nikel elementlariga ishqor ta'sir etmaydi.

Birikmalari. Temir FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 tarkibli oksidlar hosil qiladi. Fe_2O_3 – odatdagi sharoitda barqaror modda, qizdirilganda Fe_3O_4 va FeO ga aylanadi. Kobalt va nikel kislorod ta'sirida oksidlanganda CoO va NiO tarkibli barqaror oksidlar hosil qiladi. Ular Co_2O_3 va Ni_2O_3 tarkibli oksidlarga ham ega.

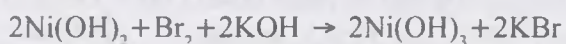
Bu elementlarning oksidlari suvda erimaydigan moddalar bo'lgani uchun ularning $\text{E}(\text{OH})_2$ va $\text{E}(\text{OH})_3$ tarkibli gidroksidlari bilvosita usulda olinadi. Temir, kobalt va nikel elementlarining (II) oksidlari asos xossasiga ega bo'lib, qaytaruvchi xossalari Fe^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} – tartibida kamayib boradi. Shuning uchun temir (II) gidroksidni faqatgina kislorodsiz muhitda cho'ktirish mumkin, chunki kislorod ta'sirida oksidlanib, temir (III) gidroksidga aylanadi:



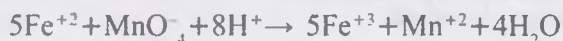
Kobalt (II) gidroksidning hosil bo'lish reaksiyasi ikki bosqichda boradi. Birinchi bosqichda – suvda erimaydigan ko'k rangli asosli tuz hosil bo'ladi:



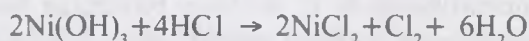
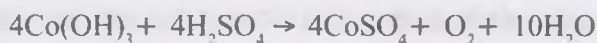
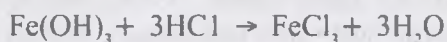
Ikkinchi bosqichda – to'yingan ishqor ta'sirida pushti rangli kobalt (II) gidroksid cho'kmaga tushadi. Hosil bo'lgan cho'kma havo ta'sirida sekin-asta oksidlanib, Co (III) gidroksidga aylanishi tufayli qoramtir rangga ega bo'ladi. Nikel (II) va kobalt (II) gidroksidlar kislotali muhitda oksidlovchi ta'siriga chidamli, ishqoriy muhitda galogenlar ta'sirida oksidlanadi:



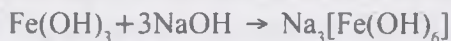
Temir (II) birikmalari esa kislotali muhitda ham oksidlanadi:



Temir, kobalt, nikel gidroksidlarining oksidlash xossalari $\text{Fe}^{+3} - \text{Co}^{+3} - \text{Ni}^{+3}$ qator bo'yicha ortib boradi:



Temir (III) – gidroksidni uning uch valentli tuzlari eritmasiga ishqorlar ta'sir ettirib hosil qilish mumkin. Kobalt va nikel (III) gidroksidlarni esa ularning ikki valentli gidroksidlarini oksidlab hosil qilinadi. Temir (III) gidroksid suvda amalda erimaydi, kislotalar va qaynoq konsentrlangan ishqorlarda eriydigan oq rangli modda:



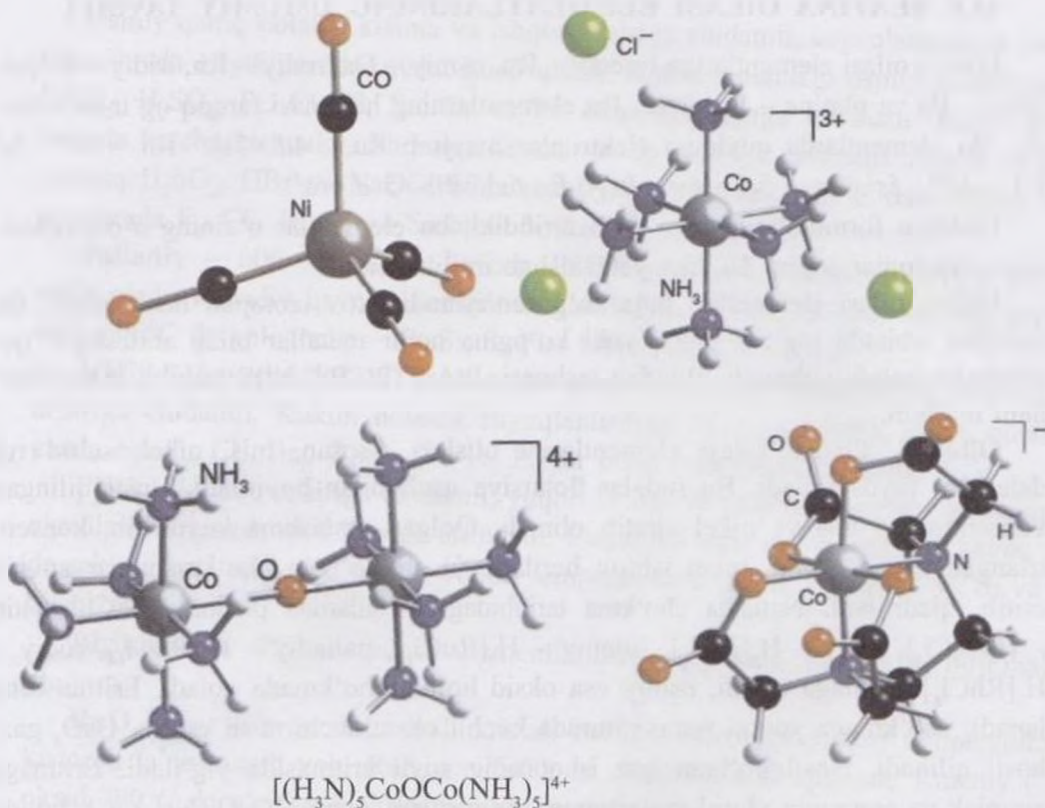
Temir, kobalt, nikel metallari yuqori temperaturada vodorodni o'zida eritadi. Bu metallar tarkibida vodorodning bo'lishi, ularning mexanik xossalarini susayishiga sabab bo'ladi.

Temir, kobalt va nikelning EH_2 va EH_3 tarkibli beqaror gidridlari ma'lum.

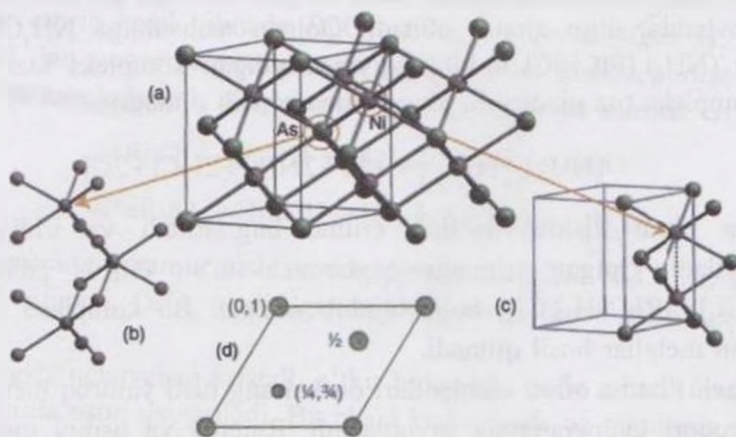
Temir, kobalt, nikel qizdirilganda galogenlar bilan birikib, EG_2 va EG_3 tarkibli galogenidlar hosil qiladi.

Temir, kobalt, nikel elementlarining azot bilan hosil qilgan birikmalari beqaror moddalardir. Bulardan eng barqarori temir nitritdir. Temir, kobalt, nikel yuqori temperaturada uglerod bilan birikib, Fe_3C , Co_3C , Ni_3C tarkibli metall karbidlar hosil qiladi.

Temir tarkibidagi uglerodning massasiga qarab har xil tarkibli po'latlarning turlicha mexanik xossalariga ega bo'lishini izohlash mumkin. Fe, Co, Ni po'lat tarkibida oltingugurt va fosforning bo'lishi ularning mexanik xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Fe, Co va Ni lar kompleks birikmalar hosil qiladi (15.6 va 15.7-rasmlar).



15.6-rasm. Nikel va kobalt komplekslari ko'rinishlari.



15.7-rasm. Nikelning mishyak bilan birikish mexanizmiga oid sxemalar.

Ishlatilishi. Temir, kobalt, nikel va ularning birikmalari metallurgiyada, o'tga va issiqqa chidamli qotishmalar olishda, raketalarining gaz turbinalarini tayyorlashda, atom texnikasi, lok-bo'yoq sanoatida, tibbiyotda, qishloq xo'jaligi, keramika, shisha va sement sanoatida va organik moddalar sintezida qo'llaniladi.

15.9. PLATINA OILASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

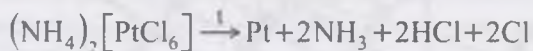
Platina oilasi elementlariga ruteniy – Ru, osmiy – Os, rodiy – Rh, iridiy – Ir, palladiy – Pd va platina – Pt kiradi. Bu elementlarning hammasi tarqoq og'ir metallardir. Bu elementlarda quyidagi elektronlar mavjud: Ru – $4d \cdot 5s^1$, Rh – $4d^8 \cdot 5s^2$, Pd – $4d^{10} \cdot 5s^2$, Os – $5d^6 \cdot 6s^2$, Ir – $5d^7 \cdot 6s^2$, Pt – $5d \cdot 6s^1$

Elektron formulalaridan ko'rinib turibdiki, bu elementlar o'zining d -orbitallari-dagi elektronlar sonini 10 taga yetkazishga intilib boradi.

Platina oilasi elementlari juda ko'p sun'iy radioaktiv izotoplar hosil qiladi. Bu metallar tabiatda tug'ma holda yoki ko'pgina nodir metallar bilan aralashgan qotishmalar holida uchraydi. Bundan tashqari, PtAs₂ (Pt, Pd, Ni)S tarkibli minerallari ham ma'lum.

Olinishi. Platina oilasi elementlarini olishda, asosan, mis, nikel, sulfid rudalaridan foydalaniladi. Bu rudalar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. Hosil qilingan konsentratdan mis va nikel ajratib olinadi. Qolgan aralashma kuydirilib, konsentrlangan sulfat kislota bilan ishlov beriladi. Hosil bo'lgan cho'kmani zar suvida eritib, qizdiriladi. Natijada cho'kma tarkibidagi metallardan platina $H[PtCl_6]$, oltin – $H[AuCl_4]$, iridiy – $H_3[JrCl_6]$, ruteniy – $H_2[RuCl_6]$, palladiy – $H_2[RdCl_6]$, rodiy – $H_3[RhCl_6]$ eritmaga o'tadi, osmiy esa oksid holida cho'kmada qoladi. Eritma filtrlanadi, cho'kmaga yuqori temperaturada kuchli oksidlovchi ta'sir ettirib, OsO₄ gazi hosil qilinadi. Hosil bo'lgan gaz ishqorning suvli eritmasida yig'iladi. Eritmaga ammiak va ammoniy xlorid aralashmasi ta'sir ettirib, osmiy $[OsO_2(NH_3)_4]Cl_2$ holida cho'ktiriladi. Cho'kmaga H₂ ta'sir ettirib, erkin osmiy qaytariladi.

Rudaga ishlov berish natijasida hosil bo'lgan filtratga qaytaruvchi ta'sir ettirib, birinchi navbatda, oltin ajratib olinadi. Qolgan mahsulotga NH₄Cl ta'sir ettirib platinaning $(NH_4)_2[PtCl_6]Cl$ tarkibli, qiyin eriydigan kompleks tuzi hosil qilinadi. So'ngra kompleks tuz qizdirilib, toza platina ajratib olinadi:



Filtratga nitrat kislota qo'shib eritma bug'latiladi va iridiy xlorid holida cho'ktiriladi. Qolgan eritmaga qaytaruvchi ta'sir ettirib, palladiy va rodiy $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$; $[Rh(NH_3)_2Cl_2]$ holda ajratib olinadi. Bu kompleks birikmalar qizdirilib, erkin metallar hosil qilinadi.

Xossalari. Platina oilasi elementlari oq-kulrang tusli yaltiroq metallardir. Osmiy va iridiy yuqori temperaturada suyuqlanadi. Ruteniy va osmiy juda qattiq, lekin mo'rtidir. Rodiy, palladiy va platina u qadar qattiq emas, lekin juda qovushqoq, oson yassilanadi. Shuning uchun ulardan yupqa plastinkalar va ingichka simlar tayyorlash mumkin. Ruteniy – oddiy sharoitda kislota va ishqorlar ta'siriga chidamli, qizdirilganda kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi. Kukun holatda NaOCl eritmasi bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda F₂, Cl₂, Br₂, S, Se, Te, Po lar bilan birikadi.

Osmiy qattiq holatda kislota va ishqor ta'siriga chidamli, suyuqlantirilgan ishqor bilan suvda eriydigan birikmalar hosil qiladi. Kukun holatdagi osmiy qizdirilganda HNO_3 , H_2SO_4 , F_2 , Cl_2 , S, Se, Te va Po bilan reaksiyaga kirishadi. Rodiy qattiq holatda barcha kislotalar, ishqorlar va «zar suvi» ta'siriga chidamli. Kukun holatda qaynoq H_2SO_4 , HBr va NaOCl bilan reaksiyaga kirishadi, 600°C dan yuqori temperaturada F_2 , Cl_2 , Br_2 , S va Se bilan birikadi.

Palladiy – $600\text{--}800^\circ\text{C}$ da havoda PdO hosil qilib oksidlanadi, H_2 ni o'ziga yutib oladi. Palladiy qaynoq konsentrlangan H_2SO_4 , HNO_3 va «zar suvi»da eriydi, $400\text{--}600^\circ\text{C}$ da galogenlar – B, Si, S, Plar bilan birikadi.

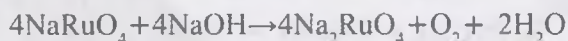
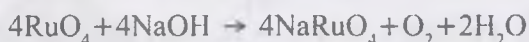
Iridiy – havoda 2300°C da ham barqaror, kislotalar, ishqorlar va «zar suvi» ta'siriga chidamli. Kukun holatda suyuqlantirilgan Na_2O_2 va BaO_2 bilan, qizdirilganda esa F_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2 , S, Se, Te, Po lar bilan reaksiyaga kirishadi.

Platina – havo ta'siriga chidamli, yuqori bosim va yuqori temperaturada qisman oksidlanadi, kislota va ishqorda erimaydi. Faqatgina «zar suvi»da eriydi, suyuq Br_2 da sekin eriydi, $400\text{--}500^\circ\text{C}$ dan yuqori temperaturada galogenlar, P, S, C, Si va Se bilan birikadi.

Birikmalari. Platina oilasi elementlarining quyidagi kislorodli birikmalari ma'lum.

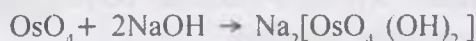
RuO_2 – ko'kish-qoramtir tusli kristall modda, ruteniyga yuqori temperaturada kislorod ta'sir ettirib yoki RuS_2 va RuCl_3 ni oksidlab hosil qilinadi. Ruteniy (IV) oksid 700°C da o'zidan kislorod ajratib parchalanadi.

RuO_4 – och-sarg'ish tusli, uchuvchan kristall, juda zaharli, o'tkir hidli modda. Bu oksid ruteniy tuzlariga kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar (HJO_4 , KMnO_4 , KBrO_3) ta'sir ettirib hosil qilinadi. $\text{RuO}_4\text{--CCl}_4$ va suyultirilgan H_2SO_4 da yaxshi eriydi, 180°C dan yuqori temperaturada qizdirilganda kuchli portlash hosil qilib RuO_2 va O_2 ga parchalanadi, ishqorlarda quyidagi reaksiya asosida eriydi:



OsO_2 – jigarrang-qoramtir tusli modda. Osmiy metallini NO bilan yoki OsO_4 ni qizdirib hosil qilinadi. OsO_2 qizdirilganda OsO_4 va O_2 hosil qilib disproporsiyalanadi.

OsO_4 – rangsiz uchuvchan kristall, o'tkir hidga ega, juda zaharli modda. Organik moddalar ta'sirida oson qaytariladi. Bu oksid kislotalarda oz miqdorda eriydi, kuchli oksidlovchi, ishqorlarda erib, $[\text{OsO}_4(\text{OH})_2]^{-2}$ tarkibli ionlar hosil qiladi:



Ru_2O_3 – jigarrang tusli korund tipidagi modda, ruteniy (III) nitratni qizdirish natijasida hosil bo'ladi. U kristall-gidrat, $\text{Ru}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tarkibga ega, ishqoriy muhitda kuchli oksidlovchilar ta'sirida $\text{RuO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ga aylanadi.

IrO₃ – to‘q qoramtir-jigarrang tusli kukun, kristallgidrat bo‘lgani uchun $\text{Jr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ tarkibga ega. Bu oksid iridiyni $\text{K}_2[\text{JrCl}_6]$ tarkibli kompleks birikmalarini Na_2CO_3 bilan aralashtirish natijasida hosil qilinadi.

IrO₂ – qora rangli kristall, $\text{Jr}(\text{OH})_4$ ni azot atmosferasida qizdirib yoki $\text{Na}_2[\text{JrCl}_6]$ tarkibli kompleks birikmalariga ishqor ta‘sir ettirib hosil qilinadi. Bu oksid suvda, kislota va ishqorlarda 800° dan yuqori temperaturada parchalanadi.

PdO – yashil-qoramtir tusli kristall, kislota va ishqorlarda erimaydi, faqat konsentrlangan HBr bilan reaksiyaga kirishadi. Palladiy metalliga 800–850°C da kislorod ta‘sir ettirib hosil qilinadi.

PtO₂ – to‘q qizg‘ish-qoramtir tusli kristall, suvda, kislotalarda erimaydi. Termik beqaror, 200°C dan yuqori temperaturada parchalanadi. Bu oksid $\text{Pt}(\text{OH})_2$ ni termik parchalab olinadi.

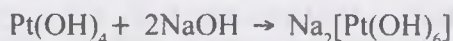
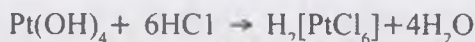
Ru(OH)₄ va Os(OH)₄ – qora rangli amorf moddalar, suvda, suyultirilgan kislota va ishqorlarda, konsentrlangan HNO_3 , HClO_4 , H_2O_2 da erimaydi, «zar suvi» da parchalanadi.

Rh(NO₃)₃ – sariq rangli amorf modda, termik beqaror, 200°C dan yuqori temperaturada parchalanadi, suvda erimaydi. Rodiyning (III) valentli tuzlariga ishqor ta‘sir ettirib olinadi.

Jr(OH)₂ – qo‘ng‘ir tusli, qisman kristall xossaga ega bo‘lgan modda, suvda erimaydi, suyuqlantirilganda kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Bu oksidpalladiy (II) tuzlarini gidroliz qilib yoki palladiyni suyuqlantirib, Na_2O_2 ta‘sirida hosil qilinadi.

Pt(OH)₂ – qora rangli cho‘kma, suvda erimaydi, kislotalar ta‘siriga chidamli, suyuqlantirilgan ishqorlar bilan qisman reaksiyaga kirishadi.

Pt(OH)₄ – to‘q qo‘ng‘irrangli cho‘kma, suvda erimaydi, amfoter xossaga ega. Kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, anion kompleks birikmalar hosil qiladi:



RuS₂ – to‘q yashil tusli kristall, 1000° da parchalanadi, ishqorlar va qaynoq H_2SO_4 bilan reaksiyaga kirishmaydi. Yuqori temperaturada inert gaz atmosferasida ruteniyga oltingugurt ta‘sir ettirib yoki $\text{K}_4[\text{Ru}_2\text{Cl}_{10}]$ va $\text{K}_2[\text{RuCl}_6]$ tarkibli kompleks birikmalariga 80°C da Na_2S ta‘sir ettirib hosil qilinadi. Ruteniyning $[\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}]_n$ tarkibli zangori rangli karbonil birikmasi ma‘lum. Bu birikmalari suvda erimaydigan, organik erituvchilarda yaxshi eriydigan moddalar bo‘lib, metallar, keramika, shisha sirtlarini ruteniy bilan qoplashda ishlatiladi.

RuCl₃ – to‘q-qoramtir tusli kristall, suvda erimaydi, karbonil atmosferasida ruteniyga xlor ta‘sir ettirib olinadi.

Ruteniyning ko‘p ligandli koordinatsion birikmalari ham mavjud.

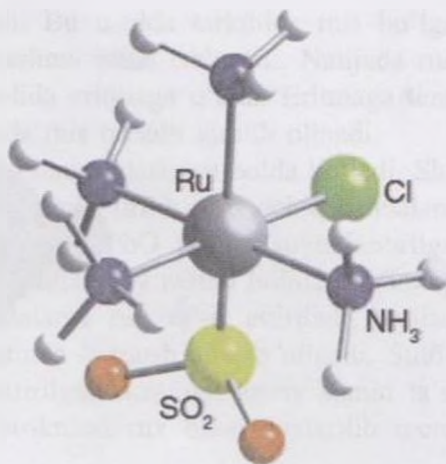
OsS_2 – to‘q-qoramtir tusli kristall, suvda, ishqorlar kuchsiz va konsentratlangan kislota (HNO_3 , H_2O_2 , HClO_4) larda erimaydi, «zar suvi»da parchalanadi. Organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

OsCl_4 – qizg‘ish-qoramtir tusli kristall, gigroskopik, suv va vodorod xloridda gidrolizlanib, kompleks birikmalar hosil qiladi, organik erituvchilarda erimaydi:

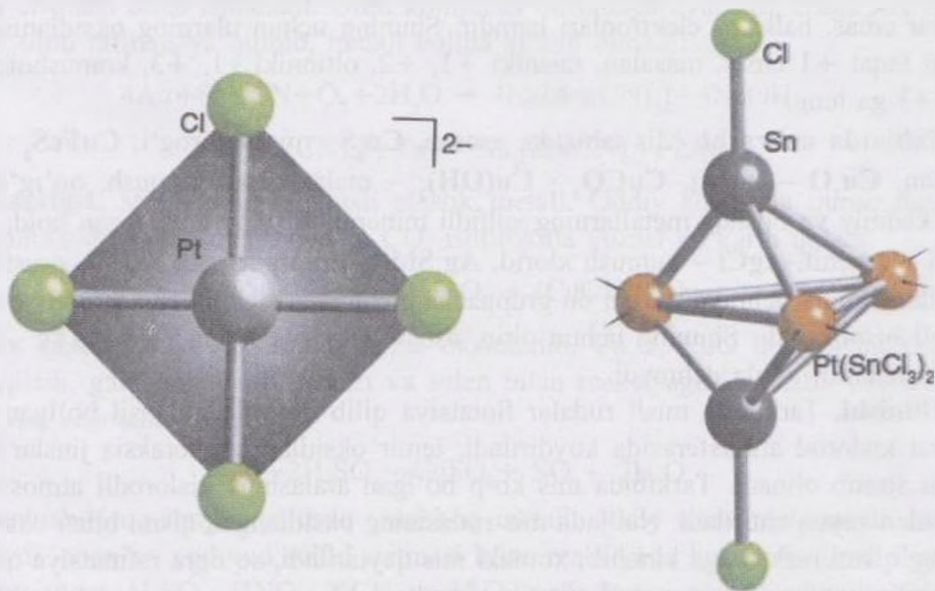


PtCl_2 – qo‘ng‘ir-yashil tusli kristall, 550°C da parchalanadi, suvda va organik erituvchilarda erimaydi. Yuqori temperaturada platinaga xlor ta‘sir ettirib yoki $\text{H}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ni termik parchalab hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi. PtCl_2 kristall birikmalari ham katta ahamiyatga ega. Platina oilasi elementlari kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega (15.8-, 15.9- va 15.10-rasmlar).

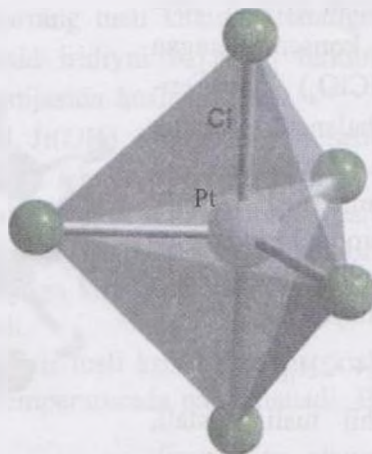
Ishlatilishi. Platina oilasi elementlari va ularning birikmalari ammiakni oksidlashda, parafin va olefin uglevodorodlarni gidroizomerlashda, gazlarni CO va N_2 dan tozalashda, yuqori temperaturalarni o‘lchaydigan termoparalarni tayyorlashda,



15.8-rasm. $[\text{RuCl}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_4)]^+$ ioni ko‘rinishi.



15.9-rasm. Platina kompleks ioni $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ ko‘rinishi.



15.10-rasm. PtCl_5 ning struktura ko'rinishi.

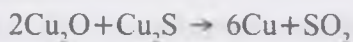
kimyoviy idishlar olishda, tibbiyot asboblari tayyorlashda, kondensator va rezistor materiallarini yasashda, metallar sirtini qoplashda ishlatiladi.

15.10. O'N BIRINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Mis gruppachasi elementlariga Cu – mis, Ag – kumush, Au – oltin kiradi. Bu ularning tashqi elektron qavatida s^1 – elektronlar bo'lishiga qaramasdan d – elementlar oilasiga kiradi. Chunki bu elementlarning valent elektronlari faqat s – elektronlar emas, balki d – elektronlari hamdir. Shuning uchun ularning oksidlanish darajasi faqat +1 emas, masalan, misniki +1, +2, oltinniki +1, +3, kumushniki esa +1, +3 ga teng.

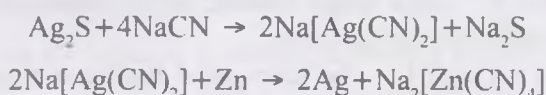
Tabiatda uchrashi. Mis tabiatda, asosan, Cu_2S – mis yaltirog'i, CuFeS_2 – kolchedan, Cu_2O – kuprit, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ – malaxit, sof kumush, qo'rg'oshin, rux, kadmiy va boshqa metallarning sulfidli minerallari bilan aralashgan holda yoki Ag_2S – argenit, AgCl – kumush xlorid, Ag_3SbS_3 – pirargirit, Ag_3AsS_3 – prustit minerallari holida uchraydi. Oltin bu gruppacha elementlari ichida eng tarqoq va nodir metall hisoblanadi. Shuning uchun oltin, asosan, tug'ma holda yoki AuTe – kala-verit minerali holida uchraydi.

Olinishi. Tarkibida misli rudalar flotatsiya qilib boyitiladi. Hosil bo'lgan konsentrat kislorod atmosferasida kuydiriladi, temir oksidlari va keraksiz jinslar shlak holda ajratib olinadi. Tarkibida mis ko'p bo'lgan aralashma kislorodli atmosferada qaytadan suyuqlantiriladi. Natijada mis rudasining oksidlangan qismi bilan oksidlanmagan qismi reaksiyaga kirishib, xomaki mis qaytariladi, so'ngra rafmatsiya qilinib, elektroliz natijasida mis metalli ajratib olinadi:



Mis gidrometallurgiya usulida ham olinadi. Bu usulda tarkibida mis bo'lgan ruda qaynoq sulfat kislota yoki ammiakli aralashma bilan ishlanadi. Natijada ruda tarkibidagi mis CuSO_4 yoki $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ holida eritmaga o'tadi. Eritmaga temir ta'sir ettirib yoki uni elektroliz qilib, erkin holda mis metalli ajratib olinadi.

Kumush rudasi, asosan, qo'rg'oshin rudalar bilan aralashgan holda bo'ladi. Shuning uchun tarkibida kumush bo'lgan rudalar suyuqlantirilib, usti ochiq vannalarda kislorod ta'sirida oksidlanadi. Natijada, qo'rg'oshin PbO holida suyuqlantirilgan aralashma yuziga qalqib chiqadi, kumush esa oksidlanmay metall holida cho'kmaga tushadi. Bundan tashqari, suyuqlantirilgan rudalarga rux ta'sir ettiriladi, natijada kumush cho'kmaga tushadi, distillatsiya yordamida kumush ajratib olinadi. Sulfidli rudalardan kumush ajratib olishda, suyuqlantirilgan massaga natriy sianid ta'sir ettirib, hosil bo'lgan kumushning kompleks birikmasi rux bilan qaytarilib metall ajratib olinadi:

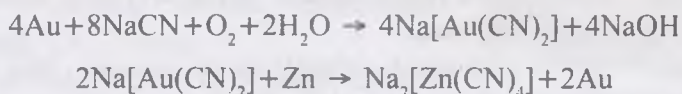


Oltin, asosan, quyidagi usullar bilan olinadi:

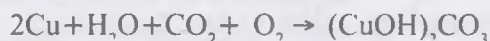
1. Tarkibida oltin bo'lgan qum bir necha bosqichda yuviladi. Natijada solishtirma massasi kam bo'lgan qum yuvilib ketadi va oltin cho'kmada qoladi.

2. Oltinli ruda suyuqlantirilib, simob bilan aralashtiriladi. Simob o'zida faqat oltinni eritib, amalgama hosil qiladi. Amalgama termik parchalanib, sof holda oltin ajratib olinadi.

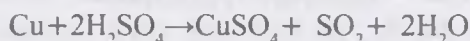
3. Tarkibida oltin bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil bo'lgan konsentrat KCN yoki NaCN eritmasi bilan ishlanadi. Oltin kompleks birikmaga aylanadi. Unga rux ta'sir ettirib, oltin rafmatsiya qilinib, metall holida ajratib olinadi:



Xossalari. Mis – qizg'ish tusli elastik metall. Oddiy sharoitda quruq havoda oksidlanmaydi. Lekin nam havoda, CO_2 ishtirokida yuzasi ko'karib qoladi:

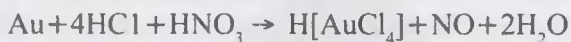


Mis qizdirilganda kislorod ta'sirida oksidlanib, Cu_2O , CuO tarkibli birikmalar hosil qiladi, galogenlar, oltingugurt va selen bilan reaksiyaga kirishadi. Mis HNO_3 va H_2SO_4 kislotalada eriydi:



Kumush – oq rangli, yaltiroq yumshoq metall, oddiy sharoitda havoda oksidlanmaydi, ozon va vodorod sulfid eritmasi bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda konsentrlangan H_2SO_4 , HNO_3 , KCN va H_2O_2 aralashmasi hamda suyuqlantirilgan KOH va KNO_3 aralashmalari bilan reaksiyaga kirishadi, galogenlar, oltingugurt, selen, tellur bug'lari bilan birikadi.

Oltin – yumshoq metall, odatdagi sharoitda oksidlanmaydi. Qizdirilganda galo-genlar bilan reaksiyaga kirishadi. Oltin $H_2SO_4 - HNO_3$ va $HNO_3 - NaCl$ aralashma-larida, «zar suvi»da, selenat kislotada eriydi:



Birikmalari. *Mis bromid* – $CuBr$, rangsiz kristall, nam ta'sirida yashil rangga bo'yaladi, suvda erimaydi. Qaynoq $CuSO_4$ va KBr yoki $NaBr$ eritmasiga SO_2 ta'sir ettirib hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Mis (I) oksid – Cu_2O – qizil rangli kristall, suvda erimaydi. Cho'g'latilgan mis metalliga kislorod ta'sir ettirib yoki misning bir valentli tuzlariga ishqor eritmasini ta'sir ettirib hosil qilinadi. Cu_2O – mis kuporosi olishda, shisha, keramika va gla-zurlar tayyorlashda pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (I) sulfid – Cu_2S – qora rangli kristall, suvda erimaydi, yuqori temperatu-rada suyuqlanadi. Metallurgiyada ishlatiladi.

Mis (II) gidroksid – $Cu(OH)_2$ – ko'kish-yashil tusli amorf modda, qizdirilganda parchalanadi, suvda erimaydi. Mis tuzlariga ishqor eritmasi ta'sir ettirib hosil qili-nadi. Shisha, keramika, emal, glazur tarkibida pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) bromid – $CuBr_2$ – qora rangli kristall, suvda, atsetonda yaxshi eriydigan gigroskopik modda. Vodorod bromid eritmasiga CuO yoki $CuCO_3$ ta'sir ettirib oli-nadi. Fotografiyada, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Mis (II) xlorid – $CuCl_2$ – jigarrang-sarg'ish tusli, suvda, spirtida, atsetonda yaxshi eriydigan kristall modda. Mis(II) oksidga xlorid kislotasi yoki $CuSO_4$ va $BaCl_2$ ta'sir ettirib hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlamalarni bo'yashda ishlatiladi.

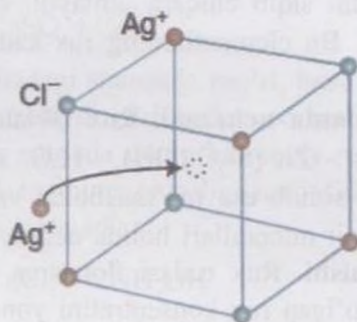
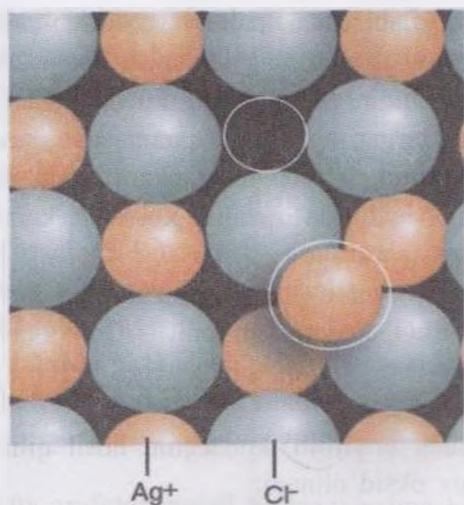
Mis (II) oksid – CuO – qora rangli kristall, suvda erimaydi, elektrolitlarni tay-yorlashda pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfid – CuS – qora rangli kristall, suvda erimaydi. Mis tuzlari eritma-siga vodorod sulfid ta'sir ettirib hosil qilinadi. Bo'yoqlar tarkibida pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfat – $CuSO_4$ – ko'kish tusli kristall, suvda yaxshi eriydi. Mis (II) oksid yoki mis (II) gidroksidga sulfat kislotasi ta'sir ettirib yoki CuS ni kislorod ishtirokida pishirish natijasida hosil qilinadi. $CuSO_4$ galvanotexnikada, gazlamalarga va teriga ishlov berishda, bo'yoqchilikda, elektrolitlar tayyorlashda, fotografiyada ishlatiladi.

Kumush bromid – $AgBr$ – och-sarg'ish tusli kristall, suvda erimaydi. Kumushga brom ta'sir ettirib yoki $AgNO_3$ ga KBr ning suvli eritmasini aralashtirib olinadi. Fotografiyada yorug'likka sezgir qog'ozlar olishda ishlatiladi.

Kumush (I) oksid – Ag_2O – jigarrang-qoramtir tusli kristall, suvda erimaydi, yorug'lik ta'sirida tezda parchalanadi. Kumush nitratga suyultirilgan ishqor ta'sir ettirib cho'ktiriladi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlarni CO dan tozalashda foydalaniladi.

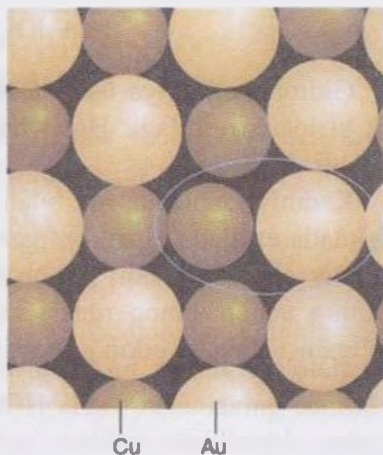


15.11-rasm. Ag^+ va Cl^- ionlararo ta'sirlanishda struktura defekting hosil bo'lishi.

Kumush nitrat – AgNO_3 , oq rangli, suvda, spirtida yaxshi erimaydigan kristall, organik birikmalar ta'sirida kumush metalliga oson qaytariladi. Kumush nitrat fotografiyada, tibbiyotda va analitik kimyoda ishlatiladi.

Kumush xlorid – AgCl , oq rangli cho'kma, suvda erimaydi, ishqoriy metallarning sianidlari-da, tiosulfat va NH_4OH eritmalarida, konsentrlangan nitrat kislotada yaxshi eriydi. Kumush xlorid fotografiyada, detektorlar olishda, spektrometriyada ishlatiladi (15.11-rasm).

Oltin (III) xlorid – AuCl_3 , qizil rangli kristall, termik beqaror, suvda, xlorid kislotada yaxshi eriydi, efirlarda yomon eriydi. Metallarning sirtini oltin bilan qoplashda, keramika va shishalarga pardozi berishda qo'llaniladi. Bu elementlar o'zaro birikib, qattiq eritmalar hosil qiladi (15.12-rasm).



15.12-rasm. Mis bilan oltin birikib qattiq eritma hosil qilinishida strukturaviy defekt kuzatiladi.

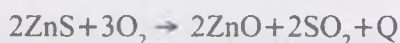
15.11. O'N IKKINCHI GRUPPA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Bu guruhga rux – Zn, kadmiy – Cd va simob – Hg kiradi. Ularning tashqi elektron qavatida s^1 elektronlar mavjud. Shuning uchun bu elementlarning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Simobning oksidlanish darajasi +2 ga teng, birikmalari dimerlangan bo'lib, $\text{Hg}-\text{Hg}$ – bog'lanishning mavjudligi isbotlangan. Rux, kadmiy va simob atomlari o'zining sirtqi elektron qavatidan oldingi elektronlarini bermaydi. Bu

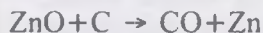
jihatdan mis guruhchasi elementlaridan farq qiladi. Rux, kadmiy va simob asosiy guruhcha elementlari kabi faol emas. Bunga sabab ularining ionlanish potentsiali va ion radiuslarining bir-biridan keskin farq qilishidir. Metallarning kuchlanishlar qatorida rux bilan kadmiy vodoroddan oldinda turgan bo'lishiga qaramasdan, suvdan vodorodni siqib chiqara olmaydi, chunki ularning sirtida mustahkam oksid parda mavjud. Bu elementlarning rux-kadmiy-simob qatorida metallik xossalari kamayib boradi.

Tabiatda uchrashi. Rux tabiatda, asosan, vyursit – ZnS , smitsonit – ZnCO_3 , kalamın – $\text{Zn}[\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$, sinkit – ZnO , kadmiy grikonit – CdS , otavit – CdCO_3 , simob esa tug'ma holda va kinovar HgS , livingotonit – $\text{HgS} \cdot 2\text{Pb}_2\text{S}_3$ va koloradoit minerallari holida uchraydi (15.13-rasm).

Olinishi. Rux rudasi flotatsiya usuli bilan boyitilib, konsentrat hosil qilinadi. Hosil bo'lgan rux konsentratini yondirib, rux oksid olinadi:

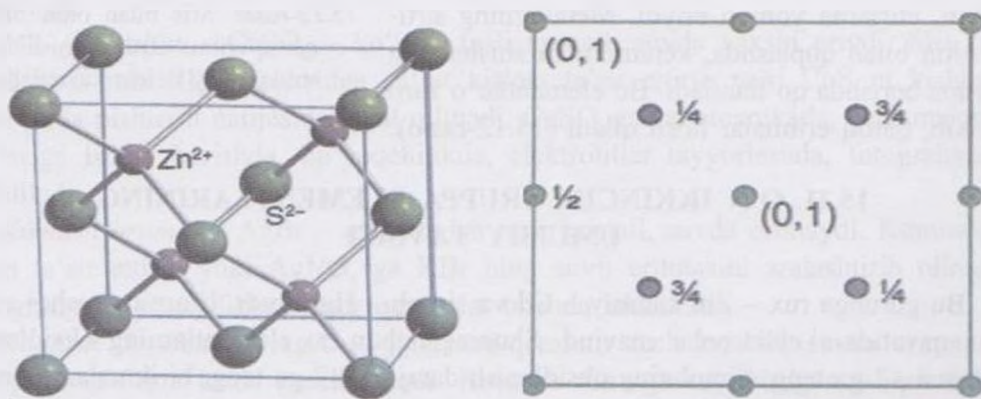


Rux oksidini uglerod bilan qaytarib, rux hosil qilinadi:



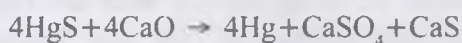
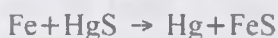
Gidrometallurgiya usulida rux metallini olish uchun kuydirilgan rux rudasi sulfat kislotada eritiladi. Hosil bo'lgan ZnSO_4 eritmasi elektroliz qilinib, rux ajratib olinadi.

Kadmiy texnikada rux bilan birga olinadi. Tarkibida kadmiy bo'lgan ruda sulfat kislotada eritiladi. Hosil bo'lgan CdSO_4 rux bilan qaytarilib yoki uni elektroliz qilib kadmiy ajratib olinadi. Simob texnikada pirometallurgiya usulda HgS dan olinadi. Buning uchun simob rudasi kislorod yordamida kuydiriladi. HgS termik beqaror bo'lgani uchun, u erkin simobga parchalanib ketadi:

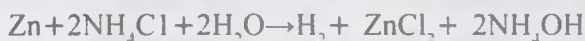


15.13-rasm. Rux sulfidning tuzilishi.

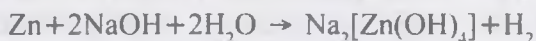
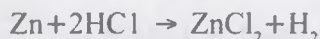
Bug' holdagi simob maxsus idishga yig'ilib, keyin haydash yo'li bilan tozalanaadi. Simobni olishda ba'zan HgS ga temir yoki kalsiy ta'sir ettirish reaksiyasidan foydalanish mumkin:



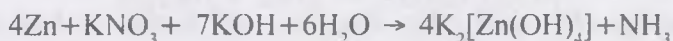
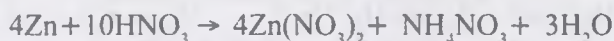
Xossalari. Rux oqish-kumushrang metall, odatdagi sharoitda mo'rt, havo va suv ta'siriga chidamli. Qizdirilganda rux suvni parchalaydi. Eritmada vodorod ionlari ortishi bilan rux sirtidagi oksid parda yemiriladi, natijada uning kimyoviy reaksiyaga kirishishi tezlashadi. Hatto, ammoniy xlorid tuzining gidrolizi natijasida hosil bo'lgan vodorod ionlari ruxning erish jarayonini tezlatadi:



Rux amfoter metall bo'lgani uchun kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

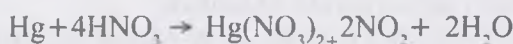


Rux nitrat va konsentrlangan sulfat kislotalar bilan juda faol reaksiyaga kirishadi. Rux juda suyultirilgan nitrat kislotani ammoniy ionigacha qaytaradi:

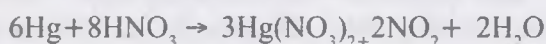


Kadmiy oq rangli, yaltiroq, yumshoq metall, havoda oksidlanganda uning sirti oksid parda bilan qoplanadi. U yuqori temperaturada juda faol metall, kislotalarda yaxshi eriydi, ishqorlarda erimaydi. Chunki $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ sistemaning standart oksidlanish potentsiali $\text{Cd}^{+2} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2$ sistemaning standart oksidlanish potentsialidan katta. Shu sababli vodorod kadmiyga nisbatan kuchli qaytaruvchidir. Shuning uchun kadmiy ishqoriy muhitda H^+ ionini erkin vodorodgacha qaytara olmaydi. Yuqori temperaturada kadmiy aktiv metall, galogenlar bilan birikib galogenidlar hosil qiladi.

Simob odatdagi temperaturada suyuq yaltiroq metall, qattiq holatda α - Hg va β - Hg modifikatsiyaga ega. Simob bug'i nihoyatda zaharli. U ruxga qaraganda sekin oksidlanadi. Lekin oltingugurt va galogenlar bilan odatdagi sharoitda birikadi. Simob qaynoq sulfat kislotada, «zar suvi» da va nitrat kislotada eriydi:



Simob mo'l miqdorda olinsa, suyultirilgan nitrat kislota bilan ta'siri natijasida $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ hosil bo'ladi:



Simob ko'p metallarni o'zida eritadi. Bunday eritmalar **amalgamalar** deb ataladi. Amalgamalar odatdagi temperaturada suyuq yoki yumshoq bo'lishi bilan boshqa qotishmalardan farq qiladi. Amalgamalarning ba'zilar intermetall, ba'zilar qattiq eritma, ba'zilar suyuq eritma ekanligi fanga ma'lum.

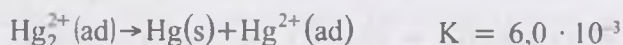
Kimyoviy, spektroskopik va rengenastrura tahlillari Hg(I) atomi bir yadroviy kation Hg_2^{2+} holida bo'lishi aniqlangan. Bu esa zarrachalar orasida metall-metall bog'lanish mavjudligini ko'rsatadi. Spektroskopik tahliliga asoslanib rux kukini ZnCl_2 bilan aralashtirib suyuqlantirish natijasida Zn_2^{2+} ioni hosil bo'lishi isbotlandi. $\text{Cd}(\text{AlCl}_4)_2$ birikmasida Cd_2^{2+} molekular ioni mavjudligi tasdiqlandi. Cd_2^{2+} birikmasini quruq usulda tuzlarni suyuqlantirib ta'sirlanishi natijasida hosil qilingan.



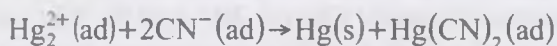
Kadmiy (I) zarrachasi suvli muhitda tezda disproporsiyalanib ketadi.



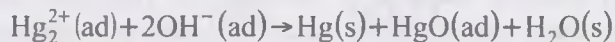
Bunday reaksiya Cd^{2+} ioninig gidratlanish entalpiyasining yuqori ekanligi natijasida amalga oshadi deb tushintirish mumkin. Disproporsiyalanish reaksiyasining muvozanat konstantasi qiymati Cd_2^{2+} va Hg_2^{2+} larda bir-biriga yaqin bo'lgani uchun bu holatni simobda kuzatish mumkin.



Bu muvozanatga Hg^{2+} ioni bilan cho'kma yoki kompleks birikmalar hosil qiladigan zarrachalar, masalan, CN^- ioni qo'shilsa muvozanat o'ngga siljib, Hg (II) ning barqaror kompleks birikmasi hosil bo'ladi.



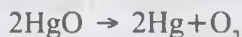
Ishqoriy muhitda esa simob (II) oksidi hosil bo'ladi.



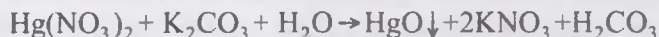
Birikmalari. *Rux oksid* – ZnO , oq rangli kukun, ZnCO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ larni termik parchalab yoki ZnS ni kuydirib hosil qilinadi. Rux oksid nihoyatda termik barqaror amfoter modda, kislota va ishqorlarda yaxshi eriydi. Rux oksid kosmetikada, bo'yoq tayyorlashda, tibbiyotda rezina, shisha, keramika sanoatida, elektronikada yarimo'tkazgichlarni tayyorlashda ishlatiladi.

Kadmiy oksid – CdO jigarrang tusli amorf va kristall modifikatsiyaga ega bo'lgan modda, suvda erimaydi. Havoda asta-sekin oqaradi, chunki havodan CO_2 ni yutib CdCO_3 ga aylanadi. Kadmiy oksid, kadmiyni yoki CdS ni oksidlab hamda $\text{Cd}(\text{OH})_2$ va CdCO_3 larni termik parchalab hosil qilinadi. Po'lat sirtini qoplashda ishlatiladi.

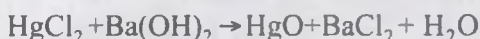
Simob (II) oksid – HgO sariq yoki qizil rangli modifikatsiyalarga ega bo'lgan kristall modda, suvda erimaydi. Qizdirilganda parchalanadi:



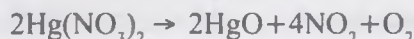
Sariq modifikatsiyaga ega bo'lgan HgO kimyoviy aktiv, uni simob tuzlari eritmasiga K_2CO_3 yoki ishqor ta'sir ettirib hosil qilish mumkin:



yoki



Qizil rangli simob (II) oksid $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ni termik parchalab hosil qilinadi:

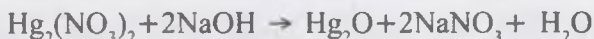


Simob (II) oksid kimyoviy preparatlar olishda oksidlovchi sifatida, bo'yoqchilikda pigment tayyorlashda ishlatiladi.

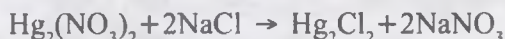
Rux va kadmiy gidroksidlari oq rangli, suvda erimaydigan cho'kmalar. Ular rux va kadmiy tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilinadi. Kislotalarda, ishqorlarda va ammiak eritmasida yaxshi eriydi:



Simob gidroksidlarini ularning tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilib bo'lmaydi, chunki parchalanib, oksid holida cho'kadi:



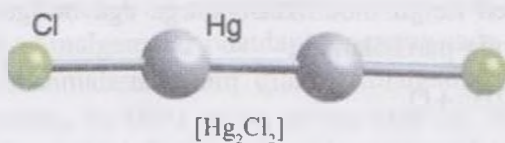
Rux, kadmiy va simob (II) ning nitratlari, sulfatlari, perxloratlari, atsetatlari suvda yaxshi eriydigan moddalardir. Bu moddalarning eritmaları zaharlidir. Simob (I) tuzlarining ko'pchiligi suvda erimaydigan moddalardir. Faqatgina suvda eriydigan va simobning boshqa tuzlarini olishda ishlatiladigan birikmasi $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ dir:



Simob (I) tuzlari simob (II) tuzlarini qaytarib olinishi ham mumkin:

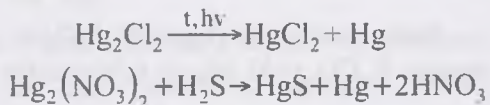


Simob (I) tuzlari disproporsiyalanish xossasiga ega. Parchalanish tezligi anionning tabiatiga bog'liq. Masalan, Hg_2Cl_2 anchagina barqaror, faqatgina yorug'lik

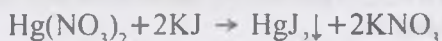


15.14-rasm. Simob (I) xloridning koʻrinishi.

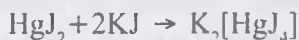
taʼsirida qizdirilganda parchalanadi, sulfid esa oddiy sharoitda shiddatli parchalanadi (15.14-rasm):



Kadmiy va simob (II) galogenidlari, sianidlari rux va boshqa elementlarning tuzlariga qaraganda kam dissotsilanadi, bu xossa $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^- - \text{CN}^-$ tartibda kamayib boradi (15.15-rasm). Bunga sabab, bunday birikmalarda elementlar orasidagi kovalent bogʻlanish kuchining ortib borishidir. Kadmiy va simobning xlorid, bromid, yodid, sianid va rodanid birikmalarining kompleks birikmalarini hosil qilish xususiyati $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^-$ qatorida ortib boradi, ruxda esa kamayib boradi. Masalan, simob (I) nitrat eritmasiga kaliy yodid taʼsir ettirilsa, simob (II) yodid choʻkmaga tushadi:

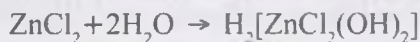


Choʻkmaga kaliy yodid ortiqcha miqdorda taʼsir ettirilsa, u kompleks birikma hosil qilib erib ketadi:

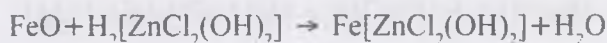


Simob (I) galogenidlari suvda erimaydigan moddalardir.

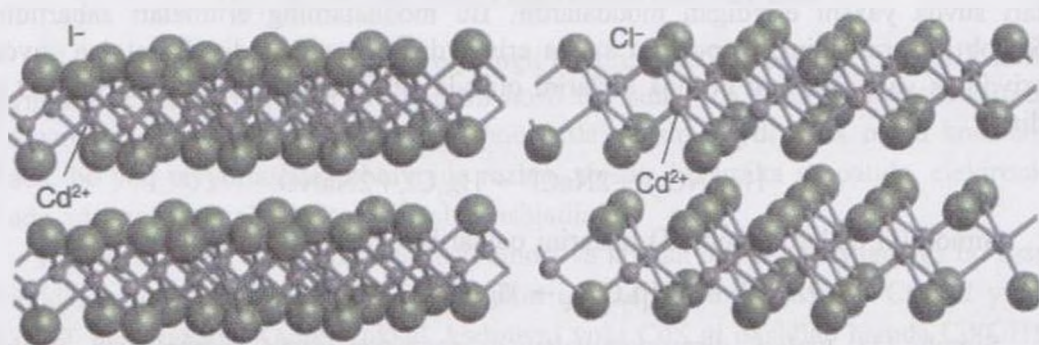
Rux xloridning konsentrlangan eritmasi gidroliz natijasida kompleks birikma hosil qiladi:



Shuning uchun rux xlorid eritmasi metallarni payvandlashda, sirtidagi oksid pardasini tozalashda ishlatiladi:



Rux, kadmiy va simob (II) sulfidlar suvda erimaydigan moddalardir. Bu eritmalarining sulfidlarini eruvchanlik koʻpaytmalari $\text{Zn}-\text{Cd}-\text{Hg}$ – qatorida kamayib



15.15-rasm. CdJ_2 va CdCl_2 ning strukturasi.

borishi bilan ularning kislotalarda eruvchanligi kamayib boradi. Masalan, rux sulfid suyultirilgan xlorid kislotada, CdS esa faqat konsentrlangan NCI da, HgS esa qaynoq konsentrlangan sulfat kislotada eriydi. Rux va kadmiy sulfidlaridan simob (II) sulfid ishqoriy metallarning sulfidlarida erishi bilan farq qiladi:



Ishlatilishi. Rux, kadmiy, simob va ularning birikmalari metallarning sirtini ruxlashda, tibbiyotda, to'qimachilikda, shisha, keramika sanoatida past temperaturada suyuqlanadigan qotishmalar tayyorlashda, atom texnikasida, barometr, termometr, luminofor lampalar ishlab chiqarishda, galvanik element hosil qilishda, nodir metallarni rudadan ajratib olishda ishlatiladi.

Takrorlash uchun ko'rsatmalar

Bobning qisqacha mazmuni

Davriy jadvalning qo'shimcha guruhcha elementlari umumiy tavsifi, tabiatda uchrashi, olinishi, fizik va kimyoviy xossalari, ishlatilishi hamda ahamiyati haqida ma'lumotlar keltirilgan. Skandiy guruhchasi, titan, vanadiy, marganes va temir guruhchalari elementlari ustida so'z yuritiladi. Shuningdek, platina oilasi elementlari, mis gruppachasi va rux gruppachasi elementlari haqida ham ma'lumotlar berilgan.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. d – elementlar oilasiga kiruvchi elementlarning umumiy xossalarini bilib olish, ularning birikmalari hamda sanoatdagi ahamiyati haqidagi ma'lumotlarni o'zlashtirib olish.

2. Elementlarning kimyoviy xossalarini sirtqi va ichki qavatlarda joylashgan elektronlar soniga bog'liqligini bilish.

3. d – elementlarda o'zgaruvchan valentliklarning namoyon bo'lishini misollarda isbotlash.

Mashq va masalalar

1. Nima uchun d-elementlarni oraliq elementlar deb ataydilar?

2. Qo'shimcha guruhchalar elementlari xossalarining asosiy guruhcha elementlariga qaraganda kam va sekin o'zgarishining boisi nimada?

3. Qo'shimcha gruppacha elementlarining o'ziga xos xususiyatlarini sanab bering.

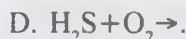
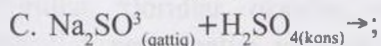
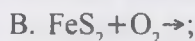
4. CgCl_3 eritmasiga KOH eritmasidan ortiqcha miqdorda qo'shildi. Hosil bo'lgan suyuqlik bromli suv bilan aralashtirildi. Eritmaning yashil tusi sariq tusga o'tdi.

5. Sodir bo'lgan jarayonni tushuntirib, tenglamasini yozing.

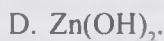
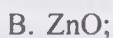
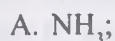
Mustaqil ishlash uchun testlar

1. HgC quyidagi moddalarning qaysi birida eriydi?
A. HCl(kons); B. HNO_3 (suyuq); C. $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (kons); D. NaOH (suyuli).
2. Xlorid kislota bura eritmasiga qo'shilganda qanday modda hosil bo'ladi?
A. Tetraborat kislota; B. Ortoborat kislota;
C. Natriy xlorid; D. Bor angidrid.
3. Al_2S_3 ni olish uchun qaysi reaksiyadan foydalanish kerak?
A. $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; B. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{gaz})} \rightarrow$;
C. $\text{Al} + \text{S} \rightarrow$; D. $\text{AlCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$.
4. AgCl ushbu moddalarning qaysi birida yaxshi eriydi?
A. NH_4OH ; B. HNO_3 (qaynoq);
C. HCl (mo'l miqdorda); D. H_2SO_4 .
5. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ga ishqoriy muhitda KBrO ta'sir ettirilganda qaysi modda hosil bo'ladi?
A. K_2MnO_4 ; B. MnO_2 ;
C. KMnO_4 ; D. $\text{Mn}(\text{OH})_4$.
6. Mis (I) xlorid eritmasidan is gazini o'tkazganda quyidagi moddalarning qaysi biri hosil bo'ladi?
A. CuClCO ; B. Cu_2O ;
C. CO_2 ; D. $\text{Cu}(\text{OH})_2$.
7. Erkin brom olish uchun quyidagi reaksiylarning qaysi biridan foydalanish kerak?
A. KBrO_3 (eritma) $+ \text{F}_2 \rightarrow$; B. HBrO (eritma) $+ \text{J}_2 \rightarrow$;
C. HBrO_3 (eritma) $+ \text{Cl}_2 \rightarrow$; D. $\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (suyult).
8. Titaning qaysi birikmasi termik barqaror?
A. TiCl_2 ; B. $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})\text{JCl}_3$;
C. TiCl_4 ; D. $\text{Ti}(\text{OH})_2$.
9. Metastannat kislota qaysi moddada eriydi?
A. HCl; B. HF;
C. H_2SO_4 (suyalt); D. HNO_3 (suyalt).

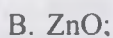
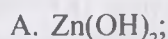
10. Laboratoriyada sulfat angidridni olish uchun qaysi reaksiyadan foydalani-ladi?



11. Rux metallini ishqoriy muhitda nitratlar bilan aralashtirib kuydirish natijasi-da qanday modda hosil bo'ladi?



12. Rux metallini ammiak eritmasida erishi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?



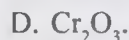
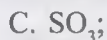
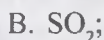
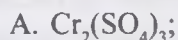
D. Reaksiya ketmaydi.

13. Nikel (III) gidroksidni xlorid kislota bilan reaksiyasi natijasida qanday mod-da hosil bo'ladi?



D. Reaksiya ketmaydi.

12. Kobalt (III) gidroksidning sulfat kislota bilan reaksiyasi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?



XVI BOB

ASL GAZLARNING UMUMIY XOSSALARI

Bu gruppada elementlariga geliy (He), neon (Ne), argon (Ar), krypton (Kr), ksenon (Xe) va radon (Rn) kiradi. Tabiatda turli yadroviy jarayonlarda hosil bo'ladi. Havoda hajm bo'yicha He $5,24 \cdot 10^{-4}\%$, Ne $1,82 \cdot 10^{-3}\%$, Xe $8,6 \cdot 10^{-6}\%$ va Rn $6 \cdot 10^{-200}\%$ miqdorida uchraydi. Ular yer atmosferasiga qaraganda kosmosda ko'proq uchraydi.

Asl gazlarning tashqi elektron qavatlarini to'lgan bo'lishi ularning reaksiyaga kirish xususiyatlari juda pastligidan dalolat beradi. Shu bois ham mazkur elementlar ko'p yillar davomida inert gazlar, nodir gazlar nomi bilan ham yuritilib keldi. Geliyning tashqi elektron qavatidagi s^2 va boshqalarnikidagi s^2p^6 elektronlar «ajralmas» zarrachalar sifatida hisoblanardi. Shu bois ham He, Ne, Ar da oksidlanish darajasi yo'qligi, Kr da +2 Xe bilan Rn da +2, +4, +6 va +8 ga tengligi aniqlanilgan. Vander – vaals radiuslari esa qatorda 0,122 dan 0,214 nm gacha o'sib borishi ham qiziqish tug'diradi. Kovalent radiuslari haqida ham shunday deyish mumkin.

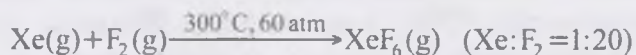
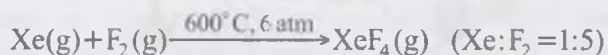
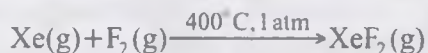
Asl gazlar bir atomli bo'lib, rangsiz va hidsiz hamda qiyin suyuqlanadi. Asl gazlardagi o'ziga xos xususiyatlardan biri, ularning kvant suyuqligini hosil qilishidir. Bunday suyuqlikning mikroskopik hajm tarkibiga kiruvchi atomlarda kvant xususiyati namoyon bo'ladi. Mazkur gazlarning suv va organik erituvchilar bilan beqaror moddalar (klatratlar) hosil qilish ham o'rganilgan. Bulardan Ar 4U, Kr $\cdot 5,6U$, Xe $\cdot 3U$ ($U = C_6H_5OH$) lar ma'lum. $X \cdot 5,75 H_2O$, $U2X \cdot 17 H_2O$ kabi tip-larga kiruvchi gidrat (bu yerda X – geliydan boshqa asl gazlar, U esa – CH_3COCH_3 , $CHCl_3$, CH_3COOH , CCl_4 va b-lar) ham olingan. Fenol bilan gidroksinondan 313K dan yuqorida tarkibi $X \cdot 3U$ [$X = Ar, Kr, Xe, U = C_6H_5OH$] bo'lgan klatratlar hosil qilingan. Gazning uncha yuqori bo'lmagan bosimida asl gazlarning analoglari bilan kristallokimyoviy yo'nalishidagi qo'shma izomorf cho'ktirishi orqali HBr, CO_2 , HCl, SO_2 , CH_4 bilan klatratlari ham olishga erishildi. Shu yo'l bilan $X \cdot 6H_2O$ ($X = Ne, Ar, Xe$), $X \cdot 2C_6H_5CH_3$ ($X = Xe, Rn$), $Rn \cdot 3ClC_6H_4OH$ va boshqalar olindi.

Qattiq moddalar (metallar, shisha, kauchuk, plastiklar, oqsil va boshqalar) ni bombardimon qilish orqali ularning ichki qismiga asl gazlarni kiritish usuli o'rganildi. Bunda asl gazlarning ionlashgan atomlari xizmatidan foydalaniladi. Bunday zarrachalar qattiq moddalarning $10^2 - 10^3$ nm chuqurligigacha kirib boradi.

Asl gazlarda kimyoviy birikmalar hosil qilish xususiyati Xe dan Ar ga qarab pasayadi. Bular ichida Rn eng faol bo'lishi kutiladi, ammo yuqori radiaktivligi uni bu sohada o'rganishni murakkablashtiradi. Hozirgacha Xe ning qattiq birikmalari (ftoridlar, xloridlar, oksidlar, oksoftoridlar, fosfatlar, perxloratlar, ftorsulfanatlar, ksenatlar, perkseantlar va b.lar olindi. Lyuis katalizatori ishtirokida ksenon normal sharoitda F_2 bilan ta'sirlashuviga erishildi.

Kripton faqat sovuq haroratda elementar ftor bilan ta'sirlashadi. Hozirgi vaqtda uran konlarini tozalashda asl gazlar xizmatidan foydalanilmoqda. Masalan, Xe bilan SbO_2F_6 ning ta'sirlashuvidan foydalangan holda qattiq modda hosil qilish usulidan foydalanish taklif etilgan. Kr ta'sirlashmagani bois uning o'miga bu maqsadda Rn dan foydalanish taklif etilganligi ma'lum. Bu boradagi izlanishlar davom ettirilmoqda.

Eksimerlardan foydalanish usuli kengaytirilmoqda, bunda lazer nurlanishining generatsiyasi yaxshilanishi aniqlandi. (100–600 nm spektrlarda). KrF uchun lazer ta'siri (248 nm), XeCl (308 nm), KrCl (222 nm) va boshqalar. Asl gazlar ishtirokida boradigan reaksiyalarni Britaniya, Kolumbiya universiteti professori Bartlet, Myunster universiteti professori R.Xonne o'rganib, ksenonning ftoridli va kislorodli birikmalarini sintez qildilar:

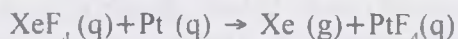
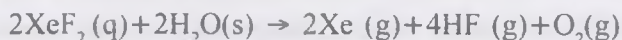


Ksenonning XeF_2 molekulasida chiziqli, XeF_4 – tekis kvadrat, XeF_6 – siljigan oktaedrik tuzilishga ega.

Ksenonning ftorli birikmalari reaksiyaga kirishish xususiyati xuddi galogenlararo reaksiyaga o'xshash bo'lib, almashinish va oksidlanish, qaytarilish reaksiyalariga kirishadi:



Ksenonning ftoridlari kuchli oksidlovchi xossasiga ega:



Ksenon ftoridlar kuchli Lyuis kislotalari bilan reaksiyaga kirishib, kationlar hosil qiladi.



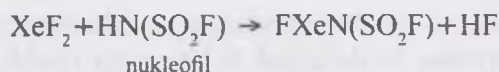
Ksenonning Xe-N, Xe-C bog'lanishli birikmalari ham sintez qilingan.

Ksenon floridlari Lyuis asosi bilan asetonitril eritmasida birikib XeF_5^- ionini hosil qiladi.

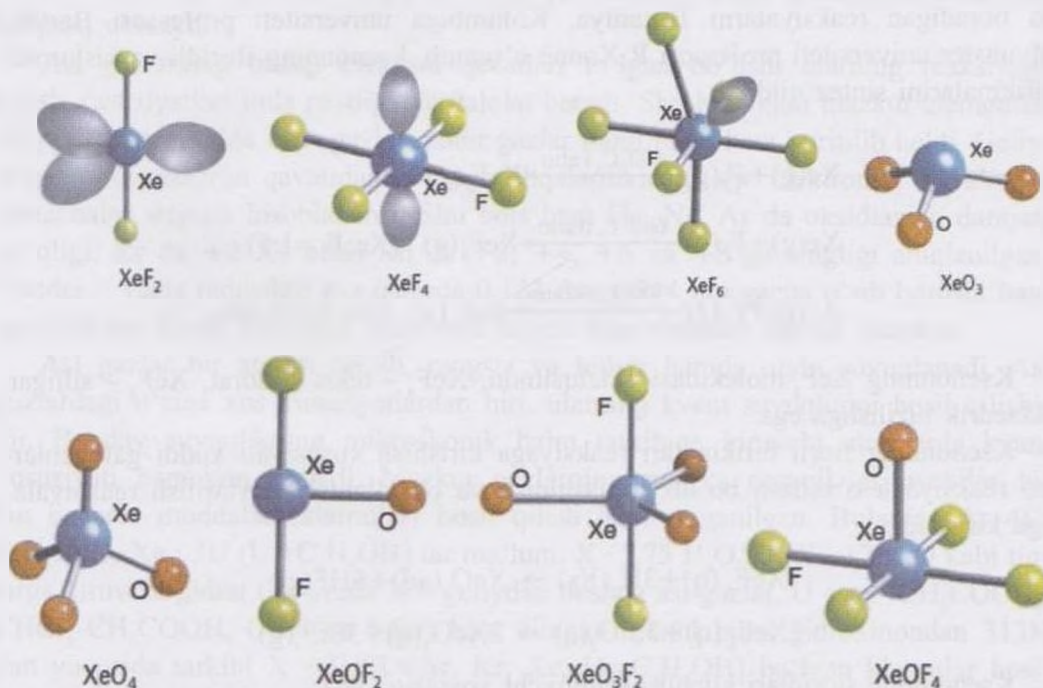
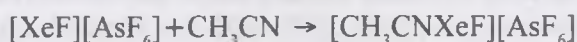
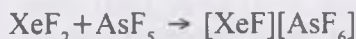


XeF_5^- – ioni tekis beshburchakli struktura shakliga ega.

Ksenonning fluorli birikmalari boshqa gazlarning elementlar bilan hosil qilgan birikmalarini sintez qilishga yo'l ochib berdi. Masalan:



Xe – N bog'lanishli birikmalarni ksenon fluoridlarni kuchli Lyuis kislotasi va asosi ishtirokida ham hosil qilish mumkin.



16.1-rasm. Ksenon birikmalarining strukturaviy ko'rinishi.

Ksenonning oksidlari va galogenli birikmalari tuzilishi 16.1-rasmda keltirilgan. Shunga o'xshash kripton va rodonlarning fluoridlari ham sintez qilingan.

Asl gazlardan metallurgiyada, atom va raketa texnikasida inert muhit sifatida, yarimo'tkazgichlar ishlab chiqarishda, elektronika, elektr texnikasida, lazer texnikasida to'ldirgichlar sifatida ko'plab qo'llanilmoqda.

XVII BOB

BIONEORGANIK BIRIKMALAR

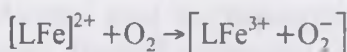
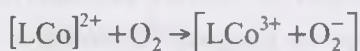
XXI asrdan boshlab kimyo va kimyoviy texnologiya sanoati jadal sur'atlar bilan rivojlanishida bioneorganik kimyoning roli ham katta ahamiyatga ega bo'ldi. Bioneorganik kimyo, asosan, metall ionlarining biologik sistemada bo'layotgan jarayonlarni nazariy va amaliy ahamiyatini o'rganishga asoslangan neorganik reaksiyalarni bilish, biokimyoviy jarayonlarni, tabiatdagi kompleks birikmalarni, biologik sistemadagi metallarning biologik rolini kengaytirishga asos bo'ladi.

Metall ionlari bo'lgan biologik molekular ko'pgina holatlarda oqsillarga tegishli bo'ladi. Fermentlarning 30% ida metall ionlari aktiv markazni hosil qiladi. Ushbu metall fermentlar ko'pgina jarayonlarda – kislotali gidroliz (gidrolazlar) oksidlanish reaksiyalari (oksidoz va oksigenozlar) hamda uglerodli skeletlarning qayta shakllanishi (sintez va izomerozlar) reaksiyalarida ishtirok etadi. Metallar ionlari ma'lum strukturali molekularni saqlashda ahamiyatlidir. Masalan, Ca^{2+} ioni oqsil molekularini aylanishini to'g'rilab turadi. Metall fermentlardan tashqari metall ionlari kristall va amorf birikmalar strukturasini mustahkamligi va barqarorligini ta'minlab turadi, garmonlar ajralishi va ta'sirini chegaralab boradi. Shu bilan birga, kalsiy ioni organizmdagi ko'pgina moddalar strukturasini shakllanishida asosiy rolni bajaradi. Bunda fosfat va fosforlarning asosiy manbasi tarkibida kalsiy saqlagan minerallardan biri gidroksoanatitdir. Ushbu mineral tirik organizm dunyosida suyak, tishlarning asosiy tarkibini tashkil qiladi. Mineral moddalar, asosan, organik moddalar bilan birgalikda mavjud bo'ladi. Masalan, suyakda va tishda gidroksoanatit oqsil bilan birgalikda bo'lishi, ularning mexanik mustahkamligini va kristallar shakllanishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, kalsiy ioni qattiq kalsiy ioni qattiq strukturali biomateriallar tarkibida bo'lib, garmonlarni ta'sir etish va ajratish jarayonlarida asosiy rol o'ynaydi. Rengenstruktura, YAMR spektroskopiya tahlili kalsiy ionini kolmodulin, troponin C va boshqa oqsillar bilan birikishi organizm kletkalarini asosini tashkil etishini ko'rsatadi. Metall ionlari biologik oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida, fotokimyoviy jarayonlarda, organizmda kislorod tashuvchilar vazifasini bajaradi. Bunday moddalardan biri gemoglobindir. Uning biologik vazifasi organizmga kislorod yetkazib berishi, nafas olish jarayonida O_2 ni CO_2 gacha qaytarilishidir. Organizmda kislorod tashuvchi moddalardan biri – gemosionin bo'lib aktiv markaz vazifasini mis ionlari bajarib, kislorodni O_2^{2-} ionlarigacha qaytaradi,

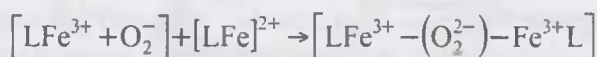
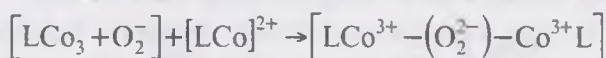
gemoeritrinda esa temir ionlari bo'lib, kislorodni O_2^{2-} va gidroperoksid ion HO_2^- ga aylantirishda katta rol o'ynaydi.

Organizmida kislorod tashuvchi ahamiyatli fermentlardan gemoglobin va mioglobinlardir. Kislorod O_2 molekulasini temir ioni Fe^{2+} dan iborat bo'lgan aktiv markaz bilan ta'sirlanib kuchli akseptor xossasini namoyon qilishi hisobiga gemoglobin va mioglobinlarning aktiv markazlari bilan kuchli bog'lanish hisobiga polipeptidsimon zanjirlarni hosil qiladi. Natijada gemoglobin va mioglobin molekulasini zanjirsimon oqsil bo'laklarida kislorodni bog'lab olish effekti kuchayadi.

Kobalt $Co(II)$ va Temir (II) komplekslarining kislorod molekulasini bilan ta'sirlanishi elektronlarni ko'chishi bilan amalga oshadi:



Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan mahsulotlarning reaksiyaga kirishishi ko'prikimon peroksid ion O_2^{2-} kompleksi hosil bo'lishi bilan davom etadi.



Masalan, $[(H_3N)_5Co-O-O-Co(NH_3)_5]^{4+}$ kompleks birikmadagi O-O orasidagi masofa 1,47 Å ni tashkil qiladi. Bu masofa oddiy peroksid ko'prigi orasidagi masofaga (1,49 Å) taxminan mos keladi.

Rux ioni Zn^{2+} ham ko'pgina biologik sistemada aktiv markaz sifatida Mg^{2+} va Cu^{2+} ionlariga nisbatan ko'p uchraydi. Bunga sabab rux ioni Zn^{2+} , Mg^{2+} va Cu^{2+} ionlariga nisbatan akseptorlik xossasi bilan keskin farq qiladi. Shu bilan birga, Cu^{2+} ionida Cu^+ ioniga qaytarilishi mumkin bo'lib oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini vujudga keltiradi. Rux ionida bunday jarayon kuzatilmaydi.

Bulardan tashqari biologik jarayonlarda atomlarning qayta guruhlanishi ham so'dir bo'lishi mumkin. Rux Zn^{2+} komplekslarida Mg^{2+} va Ni^{2+} komplekslariga nisbatan labillanish xossasi kuchli namoyon bo'lishidir. Demak, turli metallar ionlari bioneorganik birikmalarning mavjud bo'lishi tirik organizmlarda biokimyoviy jarayonlarni amalga oshirishda katta roli borligi ko'rinadi.

XVIII BOB

METALLORGANIK BIRIKMALAR

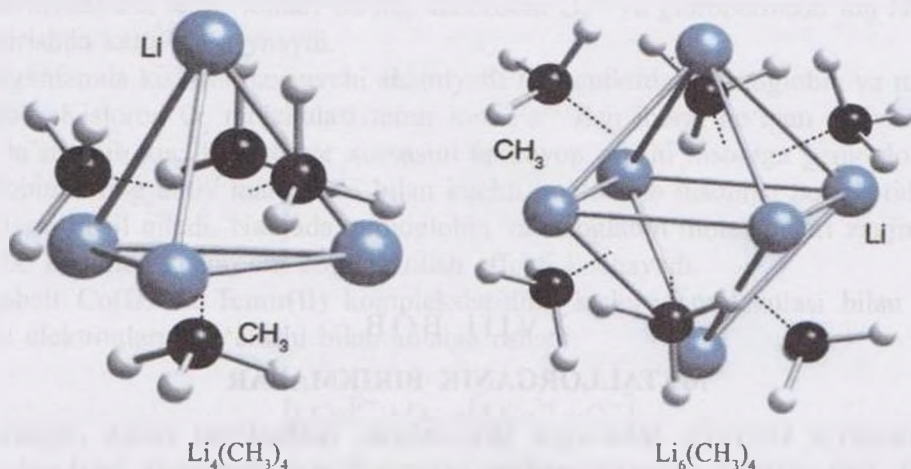
Zamonaviy kimyoviy texnologik jarayonlarda, mahsulotlar ishlab chiqarishda, katalitik reaksiyalarni samarali amalga oshirishda metalloorganik birikmalarning ahamiyati ortib bormoqda. Metalloorganik birikmalarni sintez qilishni angliyalik kimyogar E. Franklend Germaniyada mishyakni organik hosilalarini o'rgandi. 14 yil mobaynida birinchi bo'lib $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ va $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ birikmalarini sintez qildi. XX asrga kelib bu birikmalar katalizator sifatida kremniy asosida polimerlar ishlab chiqarishda, alkenlarni polimerlashda sanoatda qo'llanila boshladi. d – blokli elementlarning metalloorganik birikmalardan platinani etilen bilan kompleks birikmasini 1827-yilda V.K. Seyze olgan, tarkibida karbonil gruppasi bo'lgan $[\text{Pt}(\text{Cl})_2\text{CO}]_2$ kompleks birikmani 1868-yil P.S. Hyutsenberg, nikel tetrakarbonil birikmasini 1890-yilda L. Mondom, K. Langerom va F. Kvinkelar tomonidan sintez qilingan. 1930-yildan boshlab V. Xiber Myunxenda bir qator karbonil klaster birikmalarni sintez qildi. Bu birikmalarning ko'pchiligi $[\text{Fe}_4(\text{CO})_{13}]^{2-}$ anionli ekanligi aniqlangan. Bunday birikmalarni kimyoviy usullarda tahlil qilish mymkin bo'lmadi. Keyinchalik rentgenstrukturaviy tahlil, IK va YaMR spektroskopik usullar bilan metalloorganik birikmalarni struktura tuzilishini aniqlash imkoni yaratildi.

Metallorganik birikmalarning nomenklaturasi

Metallarning birikmalarini nomlashda chapdan o'ngga qarab organik kimyoda foydalaniladigan nomlar bilan o'qiladi. Masalan $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ – trimetil bor, $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ – tetrametilsilan, $\text{As}(\text{CH}_3)_3$ – trimetil arsin. Shunga asoslanib CH_3 – metil, CH_3CH_2 – etil, $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ –1 metil etil, $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2$ – 2-propenil, $(\text{CH}_3)_3\text{C}$ –1,1 – dimetil etil, C_6H_5 – fenil, $\text{H}_2\text{C}=\text{metilen}$, $\text{HC}\equiv\text{metilidiv deb}$ ataladi. Ba'zi hollarda birikma ion xarakteriga ega bo'lsa, xuddi noorganik tuzlarga o'xshab o'qiladi. Masalan – $\text{Na}[\text{C}_{10}\text{H}_8]$ – natriy naftalid. Agar metallarning oksidlanish darajasi o'zgaruvchan bo'lsa, qavs ichida ayni metallning oksidlanish darajasi keltiriladi.

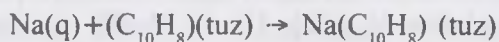
s – blok elementlarning metallorganik birikmalari

Elementlar sistemasidagi birinchi guruhning deyarli barcha elementlarining metallorganik birikmalari olingan. Bu birikmalardan litiyning birikmalari katta ahamiyat kasb etadi. Litiyorganik birikmalarni tayyor reaktiv sifatida ishlatilishi aha-



18.1-rasm. $\text{Li}_4(\text{CH}_3)_4$ va $\text{Li}_6(\text{CH}_3)_4$ ning strukturasi.

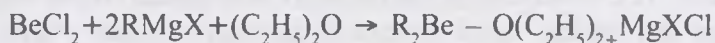
miyatlidir. Asosan metillitiiy efir eritmasida alkillitiiydan olinadi. Alkillitiiyni ishlab chiqarish metallarning organik galogenidlari bilan ta'sirlanishiga asoslangan. Shuning uchun preparat alkilgalogenid bilan ifoslangan bo'ladi. Metllitiiy qattiq holatda va eritmada tetraedrik klaster holatda bo'ladi. Shu bilan birga, tarkibida bir nechta litiy atomlari bo'lgan organik birikmalar ham mavjud. Bunga metillitiiyni piroliz qilib olingan dilitiometan $\text{Li}_2(\text{CH}_3)_2$ ni misol qilish mumkin (18.1-rasm). Tarkibida anion radikal $\text{C}_{10}\text{H}_8^-$ saqlagan natriy naftalid $\text{Na}(\text{C}_{10}\text{H}_8)$ tuzi ham metalloorganik birikmalardan hisoblanadi. Bunday birikmalarni aromatik birikmalarga to'g'ridan to'g'ri reaksiyasi natijasida ham olish mumkin.



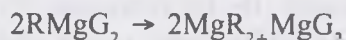
EPR spektrlari C_{10}H_8 bo'shashtiruvchi orbitalidagi juftlashmagan elektronining delokallanishi hisobiga birikishini tasdiqlagan. Bunday birikmalar kuchli qaytaruvchilardir.

Berilliy va magniyning organik birikmalari kovalent xossalarini namoyon qiladi. Beriliyning koordinatsion soni 3,4, magniyniki 4 ga teng bo'ladi.

Beriliy organik birikmalar Gtinyar reaktivi ishtirokida olinadi.

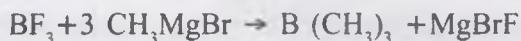


Magniyning organik birikmasi «Grinyar reaktivi» nomi bilan ataladi. Bu reaksiya galogen alkanlarga efir eritmasida metallsimon magniy kukuni ta'sir ettirib magniy galogenidning diaksan kompleksi $\text{MgG}_2(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2)$ hosil qilinadi. Hosil bo'lgan mahsulotni bug'latib, alkil magniy galogenidlari hosil qilinadi.

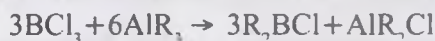


p – blok elementlarining metallorganik birikmalari

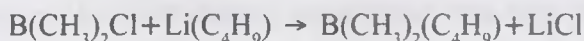
Borning ahamiyatli birikmalaridan biri trimetilboridir. Trimetilbor rangsiz gazsimon monomer modda, suv ta'sirida sekin-asta gidrolizlanadi. Asosan, bor galogenidlariga efirli muhitda Grinyar reaktivi ta'sir ettirib olinadi.



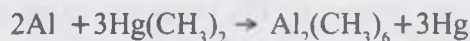
Bororganik galogenidlarda reaksiyaga kirishish qobiliyati kuchli. Bu birikmani bor galogenidlariga aluminiy alkillari ta'sir ettirib olinadi.



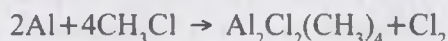
Hosil qilingan bororganik galogenidlar almashinish reaksiyasiga kirishadi.



Aluminining alkil birikmalari alkenlarni polimerlashda ishlatiladigan ahamiyatli katalizatorlardan hisoblanadi. Laboratoriyada quyidagi usulda olinadi:



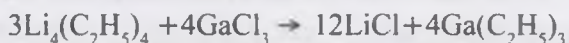
Sanoatda aluminiy kukuniga xlor metan ta'sir ettirib, hosil bo'lgan $\text{Al}_2\text{Cl}_3(\text{CH}_3)_4$ natriy bilan qaytarib olinadi.



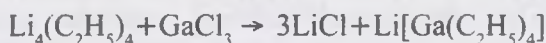
Alkilaluminiyli birikmalar to'liq gidrolizlanadi.



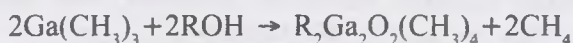
Galliyning alkil birikmalarini litiyalkil birikmalariga galliy xloridni ta'sir ettirib sintez qilinadi.



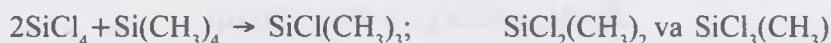
Efirli muhitda $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{OGa}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ kompleks birikmasini hosil qiladi. Agar litiy alkil ortiqcha miqdorda olinsa, kompleks birikma hosil qiladi.



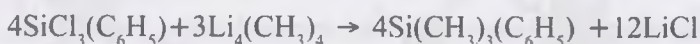
Galliyning alkil birikmalari suv va spirtlar bilan reaksiyaga kirishadi.



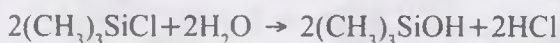
Kremniy organik birikmalarning galogenlari katta ahamiyatga ega bo'lib, olinish usullari takomillashtirilmoqda.



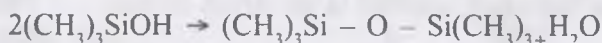
Almashinish reaksiyasi natijasida ham olish mumkin:



Galogen silanlarni protoliz reaksiyasi natijasida olish mumkin. Birinchi bosqichda Si-Cl bog'ning gidrolizi kuzatiladi:



Keyingi bosqichda suv ajralishi hisobiga Si-O-Si zanjiri hosil bo'ladi.



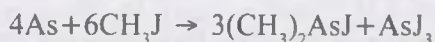
Germaniy, qalay, qo'rg'oshinlarning organik birikmalarining xossalari, olinish usullari kremniynikiga o'xshash bo'lib, E-C orasidagi bog'lanish kuchsiz bo'lganligi uchun qizdirilganda oson parchalanadigan moddalardir.



Germaeten - $\text{R}_2\text{Ge}=\text{CR}_2$, qalay eten $\text{R}_2\text{Sn}=\text{CR}_2$, digermaeten $\text{R}_2\text{Ge}=\text{GeR}_2$ va diqalayeten $\text{R}_2\text{Sn}=\text{SnR}_2$ lar olingan bo'lib, kremniyorganik birikmalaridan struktura tuzilishlari bilan farq qiladi.

Germaniy-germaniy, qalay-qalay orasidagi qo'sh bog'lar ancha uzun bo'lib eritmada $\text{Ge}(\text{II})$, GeR_2 va $\text{Sn}(\text{II})$, SnR_2 birikmalarini hosil qilib dissotsiyanadi.

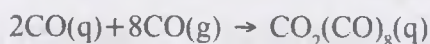
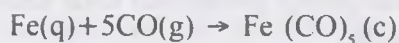
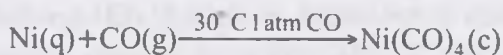
Mishyak, surma va vismutlarni +3 va +5 oksidlanish darajalariga ega bo'lgan organik birikmalar hosil qiladi. Masalan, $\text{As}(\text{CH}_3)_3$, $\text{As}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$. Mishyak, surma va vismutlarning organik birikmalari bakterial infeksiyalarni davolashda, gerbitsidlar va fungisidlar olishda ishlatiladi. Mishyak organik birikmalarni to'g'ridan to'g'ri olish mumkin.



d- va f- blok elementlarining metalloorganik birikmalari

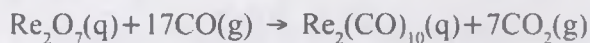
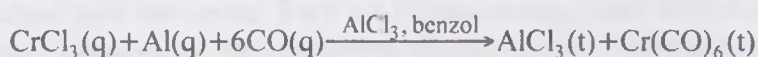
d- va f- blok metalloorganik birikmalaridan faqat bir turdagi ligandlardan iborat-lari karbonil birikmalardir. Karbonil birikmalar boshqa metalloorganik birikmalarni sintez qilishda qulay reagent hisoblanadi. Ular organik sintezlarda va katalizatorlar sanoatida ko'p ishlatiladi. Monometall karbonil birikmalar asosan, ikki xil usulda olinadi.

1. Metallarni karbonil molekullari bilan turli sharoitlarda to'g'ridan to'g'ri ta'sir ettirib olinadi:



2. Metall komplekslarini yoki tuzlarini karbonil molekulasini ishtirokida qaytarib olinadi. Qaytaruvchilar aktiv metallarni natriy aluminiy, alkilaluminiy birikmalar, H_2 va CO lar bo'lishi mumkin:

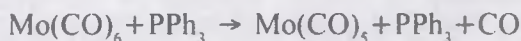
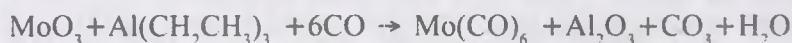
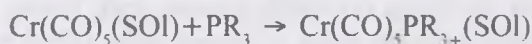
$AlCl_3$, benzol



Metallar karbonil birikmalari struktura tuzilishlarini aniqlashda IQ va YAMR spektroskopik usullardan keng foydalaniladi.

Temir va nikelning karbonil birikmalari oddiy sharoitda va xona haroratida suyuq moddalar, boshqa karbonil birikmalar esa qattiq moddalardir.

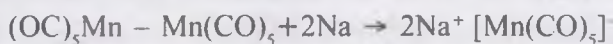
Oddiy karbonil birikmalar tarkibidagi metallar almashinish, kondensatsiya, oksidlanish va qaytarilish reaksiyalariga kirishadi.



Ko'pgina metallar karbonillarni karbonil metil-anionigacha qaytarishi mumkin.



M-M bog'lanishli poliyadroli karbonil birikmalar kuchli qaytaruvchilar ta'sirida parchalanadi.



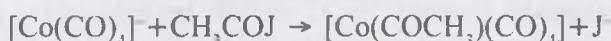
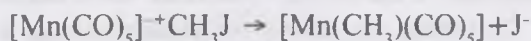
Kuchli ishqoriy muhitda CO molekulasining oksidlanishi kuzatiladi:



Metall karbonil anionlar protonlash reaksiyasiga kirishadi.



Karbonil birikmalar metalloorganik birikmalar sintezida ishlatiladi:



XIX BOB

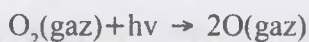
ANORGANIK KIMYO VA EKOLOGIYA

Ilgarigi boblarda moddaning fizik va kimyoviy xossalarini izohlovchi qonunlar bilan tanishdik. Atrof-muhitni yaxshiroq o'rganish maqsadida ana shu qonun va qonuniyatlarni amalda qo'llash kerak bo'ladi. «Nima sababdan atrof-muhit ifloslanadi, uni qanday qilib toza tutishimiz va kelajak avlodlarga musaffo holda yetkazishimiz uchun nimalar qilishimiz kerak», degan muammo kelib chiqayapti.

Atmosfera va atrof-muhitga tarqalayotgan moddalar avvaliga oddiy bo'lib ko'rinsa-da, aslida ular bir-biriga qo'shilib, quyosh nuri, bosim, temperatura, suv va shu kabi boshqa omillar ta'sirida katta o'zgarishlarga sabab bo'layotgani ma'lum. Korxonalardan ajralib, suvga yoki tuproqqa qo'shilib atrof-muhitni turli chiqindilar bilan «boyitayotgan» mahsulotlar endilikda atmosferani ifloslantirib bormoqda. Buning oldini olish tez orada hal etilishi lozim bo'lgan muhim masalalardan bo'lib qoldi. Ushbu bobda ana shular haqida fikr yuritiladi.

Atmosfera murakkab sistema bo'lib, dengiz sathida havoning 99% i azot bilan kislorodga to'g'ri keladi (qolganlari CO₂ va asl gazlardan iborat).

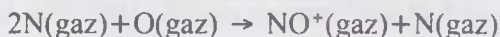
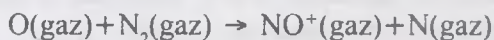
Atmosferaning tarkibiy nisbiy molekular massasi 90 km balandlikkacha o'zgarmaydi, undan yuqorida esa tez o'zgaradi. Masalan, dengiz sathidagi miqdori juda kam bo'lgan geliy 500–1000 km balandlikda atmosferaning asosiy komponentiga aylanadi. Atmosfera tarkibining balandlik bo'yicha o'zgarishi kimyoviy o'zgarishlar bilan bog'liq bo'ladi. Quyoshning elektromagnit nurlanishi natijasida vujudga keladigan energiyaning yutilishi orqasida atom va molekularlar ionlanadi hamda dissotsilanadi. Bunda kislorod molekularlari quyidagi holda atomlarga dissotsilanadi:



Bunday jarayonning davom etishi natijasida atmosfera tarkibining o'rtacha nisbiy molekular massasi pasayadi. Chunonchi, molekular kislorodniki 32 ga, atomar kislorodniki 16 ga teng. Tarkibida atomar va molekular holdagi kislorodi bo'lgan gaz aralashmasining molekular massasi 16–32 orasida bo'lishi tabiiy. Atmosferada suvning fotodissotsilanishi ham qiziqish tug'diradi. Yer yuzasidan atmosferaning yuqori qavatlariga ko'tariluvchi suv miqdori unchalik ko'p emas. Ammo, suvning atmos-

feradagi fotodissotsilanishi yerda kislorodli atmosferaning vujudga kelishiga sabab bo'lgan, degan fikrlar mavjud.

Atmosferada juda ko'p kimyoviy reaksiyalar amalga oshadi. Bulardan elektron ko'chishi bilan boradigan reaksiyalar kimyoning barcha tarmoqlari bilan bir qatorda biokimyo uchun ham muhimdir. Turli xil birikmalarning hosil bo'lishi, parchalanishi, almashinuv reaksiyalari, momaqaldiroq paytida amalga oshadigan ozon O_3 hosil bo'lishi reaksiyalari inson va jonivorlar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Almashinuv reaksiyalariga misol qilib quyidagi jarayonlarni ko'rsatish mumkin:



Yuqoridagi reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar bo'lganligi tufayli osonlik bilan amalga oshadi. Atmosferaning yuqori qismida NO ning konsentratsiyasi milliondan bir qismni tashkil qilishiga qaramay, NO^+ atmosferaning o'sha qismida eng ko'p tarqalgan ion hisoblanadi.

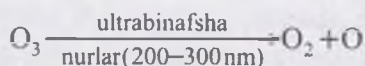
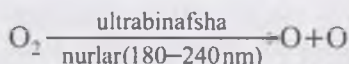
Mezosfera bilan stratosferada hosil bo'luvchi atomar kislorod, kislorod molekulasini bilan birikib, ozon (O_3) hosil qiladi:



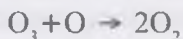
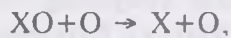
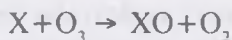
Ozon molekulasini qo'shimcha energiyaga ega. Uning atomar va molekular kisloroddan hosil bo'lishi energiya ajralishi bilan boradi (105 kJ/mol). Ozon o'zidagi ortiqcha energiyani yo'qotishga intiladi. U quyosh nurini yuvib, atomar va molekular kislorodga parchalana oladi. Buning uchun zarur bo'lgan energiya-ning to'liq uzunligi 1140 nm dan ortiq bo'lmagan fotonlar yetkazib beradi. Ozon molekulasining to'liq uzunligi 200 – 300 nm fotonlarni yutishi insoniyat uchun katta ahamiyatga ega. Agar stratosferada ozon qavati bo'lmaganda, qisqa to'liqli katta energiya – fotonlar yerga o'tib ketar edi. Ozon qalqoni bo'lmaganida edi, ana shu katta energiyali fotonlar o'simlik, hayvonot dunyosi va insoniyatni, ya'ni yerda hayotni yo'q qilgan bo'lar edi.

Ozonning fotoparchalanishi uning hosil bo'lish reaksiyasining aksidir. Bu ozonning hosil bo'lishi va parchalanishini siklik jarayonga aylantirib turadi. Mana shu sikl orqasida quyoshning ultrabinafsha nurlanishi issiqlik energiyasiga aylanadi.

Ozon qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlarni (–200–280 nm) to'la ravishda, to'liq uzunligi 280–320 nm bo'lgan ultrabinafsha nurlarning esa 90 foizini yutadi. Ozon miqdori stratosferada ancha ko'p bo'lishiga qaramay, uning ultrabinafsha nurlarini yutish qobiliyati juda yuqoridir. Stratosferada o'zga gazlar bo'lmagan holda ozonning hosil bo'lishi va parchalanish mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:



Stratosferada ushbu reaksiyalar muvozanatda bo'ladi. Lekin o'zga gazlar yoki radikallar mavjud bo'lganda ozon parchalanadi:

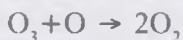
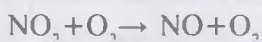


bu yerda $X = H^+, OH^-, NO_3^-, Cl^-, Br^-$.

Atmosferada ko'rsatilgan radikallar oddiy sharoitda o'zga komponentlar bilan birikadi va stratosferagacha yetib bormaydi.

Ozon siklida qator reaksiyalar amalga oshadi. Bulardan biri azot oksidlari qatnashuvi bilan boradigan reaksiyalardir.

Atmosferada azot monoksidi NO bilan azot dioksidi NO₂ kam konsentratsiyada bo'ladi. Ozon NO bilan birikib, NO₂ va O₂ ni hosil qiladi. Keyin NO₂ atomar kislorod bilan reaksiyaga kirishadi, natijada qaytadan NO bilan O₂ hosil bo'ladi. Bundan so'ng NO yana ozon bilan uchrashadi. NO ishtirokida boruvchi gaz fazasidagi reaksiyalar natijasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Yuqoridagi reaksiyalardan NO gazi O₃ ning parchalanishini tezlatishi, ya'ni u bu reaksiyaning katalizatori bo'lib xizmat qilishi ko'rinib turibdi.

Tovushdan tez uchuvchi samolyotlardan ajraluvchi azot monoksidi ozon qavatiga salbiy ta'sir etishi mumkinligi olimlar tomonidan tekshirilmoqda. Bu borada ba'zi ilg'or fikrlarning amaliyotga yo'l olayotganligi ma'lum.

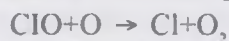
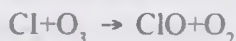
Xladonlar (freonlar) ni ozon qavatiga salbiy ta'sir etishi aniqlangan. Juda barqaror bo'lgan bu birikmalar gidrolizlanmaydi va metallarni korroziyaga uchratmaydi. Shu sababdan ular muzlatish moslamalarida, aerosol hosil qilish uchun insektofungitsid birikmalari va ftorli birikmalar sintezida keng ravishda qo'llaniladi. Ana shu ishlar amalga oshirilayotganda xlorftormetanlarning ma'lum qismi atmosferaga chiqadi. Ular asta-sekin yuqoriga ko'tariladi. Yerda zararsiz bo'lgan bu moddalar stratosferaga ko'tarilganda qisqa to'lqinli ultrabinafsha nurlar ta'siriga beriladi. 190–225 nm to'lqin uzunligidagi diapazonda yuqori energiyali nur xlorftormetanlarni fotolizga uchratadi. Bunda metandagi C–Cl bog'i nur ta'sirida uziladi:



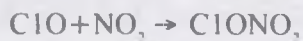
Ushbu reaksiya yana davom etishi mumkin. Hisoblar xlor atomi hosil bo'lishi 30 km balandlikda maksimal tezlikka ega bo'lishini ko'rsatdi. Ana shu fotoliz orqasida hosil bo'lgan atomar holdagi xlor kislorod bilan tez reaksiyaga kirishib, xloroksidi va atomar kislorod hosil qiladi. Xlor oksidi, o'z navbatida, atomar kislorod bilan reaksiyaga kirisha oladi, natijada yana atomar holdagi xlor vujudga keladi. Ushbu

jarayon ilgari ko'rib o'tilgan azot oksidining atmosferadagi reaksiyasiga o'xshaydi. Har ikki reaksiya ham ozonning atomar kislorod bilan reaksiyasiga, ya'ni molekular kislorodning hosil bo'lishiga olib keladi. Shu sababli xlorftormetandan foydalanishni cheklash choralari ko'rilmogda.

Tarkibida xlor bo'lgan eng barqaror birikmalarga azot dioksidi bilan freon (galiduglerod) lar kiradi. Masalan, freon – 115 380 yil, freon – 12 esa 110 yil davomida barqaror bo'lishligi bilan tavsiflanadi. Xuddi mana shu reagentlar stratosferaga yetib boradi va ultrabinafsha nurlar ta'sirida parchalanadi. Buni freon – 12 misolida ko'ramiz:



Hosil bo'luvchi xlor yana ozon bilan birikadi. Zanjir reaksiyasi bo'yicha xlor o'zga birikmalar bilan birikadi. Birikishdan hosil bo'luvchi moddalar, masalan, NO_x bo'lishi mumkin:



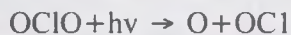
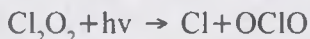
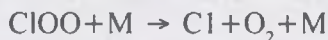
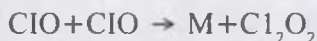
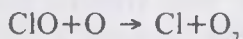
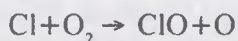
Stratosferada hosil bo'luvchi xlorinitrati ham xlor, ham NO_2 ning manbayi hisoblanib, ozonning parchalanishini katalizlaydi, boshqacha qilib aytganda, ozon molekulasining parchalanishini tezlatadi. Odatda, kun chiqqan paytda ultrabinafsha nurlari ta'sirida xlor nitrati parchalanishidan hosil bo'lgan xlor bilan azot dioksidi yana ozon bilan zanjir reaksiyasiga kirishadi. Xlorning ortiqcha molekulalari reaksiya mahsuloti bo'lgan ClOONO_2 ning vodorod bilan birikib, vodorod xlorid hosil qilishi va atmosferaning pastki qismiga yomg'ir yoki qor bilan yuvilishi tufayligina tamom bo'lishi mumkin. Demak, osmondagi xlor boshimizga kislota (HCl) bo'lib yog'ilmoqda, uning ta'sirida dov-daraxtlar qurimoqda, mevalar hosili kamaymoqda, kasallik ko'paymoqda, ekologik vaziyat faqat stratosferadagina emas, yerda ham baravariga buzilmoqda.

Ozonni buzuvchi azot dioksidining manbayi bo'lib tuproq, tropik o'rmonlar, okean yoki dengizlarda ro'y beruvchi tabiiy jarayonlar natijasida vujudga keluvchi azot monoksidi (N_2O) ham xizmat qilishi mumkin. Azot dioksidining antropogen manbayiga o'g'itlarni trifikatsiyasi hamda biologik massalarni yoqish mahsulotlari kiradi.

Troposferaning ifloslangan qatlamlarida azot oksidlari organik va anorganik tabiatdagi turli moddalar bilan reaksiyaga kirishib, ozon hosil bo'lishida katalizator vazifasini o'tashi ham aniqlangan. Troposferada NO_x hammasi bo'lib bir kundan yetti kungacha mavjud bo'la olishi hamda barqarorligi ham shu vaqtdan oshmasligi tajribalarda ko'rildi. Bu oksidlar fotokimyoviy reaksiyalarda qisman parchalanadi yoki yog'in-sochinlar bilan pastga tushadi. Stratosferada, o'zga gazlar nisbatan kam bo'lgan joyda, NO_2 ham ozon, ham xlor bilan reaksiyaga kirishib,

NO_2 va ClONO_2 ni hosil qiladi deyiladi. Stratosfera quyi qatlamlaridagi NO ning manbayi bo'lib, azotli birikmalardan tashkil topgan tez uchuvchi samolyot va raketa yoqilg'ilaridan ajraluvchi gazlar ham xizmat qiladi. Gidrazin (N_2H_4) va suyuq holdagi azot to'rt oksidi (N_2O_4) shunday moddalardan hisoblanib, uchish apparatlarida oksidlovchi vazifasini o'taydi. Bundan tashqari yuqori temperaturali chiqindi gazlar stratosferaning quyi qatlamlaridagi molekular azot oksidlari (NO_x) gacha oksidlashga ko'maklashadi. Stratosferaning quyi qatlamlari tarkibi atmosferanikidan ancha farqlanganligi (komponentlar kam va bulutlar yo'qligi) tufayli u yerda hosil bo'luvchi azot oksidlari uzoq vaqt davomida saqlangani holda ozon bilan ham, xlor birikmalari bilan ham yuqorida ko'rsatilganidek reaksiyaga kirishadi. Ammo bu yerda qaysi reaksiya ko'proq ahamiyat kasb etgan mexanizmning aniq ifodasi haqida va boshqa muhim masalalarga oid aniq bir ma'lumotlarga ega emasmiz. XIX asr ma'lumotlariga va o'tkazilgan matematik modellashlarga ko'ra, ifloslangan stratosferada azot oksidlari ozon hosil bo'lishida muhimdir, deyilganligi endilikda tekshiruvlarni talab qilmoqda. Galogen uglerodlarning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan xlorini bog'lovchi metan ustida ham ayrim fikrlar mavjud. Keyingi yillarda laboratoriyalarda o'tkazilgan tajribalar bulutlardagi muz bo'lakchalarida o'tadigan geterogen reaksiyalarda azot oksidlarining faol o'rni borligini tasdiqladi.

Barrat, Solomon va boshqalar tomonidan «Nature» jurnalida e'lon qilingan maqolalarda ozon o'p'qonining paydo bo'lishi mexanizmida xloroksidi (ClO) ning dimerlanishi reaksiyasi ko'rsatilgan. Quyida arktika tajribalariga asoslanib o'p'qon hosil bo'lishida stratosferada qanday reaksiyalar sodir bo'lishi ifodalab berilgan:

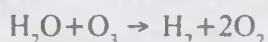
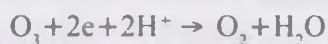


Reaksiya zanjir mexanizmida borganligi uchun ham juda ko'p bosqichda boradi va to'liq o'rganishni talab qiladi.

Gidrat kislotalarida ozonning parchalanishi radikal va fotokimyoviy reaksiyalar mexanizmi bilan bog'liqligi haqida ham ma'lumotlar bor. Suvning fazoviy o'tishi bilan bog'liq elektr kimyoviy reaksiyalar ham o'z rolini o'ynaydi. Muz yoki gidrat kristallchalarining vujudga kelishida qattiq yuzalarda elektr zaryadlari yig'iladi, buning natijasida vujudga kelgan potentsiallar farqi 300 V gacha boradi. Ozonni parchalash uchun hammasi bo'lib 2–2,5 V ga teng potentsiallar farqi yetarlidir. Fotokimyoviy reaksiyalarda ham, elektr kimyoviy reaksiyalarda ham suvning

faza o'zgarishlari tufayli o'ta faol reagentlar hisoblangan erkin elektronlar, erkin radikallar, ion radikallar vujudga keladi. Ular faqat yuqori haroratdagina amalga oshishi mumkin bo'lgan termodinamik qarshilikni yengib, qattiq sovuq sharoitda ham reaksiyani amalga oshiradi. Gidratlarni saqllovchi sistemalarda suvning faza o'zgarishlarida reaksiyaning tez o'zgarishi tajribada isbotlandi.

Gaz gidratlarida fotokimyoviy reaksiyalar samarali o'tadi. Qattiq fazalar nurlantirilganda fotoko'chish hodisasi, juda yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lgan erkin elektron va radikallar vujudga keladi. Ozon bo'lgan sharoitda termodinamik qarshilik kamayib, reaksiya tezligi oshadi va bu boshqa xil birikishlarga ham ta'sir etadi. Gidratlarning hosil bo'lishida xomashyo, shu jumladan, ozon ham konsentrlanadi, keyin fotoliz jarayonida yangi yuqori faollikka ega bo'lgan reagentlar erkin elektron va radikallar, elektronlar manbayi bo'lgan ion-radikallar hosil bo'ladi. Ularning ozon bilan reaksiyaga kirishishi quyidagi oddiy sxema bo'yicha o'tadi:



Bu reaksiyalar kislotali muhitda o'tadi. Bundan tashqari, quyidagi reaksiyalar ham amalga oshishi mumkin:

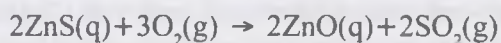


Atomar holdagi xlor bilan vodorod (HCl) freonlari suvning fotolizi natijasida vujudga keladi. Bu reaksiyalar laboratoriyada sinovdan o'tkazildi. Bundan «gaz gidratlari ozon kushandasi» degan xulosani chiqarish mumkin.

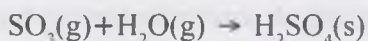
Agar V.P. Sarev bilan R.P. Povileykolarning taxmini amalda tasdiqlansa, ozonni saqlab qolishning muhim yo'llarini ishlab chiqish mumkin bo'ladi. Bugungi kunda atmosferaga chiqarib yuborilayotgan ozon kushandalari bo'lmish freonlar, azot-oltingugurt aralashmalari va boshqa gidrat hosil qiluvchilarni tezlikda kamaytirish kerak. Stratosferada gidratlar hosil bo'lishini oldini olishning birdan bir yo'li ko'p valentli metallarning tuzlari – elektrolitlar, shu jumladan, gaz gidratlarini parchalovchi floridlarni sohib yuborishdir. Ta'sir doirasi yuzlab kilometrga yetuvchi sistemadan foydalanish ham gaz gidratlarini parchalashda muhim ahamiyatga ega. Tezlikda ozon o'pqnining Arktika bilan Antarktidadan boshqa yerlarga tarqashining oldini olish darkor. Butun biosferani o'zgartirib yuborishi mumkin bo'lgan jarayonning oldi olinmasa, yomon oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Atmosferada oltingugurt birikmalari ham uchraydi. Ular vulqon gazlaridan ajraladi, shuningdek, organik birikmalarning bakteriyalar ta'sirida chirishidan hosil bo'ladi. Okeanlarda ham oltingugurt dioksidi hosil bo'ladi. Atmosferada tabiiy ravishda hosil bo'luvchi oltingugurt birikmalari miqdori juda oz, shu sababli ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. Ammo katta shahar va sanoat rayonlarida oltingugurt birikmalari miqdorining ko'payib ketishi xavfli vaziyat tug'dirishi mumkin. Havoni

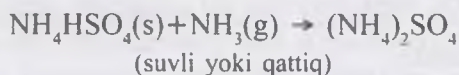
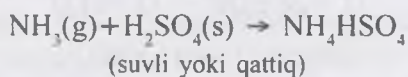
zaharlovchi gaz-oltingugurt dioksidi (SO_2) o'tkir hidli, sassiq va zararli moddalar dan biridir. Oltingugurtli rudalar kuydirilganda (metall sulfidi oksidlanadi) SO_2 miqdori ko'payib ketadi:



SO_2 gazi SO_3 gacha oksidlanganda uning zarari yanada ortadi. Atmosferadagi mayda zarrachalar katalizator vazifasini o'taganida bu jarayon yanada tezlashadi. Hosil bo'lgan SO_3 gazi suv tomchilari bilan birikib, sulfat kislota hosil qiladi:



Yomg'ir suvlarida sulfat kislota bo'lishi ko'llarda baliqlarning kamayib ketishiga va umuman, ekologik zanjirning buzilishiga olib keldi. Ammiak bor yerlarda kislota-asos reaksiyasi amalga oshib, ammoniy gidrosulfat $\text{NH}_4(\text{HSO}_4)$ yoki ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hosil bo'ladi:



Ko'pgina sanoat rayonlari osmonini qoplab oluvchi quyuq tutun yuqorida qayd etilgan tarzda havoda tarqalgan ammoniy sulfatdir.

Atmosferadagi SO_2 ni yo'qotishga doir jarayonlarning yo'qligi achinarli holdir. Lekin bu muammo hozirgi davrning kechiktirib bo'lmaydigan vazifalaridan biri ekanligini esdan chiqarmasligimiz lozim.

Avtomobillardan ajralayotgan gazlar tarkibida uglerod monoksidi ham bor. U tamaki tutunida ham anchagina miqdorda uchraydi. Bu modda inson qonidagi gemoglobin bilan barqaror kompleks hosil qilganligi sababli xavf tug'diradi. Atmosferada CO_2 miqdori ko'paygan sari qonning organizmga kislorod yetkazib berish xususiyati kamayib boradi. Bu insonning faol mehnat faoliyatini susaytiradi, uni lanj qiladi, mehnat unumdorligini pasaytiradi va shu kabi boshqa qator afsuslanarli hodisalarni keltirib chiqaradi.

Uglerod dioksidi bilan suv bug'i infraqizil nurlarni yutuvchi atmosfera komponentlari hisoblanadi. Shu sababli atmosferadagi uglerod dioksidning miqdori planetamizning ob-havo sharoitiga ta'sir etadi. Keyingi o'n yilliklarda ko'mir, neft, tabiiy gaz va boshqa mineral qazilma boyliklarining ko'plab yondirilishi hisobiga atmosferada CO_2 ning miqdori birmuncha ortib ketganligi sezilmoqda. Yoqilg'ilarning bunday tezlikda yondirilishida qisqa vaqt ichida planetamiz ob-havosida o'zgarishlar ro'y berishi turgan gap, degan fikrlar o'rta tashlanmoqda.

Dunyodagi millionlab avtomobillardan ajralayotgan gazlar miqdorini kamaytirish bilan bu muammolarni birmuncha hal qilish mumkin, degan fikrlar o'rta tashlanmoqda. Ammo bu choralarning ko'rilishi juda sekinlik bilan borayotganligi kishilarni tashvishga solishi lozimligi ko'rinib turibdi.

XX BOB

OZON QATLAMINI SAQLASH BO'YICHA XALQARO HAMKORLIK

Ozon qatlamini saqlashda Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT)ning atrof-muhitni muhofaza qilish programmasi (YuNEP) katta o'rin tutadi.

Ozon qatlamini muhofaza qilish bo'yicha xalqaro miqyosdagi ishlar o'tgan asr oxirlarida boshlandi va o'sha davrda mazkur masala bo'yicha konvensiyaga tayyorgarlik ko'rika boshlandi. Konvensiyani tayyorlash va ularni qabul qilish uchun o'n bir yil vaqt ketdi. «Ozon qatlamini muhofaza qilish bo'yicha Vena konvensiyasi» bu borada dastlabki qadam bo'ldi. Konvensiyani dunyoning 27 mamlakati va Yevropa Iqtisodiy uyushmasi imzoladi. Konvensiya dunyo bo'yicha xlorfforuglerodlar ishlab chiqarish, qo'llash va chiqarib yuborishni tekshirib turish haqidagi protokol rezolutsiyasini qabul qildi. Xlorfforuglerodlar bo'yicha ekspertlar ishchi guruhi (Vena guruhi) tuzildi. Monrealda 56 mamlakatning vakillari ishtirokida Xalqaro konferensiya o'tkazildi. Konferensiyada aerostollar, sovitkich qurilmalari va boshqa maqsadlarda qo'llanilayotgan xlorfforuglerodlarning yarmisini qisqartirish haqida qaror qabul qilindi va protokol tayyorlandi. Ozon qatlamiga ta'sir etadigan mahsulotlarning uchdan ikki qismini ishlab chiqaradigan mamlakatlar protokolni tasdiqladilar. Monreal va Venada qabul qilingan xalqaro muhim qarorlarni dunyo olimlari sidqidildan kutib oldilar. Italiya, Yaponiya, MDH va boshqa mamlakat vakillari ozon qatlamini buzuvchi moddalarni ishlab chiqarishni kamaytirish va ularni zararsizlari bilan almashtirish haqida fikr yuritdilar hamda bu masalani hal qilishda xalqaro kuchlarni birlashtirish zarurligini uqtirdilar. Germaniya, AQSH, Fransiya va Shvetsiyaning hamkorlikda yaratgan CHEOPS loyihasi ham bu borada ilk qadam bo'ldi. Ushbu loyihaning asosiy maqsadi Arktikaning Shpisbergen atrofidagi ozon qatlamini tekshirish va nazorat qilib turishdir. Tajribalar AQSH ning Chilinging Punta arenasida olib borgan ilmiy kuzatuvlari asosida o'tkazildi. Tajribalarda NASAning stratosferada ucha oladigan va zarrachalarni aniqlashga moslangan lazerli qurilma hamda masspektrometr bilan jihozlangan tezuchar tayyoralaridan foydalanildi. Fransiya bilan Germaniya laboratoriyalari hajmi 35–100 ming kub metrli 5 ta aerostat ajratdi. Bularning har birida 28 kilometr balandlikda tahlil uchun namuna oluvchi jihozlar o'rnatilgan bo'lib, keyin parashutlar yordamida yerga olib tushiladi. Olimlar Arktika ustidagi ozon o'pqqonining paydo bo'lishi Antarktidaniki singarimi yoki o'zgachami degan savolga javob izlash maqsadida mana shunday ishlarni boshlab yubordilar.

Ozon qatlami kamaygan sari, stratosfera soviy boshlaydi. Yer yuzasi va havo isib ketadi. Bu holatni karbonat angidridi (CO_2) tufayli vujudga keluvchi «parnik samarasi»ning zararli ta'siriga solishtirish mumkin.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2000-yil 24-yanvarda qabul qilgan «Ozon qavatini himoya qilish sohasidagi shartnomalar bo'yicha O'zbekiston Respublikasining xalqaro majburiyatlarini bajarish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori Vena konvensiyasi va Monreal protokolini qo'llab-quvvatlovchi davlat hujjati bo'lib mamlakatimiz ekologiyasini yaxshilashga qaratilgan muhim hujjatlardan biri bo'lib xizmat qiladi.

Ekologik vaziyatni yaxshilash maqsadida Nyu-Yorkda XX asr oxirida munitsipalitet (mahalliy o'z-o'zini idora qilish organi) tomonidan ekologik politsiya tashkil qilindi. Bunday xayrli ish boshqa mamlakatlarda, shu jumladan, bizning mamlakatimizda ham tashkil qilinsa yaxshi bo'lar edi. Ekologik politsiya shaharni har xil zararli chiqindilar bilan ifloslantiruvchi shaxslarni, zavod va korxonalarni izlab topadi, aybdorlarni jazolaydi hamda jarima soladi. Ob-havoning buzilishini nazorat qilish, suvlarni ifloslantirmaslik va tozalikni normada saqlab turish ham politsiya xodimi zimmasiga yuklangan. Ekologik politsiya xodimlari maxsus kiyim-kechak, respirator, qo'lqop, to'pponcha va boshqa zarur anjomlar bilan ta'minlangan bo'ladi.

Oqova suvlarni tozalash yo'llari. Akademik I.V. Petryanov tabiatning buyuk in'omlaridan biri bo'lgan suvni ulug'lab, o'zining unga bag'ishlangan maxsus kitobini «Dunyodagi eng ajoyib modda» deb atagani bejiz emas, albatta. Bu olim suv va tabiat boyliklarini toza tutish, ulardan ratsional foydalanish va kelajak avlod uchun saqlash sohasida katta ishlar qilayotgan yirik mutaxassisdir. I.V. Petryanov suvni e'zozlash zarur deydi, insoniyat va jonzo'tlar suv bilan hayot ekanligini ta'kidlaydi. Ammo dunyoning hamma yerida suvga e'tibor bilan qaralyaptimi, u e'zozlanyaptimi? Afsuski, unday emas.

Hozirgi vaqtda «oqova suvlar» atamasi ko'p korxona va sanoat birlashmalarida tez-tez tilga olinadigan bo'lib qoldi. Buning boisi korxonalardan oqib chiqayotgan suvlar ifloslanishi bilan bir qatorda, o'zida ko'pgina qimmatli komponentlarni ham oqizib ketmoqda. Oqova suvlar tarkibidagi zaharli va zararli moddalar dunyo okeanini bulg'ayapti. Suvlardagi kislota, ishqor, qo'rg'oshin, mis, simob, molibden, rux va shu kabi boshqa metallar-chi? Yiliga korxonalar hisobidan suvga oqib ketayotgan ming-ming tonnalab qimmatli metallar bilan bir qatorda tabiat in'omi – suv tarkibining ham o'zgarib borayotganligini hisobga olmoq zarur.

Mamlakatimizda bu masalalarga katta ahamiyat berilmoqda. Jumladan, yirik kimyo korxonalarida oqova suvlardan tuz, metall, kislota, ishqor va boshqa moddalarni tutib qoluvchi filtrlar, katalitik moslamalar, apparat, yondirish pechlari ishga tushirildi. Metanol va glikollarni ushlab qoluvchi qurilmalar ishga tushishi bilan suv havzalari zararli moddalar ta'siridan xalos bo'ldi.

Kimyo sanoatida suv ko'p ishlatilishi ma'lum. Shu sababli keyingi yillarda kam suv ishlatuvchi texnologik jarayonlarni ishga solish, oqova suvlarni toza saqlagan holda ulardan ko'p siklarda foydalanish yo'llari ishlab chiqildi. Oqova suvlar alohi-

da mexanik va kimyoviy tozalashdan o'tib, biologik inshootlarga va so'ngra adsorbsion tozalash kolonnalariga yuboriladi. Oqova suvlardan osh tuzi, sement shixtasi komponentlari va boshqa mahsulotlar olinmoqda. Bu ishlar korxonaga yiliga uch mln. so'm iqtisodiy samara berayapti.

Oqova suvlarni kalsiy va magniy karbonatlar, aluminiy va temir gidroksidlar yordamida tozalash yo'llaridan sanoat miqyosida foydalanilmoqda. Bu borada kremniy (IV) oksid, aluminiy oksid va sementlar ham keng ishlatilmoqda. Sho'r suvlardan chuchuk suv olishda oqova suvlardan turli metallarni ajratib olishda va boshqa maqsadlarda ionitlar ham qo'llanilmoqda. Dengiz va daryo suvlarini neftdan, moy va shu kabi boshqa mahsulotlardan tozalashda ham yuqorida aytilgan usullardan foydalaniladi.

Kimyo korxonalaridan osmonga ko'tariladigan gazlar tarkibidagi CO , CO_2 , SO_2 , qo'rg'oshin – rux hamda mishyak changi va boshqalar atmosferani ifloslantiradi. Hozirgi zamon texnikasi ana shu zararli aralashma va changlarni to'liq tutib qolib, ularni foydali ishlar uchun qo'llashga qurbi yetadi. Yaratilgan adsorbsion kolonnalar, filtr va turli yutkichlar havoni toza saqlash imkonini yaratadi. Hozirgi kunda atmosferaga ko'tarilayotgan gazlarning 70% dan ko'pi ushlab qolinmoqda. Bundan buyon atmosferani ifloslantiruvchi chiqindi gazlar miqdori yil sayin kamayib boraveradi. Tashkil etilgan yangi boshqarma, laboratoriya va bo'limlar atrof-muhitni muhofaza qilish bo'yicha ilmiy-koordinatsiya ishlari, loyiha va shu kabi boshqa muhim vazifalarni amalga oshirish bilan shug'ullanadilar. Har bir korxona va birlashma o'zida shunday isllar bilan shug'ullanuvchi bo'lim yoki gruppaga ega bo'lishi kerak.

Respublikamizda atrof-muhitni muhofaza qilish borasida diqqatga sazovor ishlar qilinyapti. Tabiatni muhofaza qilish viloyat bo'limlari ko'p sohalar bo'yicha nazorat ishlarini olib bormoqda. Oqova suvlardan metallarni ajratib oluvchi yangi ionitlar sintez qilinmoqda, sorbentlar sinovdan o'tayapti, yangi moslamalar ishga solinayapti. Oqova suvlardan xrom va ruxni ajratib olish sxemasi ishlab chiqildi. «Navoiy-azot» ishlab chiqarish birlashmasida kelajakda oqova suvlar hajmi sutkasiga 4000 m^3 ga yetadi. Bunday katta miqdordagi suvni tozalab, undan qayta foydalanish va ajratib olinuvchi mahsulotlardan foydalanish ko'zda tutiladi. Bu yangilik hozirgi kunlarda amalga oshirilmoqda.

Sement, ohaktosh, g'isht va boshqa qurilish materiallari korxonalarida ham pechlardan ajralib chiqadigan gaz hamda changlarni atmosferaga chiqarmaslik bo'yicha diqqatga sazovor ishlar qilinmoqda.

Chiqitsiz texnologiya – korxonada ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning hammasi xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladi, degan ma'noni anglamoq kerak. Reaktorlardan ajralgan chiqindi qayta ishlanib, kerakli mahsulotga aylantiradigan texnologiya chiqindisiz hisoblanadi. Qo'qon Moy kombinatida ilgari chiqindi hisoblangan danak, uzum va pomidor urug'laridan endi kosmetika hamda farmats-evtika uchun qimmatli mahsulotlar olinayotganligini qayd etish kerak. Danak po'stloqlaridan motorlarni tozalashda foydalanilmoqda.

Neftni qayta ishlash korxonalarida ham chiqitsiz texnologiya amalga oshirilgan. Neftdan olinuvchi barcha mahsulotlar xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llanilayotganligi hammamizga mal'um. Neftning chiqindisi bo'lgan asfalt va bitumlar ham hozir o'ta zarur mahsulotga aylandi.

Olmaliq, Navoiy va Chirchiqdagi kimyo korxonalarida ekologiya masalalariga katta ahamiyat berilmoqda. Kelajakda nafaqat mazkur korxonalar, balki respublikamizdagi barcha zavodlar, ishlab chiqarish birlashmalari, katta-yu kichik firmalar chiqindisiz texnologiyaga o'tkazilmoqda, ishlab chiqarilayotgan mahsulot va buyumlar ham jahon andozalari darajasiga keltirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Mirziyoyev Sh. M.* «Buyuk kelejagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz». –T.: «O'zbekiston», 2017.
2. *Mirziyoyev Sh. M.* «Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi». –T.: «O'zbekiston», 2017.
3. *Mirziyoyev Sh. M.* «Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz». –T.: «O'zbekiston», 2016.
4. *G.L. Miesler, P.J. Fisher, D.A. Tarr.* Inorganic Chemistru. New Iork (Fifth Edition). Person – 2014.
5. Inorganic Chemistru. For Dimmies. Mishael L. Matson, Alvin W.Orbaek, Hyuston, Texas.
6. *J.P. Fakler, Jr. Larru, R. Falvello.* Tehniques in Inorganik Chemistru. London, New Iork, 2011
7. *P.W. Atkins, T.J. Overton, J.P. Rourke, M.T. Weller, F.A. Armstrong.* Inorganik Chemistri. New York, 2015.
8. *D. Shrayver, P. Etkins.* Неорганическая химия (в двух томах, перевод с английского). М., «Мир». 2004
9. *Н.С. Ахметов.* Общая и неорганическая химия. «Высшая школа». М., 2002.
10. *К.М. Ahmerov, A. Jalilov, R.S. Sayfutdinov.* Umumiy va anorganik kimyo. T; «O'zbekiston», 2003, 2006.
11. *К. Хаускрафт, Э. Констбел.* Современный курс общей химии (т. 1, 2). М., «Мир», 2002 (перевод с английского).
12. *А.И. Горбунов.* Теоретические основы общей химии. – М., 2001.
13. *Н.Л. Глинка.* Задачи и упражнения по общей химии. Интеграл-Пресс. – М., 2002.
14. *Н.И. Павлов.* Общая и неорганическая химия. М.; Дрофа, 2002.
15. *N.A. Parpiyev, H. Rahimov, A.G'. Muftaxov.* Anorganik kimyoning nazariy asoslari. – T., «O'zbekiston», 2002.
16. *N.A. Parpiyev, A.G'. Muftaxov, H.R. Rahimov.* Anorganik kimyo. «O'zbekiston», 2003.
17. *Silberger M.S.* Chemist the molecular nature of matter and change / Martin S. Sibberger – 5th ed. p. cm. 2009.
18. *Teodore J. Brown, N. Eugene Le May, Catherine J. Mur phy, Matthew W. Stoltzfus,* Chemistry the central sience – Theirteenth edition. 2014. The Ohio State University.

Glossariy

Absolut temperature. Absolut nol ($-273,16^{\circ}\text{C}$) dan hisoblangan temperatura. Gazlar uchun Gey – Luyssak qonuni ma'lum.

Adgeziya. Turli moddalar zarralari orasida vujudga keluvchi kuchlar (masalan, suv va shisha orasida).

Addukt. Lyusi kislota – asos reaksiyasidagi kabi ba'zi molekulalarning bir-biri bilan shu nomli moddani hosil qilganda protonning bir o'xshash atomdan ikkinchisiga o'tishi (masalan, karbonat kislota.)

Adsorbsiya. Ba'zi moddalarning inert material yuzasida yutilish xususiyati.

Akseptor. Elektron juftini qabul qiluvchi atom yoki ion.

Aktiv metallar. Davriy jadvalning dastlabki ikki guruhi chap qismidagi tashqi-elektronli elementlar.

Aktiv loyqa. Oqova suvlarni tozalash vaqtida bakteriyalar hosil qiluvchi massa.

Alkazol (asidoz). Qon gemoglobinida kislorod ko'chish mexanizmining buzilishi.

Allotropiya. Bir elementning turli shakllarda mavjud bo'lishi. Kislorod bilan ozon yoki ko'mir, grafit, olmos bir-biri bilan allotroplar hisoblanadi.

Amorf modda. Atomda regularlik holati mavjud bo'lmagan qattiq modda.

Analeptik moddalar. (analeptiklar). Nafas olishni yengillashtiruvchi preparatlar. Bularga tetrazol hosilalari, masalan, korozol (VI), glutarimid, kordiamin (VIII), etimizol (IX) va boshqalar kiradi.

Analgetik dori-darmonlar. Og'riq qoldiruvchi dori-darmonlar. Bularga analgin, pirazonon, antipirin, amidopirin, fenatseton va boshqalar kiradi.

Anilin qorasi. Azin bo'yog'i, tarkibi to'la o'rganilmagan aralashma. Gazmolarni bo'yashda ishlatiladi.

Antipirin (fenazon). Pirazonlardan biri, achchiqroq ta'mga ega kristall modda. Suvda, xloroform, atsetonda yaxshi eriydi. Dietil efir, toluol va ligroinda yomon eriydi. Kuchsiz bir kislotali asos bo'lib, elektrofil o'rin almashadi. Shamollashga qarshi va og'riqni qoldirishda ishlatiladi.

Antirodlar. Turli plastiklar, rezina, surkov moylari, yonilg'i va boshqa materiallarning ionlashtiruvchi nurlanishga qarshi ishlatiladigan moddalar. Antirodlarning hamoya qilish mexanizmi to'la o'rganilmagan.

Antiseptik vositalar. Mikroorganizmlar tomonidan yog'och, plastmassa, gazmol, charm, oziq-ovqat mahsulotlarini buzilishidan saqlovchi vositalar.

Antiferment vositalar (ferment inkubatorlari). Fermentlar aktivligini kamaytirib, natijada organizmda ular substratlari konsentratsiyasini oshiruvchi moddalar. Bularga xomenesterizolar, monoaminooksidozalar va karbon angidrazalar kiradi.

Antifrizlar. Ichdan yonar dvigatellar, radioelektron apparatlar, sanoat issiqlik almashtirgichlari va nol gradusdan pastda ishlovchi uskunalarni sovitishda ishlatiladigan suyuqliklar. Etilenglikolning suvli eritmalariga korroziya ingibitorlari (Na_2HPO_4 , Na_2MO_4 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, KNO_3 , dekstrin, kaliy benzoat, merkaptobenzotiazol va boshqalar) qo'shilgan xillaridan keng foydalaniladi.

Apatit. Umumiy formulasi $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{X}_2$, bu yerda x – odatda F (ftorapatit), ba'zan (xlorapatit). Keng tarqalgan mineral, uning asosiy qismi fosforli o'g'itlar va tuzlar olishda, qora va rangli metallurgiya hamda keramika va shisha ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Argentometriya. Anionlar (galogenlar, CN^- , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} va boshqa) ionlarni aniqlashning titrometrik usuli. Bunda tadqiq qilinayotgan eritma standart eritma AgNO_3 bilan titrlanadi. Mor, Fayans va Fol gard usullari ma'lum.

Arsenatlar. Mishyak (As) ning kislorodli kislotalari. Oltin va platina gruppasi elementlaridan boshqa metallarning hammasida arsenatlar olingan.

Asbestlar. Tola tuzilishiga ega silikatlar shunday nomlanadi. Bular issiqlikni izolatsiya qilishda keng qo'llaniladi.

Asboplastiklar. Tarkibiga mustahkamlovchi modda sifatida asbest kukuni (presslangan va quyma massalar), tolalar (asbovoloknit), qog'oz (asbogetinaks) va gazmol (asbostekstolit) kiritilgan materiallar. Bular issiqlikka chidamli (250°C) gacha va o'tga chidamli material bo'lib, yuqori fraksion, elektroizolatsion va antikorrozion xususiyatga egadir.

Assimetrik sintez. Assimetrik agent yordamida amalga oshiriluvchi jarayon bo'lib, ikki xil bo'ladi: xususiy va absolut assimetrik sintez. Mazkur sintez yordamida optik aktiv moddalar sintez qilinadi.

Atmosfera. Yer yuzining gaz bilan o'ralgan qobig'i. U yer yuzining 1500 km balandligigacha yoyilgan. Gazlar aralashmasidan iborat havo massasi $5,1 - 5,3 \cdot 10^{15}$ tonnani tashkil etadi. Toza havoning molekular massasi 28,966; 0°C da dengiz sathidagi bosim 1013,25 gPa; kritik temperatura – $140,7^\circ\text{C}$, kritik bosim 3,7 MPa 0°C da havoning suvda erishi 0,036% ni, 25°C da esa – 0,22% ni tashkil etadi.

Atmosferadagi korroziya. Metallarning yer qatlamidagi parchalanishi. Jarayon tezligi ob-havo va uning tarkibiy qismiga bog'liqdir.

Atom. Kimyoviy elementning eng kichik zarrachasi, uning xossalarini o'zida namoyon qiladi. Har bir element o'ziga tegishli atomlar majmuasidan tashkil topadi. Atom massasi uning yadrosi massasiga teng bo'ladi.

Atom massasi. Elementning uglerod birligida ifodalangan atom massasidir. Bit-ta kimyoviy element izotoplarining atom massasi har xildir. Atom massasi mass spektrometriya usulida topiladi.

Atom radiusi. Har bir atom elektronlarining yadroga nisbatan joylashganligini belgilovchi kattalik.

Atom spektrlari. Erkin yoki kuchsiz bog'langan (masalan, gazlar yoki bug'lar) atomlarining nurlanishidan hosil bo'luvchi optik spektrlar. Har bir element o'z atomining spektriga ega bo'lishi aniqlangan.

Aerозollar. Gaz dispers sistemali muhit, hamda qattiq yoki suyuq dispers fazoli dispers sistemalardir. Hosil bo'lishi jihatidan bular kondensatsion va dispergatsion-larga bo'linadi.

Barometr. Atmosfera bosimini o'lchovchi asbob. 700 mm simob ustuniga teng bosimni ushlab turadigan bosim standart atmosfera bosimi hisoblanadi. 1mm simob ustuniga teng bosim birligi, barometrni ixtiro qilgan italyan olimi Evengelista Tor-richelli nomidan olinib torr deb ataladi, ya'ni 1mm s.u.=1 torr.

Bosim. Bir jismning ikkinchisini yuzasiga ta'sir kuchlari intensivligini belgi-lovchi fizik kattalik. Si sistemasida bosim (p)ning birligi Paskal (Pa) hisoblanadi. 1 Pa=1N/m² [Birlik sifatida yana bar, atmosfera va kg/sm² dan ham foydalaniladi. 0,1 MPa=1 bar=1,0197 kgs/cm²=0,98692 atm. Normal bosim 101325 Pa ga teng.

Beta – zarracha. Elektronlar bog'lami bo'lib, ular ⁰e ko'rinishda ifodalanadi. Nol indeksi elektron massasiga nisbatan juda kichikligini anglatadi. -1 indeks qara-layotgan zarraning manfiyligi va proton zaryadiga teskariligini bildiradi.

Bimolekular reaksiyalar. Bir dona molekula ishtirokida boradigan reaksiyalar monomolekular yoki shu bir bosqichli reaksiyada ikki molekula ishtirokida borsa bimolekular va uchta molekula qatnashganda uch molekularli reaksiya nomi bilan yuritiladi.

Bufer eritmalar. Ko'pgina suvli eritmalar ga ozroq miqdordagi kislota yoki ishqor qo'shilganda o'zining vodorod ko'rsatkichi pH ni o'zgartirmaydi. Bunday eritmalar buffer eritmalar deb ataladi.

Valentlik. Elementning kimyoviy bog'lanish hosil qilish xususiyati valentlikdir. Hozirda kimyoviy bog'lanishda ishtirok e'tuvchi elektronlar valent elektronlari si-fatida qaraladi va nuqtalar (boshqacha aytganda Lyuis belgilari) bilan ifodalanadi.

Vodorod bog'lanish. Suvda mavjud bo'lgan alohida xususiyatli molekulalararo ta'sir kuchlari. Muz vodorod bog'lanishga misol bo'ladi.

Vodorod ko'rsatkich (pH). Suvli eritmani kislotaligining miqdoriy xarakteris-tikasi. Neytral eritmaning pH i 7 ga tengdir. Umuman, vodorod ko'rsatkichni quyi-dagicha ifodalanadi:

$$pH = -\text{Lg}[H^+] = \text{Lg} \frac{1}{[H^+]}$$

Vodorod reaktivi. Vodorodning K- reagent bo'lib, molekular massasi 253,28, erish temperaturasi 206–208°C; λ_{maks} 283HM, $E=22,5 \cdot 10^3$; suvda eriydi (1 g 10 ml da), organik erituvchilarda yomon eriydi.

Vulkanizatsiya. Kauchukni oltingugurtlab rezinaga aylantirish texnologik jarayoni bo'lib, olinadigan buyumlarga zarur mustahkamlik, elastiklik, qattiqlik, yedirilish, qarshilik va boshqa foydali ekspluatatsion xususiyatlarni singdirish.

Galvanik elementlar. O'z-o'zidan boradigan har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida ajralib chiqadigan energiyani elektr tokiga aylantiradigan moslama. Bunda anod manfiy elektrod, katod musbat elektrod bo'lib xizmat qiladi. Akkumulatorlar ham galvanik elementlarga kiradi.

Gamma nurlar. Radiktiv elementlardan ajraluvchi nurlar (elektron oqimi).

Geometrik izomeriya. Molekular massasi sifat va miqdoriy tarkibi bir xil, ammo xossalari har xil bo'lgan moddalar *izomerlar* deyiladi. Geometrik izomeriya stereoizomeriyaning bir turi bo'lib, *sis – trans* izomeriya deb ham ataladi. Molekulasidagi bir xil guruhlar yonma-yon joylashgan isomer *sis* isomer, bir xil guruhlari bir-biridan uzoqda joylashganlar *trans* izomerlar deyiladi.

Gibridlanish. Molekulada atom orbitallarining erkin atomdan farqli o'laroq, qayta tuzilishining kvant kimyoviy ifodalanish usulidir. Bundan stereokimyoda foydalaniladi.

Gidrazin. N_2H_4 (diamid) formulaga ega, havoda tutovchi, qo'lansa hidli rangsiz suyuqlik. N–N bog'i uzunligi 0,1449 nm, N–H niki esa 0,1021 nm; HNH burchagi 106°. Hidrazin suv bilan istalgan nisbatda aralashadi, monogidrat hosil qiladi. Uning tetragidрати ham ma'lum. Kuchli qaytaruvchi, uning o'zi va birikmalari raketalar yoqilg'sining komponenti hisoblanadi.

Gidratlar. Suvning molekula, atom yoki ionlarga birikishining mahsulotidir. Bular gaz, suyuq va qattiq holda mavjud bo'ladi. Qattiq holdagilari kristallogidratlar nomi bilan ma'lum.

Gidritlar. Metallarning vodorod yoki vodorodga nisbatan pastroq, elektr manfiy metallmaslar bilan birikmalaridir. Hidritlarning oddiy, binar, kompleks va intermetallik xillari mavjud.

Dalton qonunlari. Gazlar aralashmasi bosimi to'g'risida bo'lib, ikki qonunni o'z ichiga oladi.

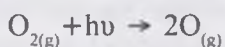
1. Gazlar aralashmasi bosimi ular parsial bosimi yig'indisiga tengdir.

2. Doimiy temperaturada gazlar aralashmasi komponentining mazkur suyuqlikdagi erishi shu komponent parsial bosimiga proporsionaldir va aralashma bosimi hamda boshqa komponentlar tabiatiga bog'liq bo'lmaydi. Ushbu qonunlar Dalton tomonidan 1801 va 1803-yilda e'lon qilingan.

Daniel-Yakobi elementi. Mis – ruxli galvanik element. Tegishliha CuSO_4 va ZnSO_4 eritmalariga tushirilgan Cu va Zn elektrodlaridan iborat bo‘lib, g‘ovak to‘siq bilan to‘silgan: $\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \mid \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$. Hozirda laboratoriyalardagi tadqiqotlarda qo‘llaniladi.

Dipol momenti. Molekulaning qutblilik o‘lchami (μ). U quyidagicha aniqlanadi: $\mu = Qr$, bu yerda Q dipol zaryadi, r – zaryadlar (musbat va manfiy) orasidagi masofa. Ikkitadan ortiq atomga ega molekula dipol momenti bog‘larining qutblanganligi va molekular geometriyaga bog‘liq bo‘ladi.

Dissosiatsiya. Atmosferaning yuqori qismida kislorod molekulasining foton yutishi natijasida ro‘y beradigan jarayonlar ham mavjud. Bu *foto dissotsiatsiya* deb ham ataladi. Kislorod molekulasining atomlarga dissotsiylanishi quyidagi sxema bilan amalga oshadi:



Diffuziya. Bir moddaning ikkinchi modda egallagan fazasida aralashuvi. Hidli moddalarning molekulari bino ichida tarqalishi ham *diffuziya* hodisasidir.

Zar suvi. Vodorod xlorid va nitrat kislota aralashmasi.

Zaryad. Elektr tokining mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan eng kichik qismi.

Zollar. Qattiq zarrachalarning suyuqliklardagi past dispersli sistemalari suspensiyalar, o‘ta yuqori disperslilari kolloid eritmalar yoki *zollar* deb ataladi. Bularni ko‘pincha liozollar deb ham ataladi. Agar dispersion muhit suvdan iborat bo‘lsa, bunday zollar gidrozollar, organik tabiatli suyuqlik bo‘lganida *organozollar* deb nomlanadi.

Izomeriya. Ikki, uchta yoki undan ortiq moddalar tarkibi bir xil bo‘lgan holda ba‘zi kimyoviy xossalari, rangi, erishi yoki reaksiyaga kirishish tezligi bilan birbiridan farqlanadi. Bunday moddalar *izomerlar* deb ataladi. Ular bir xil atomlar guruhiga ega bo‘lgan holda molekularida mazkur gruppalar turli joylashadi. Shu bois izomeriyaning koordinatsion, konfiguratsion, geometrik va optik xillari mavjuddir.

Izotoplar. Mazkur bir element atomlarining neytron sonlari va massalari bilan farqlanadigan moddalardir. $^{12}_6\text{C}$ yoki ^{12}C simvoli (ba‘zan uglerod – 12 deb ham yoziladi) 6 ta protonli va 6 ta neytronli uglerod atomi mazmunini anglatadi.

Ingibitor. Reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi modda.

Indikator. pH ni aniqlashda qo‘llaniladigan mahsus modda.

Ionlar. Elektr zaryadiga ega bir atomli yoki ko‘p atomli zarrachalar, masalan – H^+ , Li^+ , Al^{3+} , NH_4^+ , F^- , SO_4^{2-} . Musbat ionlar *kationlar*, manfiylari – *anionlar* deyiladi. Bir atomli ionlarning koordinatsion sonlari 4–8 atrofida bo‘ladi. Erkin holda gaz faza (plazma)da mavjud bo‘ladilar. Atomdan elektronni ajratish uchun sarflangan energiya *ionlanish energiyasi* deyiladi. Atomning ionlanishi uchun yetarli bo‘lgan maydon kuchlanishining eng kam miqdori *ionlanish potentsiali* hisoblanadi. (E‘V da ifodalanadi).

Ion bog'lanish. Teskari zaryadlangan ionlardan hosil bo'luvchi bog'lanish turidir. Bunda ionlar oddiy (masalan, Na^+ , K^+ kationlari, F^- , Cl^- anionlari) yoki murakkab (masalan, NH_4^+ kationi, OH^- , NO_3^- , SO_4^{2-} anionlari) bo'lishi mumkin. Ionlarning qutblash xususiyati, yani boshqa ionlarni deformatsiyalashi mumkinligi tajribalarda isbotlangan.

Ion radiusi. Ion o'lchamini xarakterlovchi kattalikdir. Mazkur kattalikni aniqlashda kristallar tuzilishini rentgen nurlari yordamida o'rganish samarali usullardan hisoblanadi. Bunda ionlar orasidagi masofani o'lchash muhim omillardan biridir. Davriy jadvaldagi guruhlarda yuqoridan pastga tushgan sari ion radiuslari kattalashib boradi.

Kalorimetriya. Issiqlik effektini aniqlash; qo'llaniladigan usul va uskunalar o'rganilayotgan jarayon xarakteriga bog'liqdir. Turli jarayonlarda jism uzatadigan yoki yutadigan issiqlik miqdorini o'lchaydigan asbob *kalorimetr* deb ataladi.

Katolozator. Reaksiya tezligini oshiruvchi.

Kvant. Nur energiyasining eng kichik zarrachasi.

Kvant sonlari. Atomning orbitallardagi elektronlari harakati natijasida vujudga kelgan energiyani bog'lovchi miqdor.

Kinetik energiya. Harakat energiyasidir. Tana kinetik energiyasi uning massasi (m) va tezligi (v)ga bog'liq bo'lib, quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Si sistemasida energiyaning o'lcham birligi qilib *joul* qabul qilingan. $1\text{J} = 1\text{kg m}^2/\text{s}^2$.

Kovalentlik. Atomning juftlashmagan elektronlari sonini bildiruvchi omil.

Kolchedan. Temir, mis, rux va boshqa rangli metallar sulfidi.

Konsentratsiya. Eritmada erigan modda miqdori.

Korroziya (Zanglash). Atrof-muhitning ta'siri ostida metallarning o'z-o'zidan zanglab chirishi yoki parchlanishi. Korroziyaning xillari ko'p bo'lib, ularga qarshi kurashishda *ingibitorlardan* foydalaniladi.

Kremniyorganik birikmalar. Tarkibida Si – C bog' mavjud birikmalar. Ba'zan tarkibida kremniy bo'lgan barcha organik birikmalarni ham shunday atashadi. Bu birikmalarning organogalogenlar, alkoksisilanlar va aroksilanlar kabi guruhlari ma'lum.

Lantanoidlar. Davriy sistemaning 57–71 sonli 14 ta f – elementlar oilasi shunday nom bilan ataladi. Mazkur elementlar xossalari bo'yicha bir-biriga o'xshaydi. Birikmalarida +3 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Luminessent tahlil. Luminissensiyalanish hodisasiga asoslangan tahlil usullari yig'indisi. Ultrabinafsha (UB) – nurlari orqali tadqiq qilinayotgan moddani qo'zg'atishga asoslangan (fotoluminisensiya) tahlil usuli keng qo'llaniladi. Mazkur

tahlil sifat va miqdoriylarga bo'linadi. Bularning *fluorescent*, *fosforessent* va *hemiluminescent* xillari ma'lum.

Magnitlik xossasi. Moddaning magnit maydoniga tortilishidir. Oddiy molekula ega kislorod boshqalardan farqli o'laroq, paramagnitlik xossasini namoyon qilishi bilan ajraladi. Buni magnit yordamida probirkaga solingan suyuq kislorodda ko'rish mumkin.

Metall bog'lanish. Miqdorlari bir-biriga teng bo'lgan harakatchan elektronlar bilan metall ionlari orasidagi tortishuv kuchlari hisobiga paydo bo'lgan bog' *metall bog'lanish* deb ataladi. Metalldagi har bir atom bir necha qo'shni atomlar bilan bog'liq bo'ladi. Erkin harakatlanuvchi elektronlar tufayli elektr o'tkazuvchanlik yuzaga keladi.

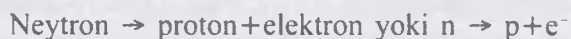
Molekula. Ikki yoki undan ortiq atomlardan tashkil topgan va erkin mavjud bo'la oladigan zarracha.

Molekular orbitallar. Atom orbitallari molekulada ma'lum energetik holatlardagi elektronlar ko'rinishida bo'ladi. Kvant mexanikasi ta'limotiga ko'ra shunga o'xshash ravishda molekulada ham elektronlar ma'lum energetik holatda harakatda bo'ladilar. Molekulalar atomlarga qaraganda murakkabroq tuzilishga ega bo'lishlari bois ularning orbitallari ham atomlarnikiga qaraganda murakkabroq tuzilishga ega bo'lishi tabiiy, albatta. Bu borada ma'lum qoidalar mavjud bo'lib, asosiysi «bog'lovchi» va «ajratuvchi» molekulyar orbitallarning xususiyatlaridir.

Monomolekular reaksiyalar. Bir bosqichli jarayonda bitta molekula ishtirok etuvchi reaksiyalar *monomolekular reaksiyalar* hisoblanadi. Shunday sharoitda ikkita molekula ishtirok etganlari bimolekular va uchta molekula ishtirok etganlari uch molekuli reaksiyalarga misol bo'ladi. Azot monoksidi NO bilan ozon O₃ reaksiyasi bimolekular reaksiyalarga misol bo'ladi. Ko'pgina kimyoviy jarayonlarning monomolekular va bimolekular bosqichlarda amalga oshishi ma'lum. Har bir bosqich elementar reaksiyalar nomi bilan yuritiladi.

Neytrallash reaksiyalari. Kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan reaksiyaga kiritib, oxir-oqibatda, bir jarayon – vodorod va gidroksil ionlaridan suv molekulasini hosil bo'lish reaksiyalaridir.

Nuklon. Yadroviy jarayonlarda ishtirok etuvchi zarrachadir. β – yemirilishda vujudga keladigan bitta elementar zarracha bo'lib, proton va neytronning holat ko'rinishlaridir (nuklon **lotincha nukleus** – yadro demakdir). Jarayonning sxematik ko'rinishi quyidagicha:



Sxemadan ko'rinadiki, jarayonda elektron «tug'iladi». Proton neytronga ham aylanishi mumkin: $\text{proton} \rightarrow \text{neytron} + \text{positron yoki } p \rightarrow n + e^+$

Proton va neytronning bir-biriga aylanish jarayonida boshqa elementar zarrachalar, masalan, neytrino va antineytrinolar ham hosil bo'lishi o'rganilgan.

Nyuton. Si sistemasidagi kuch birligidir; H bilan ifodalaniladi; $1H = 1\text{kg} \cdot \text{m}/\text{c}^2$

Ozon. Kislorod yoki havodan elektr uchqunlari oqimi o'tkazilganda hosil bo'luvchi o'ziga xos hidli modda. U kislorodning allotropik ko'rinishidir. Ozonning molekular massasi 48 ga tengligidan uning tarkibida uchta kislorod atomi mavjudligi ko'rinadi. Uni azonator nomli priborda olinadi. Oddiy sharoitda gaz, kisloroddan sovitish orqali ajratiladi. — $111,9^\circ\text{C}$ da 100 hajm H_2O da 49 hajm ozon eriydi. Zaharli, havodagi mumkin bo'lgan konsentratsiyasi miqdori $10^{-5}\%$ atrofidadir. Yer qobig'ining uncha baland bo'lmagan atmosfera qatlamidagi miqdori $10^{-7} - 10^{-6}\%$ atrofidadir. U atmosferada momaqaldiroq paytlarida hosil bo'ladi.

Oksidlar. Elementlarning kislorodli birikmalari.

Oksidlovchilar. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi *oksidlovchi* moddalaridir. Bular elektronga moyilligi bilan xarakterlanadi, boshqa moddalardan elektronlarni tortib olib ularni oksidlaydi. Bunda oksidlovchi elektronni biriktirgani holda o'zi qaytariladi. Shunga o'xshash qaytarilishni amalga oshiruvchi modda *qaytariluvchi* deyiladi. Reaksiyada qaytariladigan modda doimo oksidlovchi, oksidlanayotgan modda esa — qaytaruvchi hisoblanadi.

Orbita. Atomda elektronning harakat yo'li.

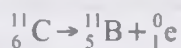
Osmos. Zarrachalarning bir yoqlama diffuziyasi.

Osmotik bosim. Yarimo'tkazgich membrana orqali erituvchi molekulalarning (erigan moddani emas) birmuncha suyultirilgan eritmadan konsentrlanganroq eritmaga o'tishi *osmos* deyiladi. Toza erituvchining eritmaga osmosini to'xtatish uchun zarur bo'lgan bosim osmotik bosim deyiladi. Osmotik bosim eritma konsentratsiyasi bilan quyidagi bog'lanishga egadir:

$\Pi = MRT$, bu yerda M — eritma molyarligi, R — molyar gaz doimiysi, T — absolut temperatura.

Parsial bosim. Oddiy sharoitda har xil gazlar bir-biri bilan ixtiyoriy nisbatlarda aralasha oladilar. Bunda aralashma tarkibiga kiruvchi har bir o'zining parsial bosimi bilan xarakterlanadi. U shunday bosimki, garchand bir o'zi shu temperaturadagi aralashma egallagan hajmdagi gaz miqdoriga teng bosim o'rmini bosa oladi. Bu borada Dalton qonuni ma'lum.

Pozitron. Massasi elektronning massasiga teng, ammo qarama-qarshi zaryadga ega zarrachadir. Pozitron ${}^0_1\text{e}$ ko'rinishdagi simvolda ifodalanadi. Pozitron hosil qilishi ma'lum bo'lgan izotop sifatida uglerod — ${}^{11}\text{C}$ ni ko'rsatish mumkin:



Potensial. Qabul qilingan ma'lumotlarga qaraganda yarim reaksiyalar potensialini standart qaytarilish potentsiallari sifatida qabul qilinib, ularni oddiy ravishda elektrod potentsiyallari deb ataladi. Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini o'zaro

mujassamlashtirgan holda ularning elektrod potentsiallari orqali turli galvanik elementlarning standart E.YU.K. larini hisoblash mumkin.

Radioaktivlik. Atom yadrosidan zarrachalar chiqishi yoki nurlanishining o'z-o'zidan amalga oshuvi radiaktivlik deyiladi. Uni 1896-yili Anri Bekkerel kashf qilgan. Radioaktivlikka ega izotoplar ma'lum.

Semimetallar. Metallar bilan nometallar orasidagi ajralish chizig'ida yotgan elementlarga *semimetallar* deyiladi. Bular oraliq xossa-xususiyatga ega bo'ladi, bularga misol qilib surma (Sb)ni ko'rsatish mumkin. Mazkur elementlarni ko'pincha semimetallar (yarim metallar) yoki metalloidlar nomi bilan ataydilar.

Silikatlar. Keng tarqalgan minerallar bo'lib, yer qa'rining 90 % ga yaqini shu moddalardan tashkil topgan (kvars SiO_2 shu hisobda). Bitta granit mineralida, masalan, 100 kg da, 50 % kislorod va 25% kremniy bor. Undan tashqari taxminan 8kg aluminiy, 5 kg temir, 90 g marganes, 20 g nikel va 10 g mis uchraydi. Silikatlardan shisha, sement, keramik mahsulotlar va shu kabi materiallar olish maqsadga muvofiqdir.

Sluda. Alumosilikatlardan hisoblanuvchi mineral bo'lib, muskovit nomi bilan ma'lum. Kimyoviy formulasi $\text{KA}/_2(\text{A}/\text{Si}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$. Qavatli silikat $\text{Si}_4\text{O}_{10}^{4-}$ ning chorak qismi aluminiy atomlari bilan almashtirilishi natijasida qavatli tarkibga ega tuzilishli $\text{AlSi}_3\text{O}_{10}^{5-}$ hosil bo'lishiga olib keladi, bu mineral tarkibida mavjuddir. Sluda qavatlar talk silikatinikiga qaraganda birmuncha mustahkamligi bilan ajraladi.

Sulfidlar. Kimyoviy elementlarning oltingugurtli birikmalari. Ularga ZnS, CdS, As_2S_3 , Bi_2S_3 va boshqalar misol bo'la oladi.

Talk – tekis listlardan iborat strukturaga ega bo'lgan mineral. Formulasi $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ bo'lib, qavatlarining sirg'anishi grafitnikiga o'xshaydi. Shu bois uning kukuni sirg'anchiq bo'ladi.

Titrlash. Ma'lum konsentratsiyali eritmani boshqa e'ritmaga qo'shish natijasida ularda erigan moddalarning kimyoviy reaksiyasi tamomlanmagan operatsiyani shunday nom bilan ataydilar. Aralashmalar tahlilida ushbu yo'ldan keng foydalaniladi. Ma'lum konsentratsiyali eritma *standart eritma* sifatida qaraladi va mazkur ibora bilan belgilanadi. Titrlanayotgan eritma ko'pincha noma'lum deb nomlanadi. Biri-kayotgan moddalarning miqdorlari stexiometrik ekvivalentlari tenglashgan titrlash momenti titrlashning ekvivalent nuqtasi deyiladi. Ba'zan kislota-asos indikatorlaridan foydalaniladi.

Uglerod. Tabiatda erkin va ko'pdan ko'p birikmalar holida uchraydi. Erkin uglerod ko'mir, grafit va olmos ko'rinishida mavjud bo'ladi. Hozir karbin, fulleren kabi va boshqa allotropik shakllari topilgan.

Uran. 1789-yil ochilgan, lekin toza holdagisi 1841- yildagina ajratib olingan. Yer qa'ridagi miqdori $3 \cdot 10^{-4}\%$ (massa bo'yicha), metall hisobida $1,3 \cdot 10^{14}$ tonnani tashkil etadi.

Faza. Bir xil zarrachalar sistemasi.

Fizik xossa. Mazkur moddaning kimyoviy tabiati o'zgarishi bilan bog'liq bo'lmagan xossasidir. Unga qaynash, suyulish, uchish, cho'zilish, yassilanish, erish yoki boshqa shu kabi o'zgarishlar kiradi.

Flotatsiya. Sulfid rudalarini ajratish, boyitish jarayonidir. Mis, rux va qo'rg'oshin rudalari flotatsiyasida ruda (pulpa)ni moy, suv va sitr-aktiz moddalar yoki flotatsion reagentlar bilan aralashtiriladi. Aralashmadan havo o'tkazilganda mineral zarrachalar moy ko'pigi bilan suv yuzasiga qalqib chiqadi va ajratib olinadi. Mazkur jarayon samarali va metallurgiyada keng qo'llaniladi.

Fluorit. Plavik shpati CaF_2 , galoidli birikmalari minerallaridan biri. Kub shaklli kristall, rangsiz. Metallurgiyada flus material sifatida, kimyo va texnologiyasida xomashyo sifatida qo'llaniladi.

Fosfatlar. Fosfat kislotaning o'rta tuzlari hisoblanadi. Nordonlari esa *gidrofosfatlar* nomi bilan ma'lum. *Digidrofosfatlar* ham bor. Fosfatlar suvli eritmalarda gidrolizlanadi. Fosfatlar suvni yumshatadi, korrozion aktivligini pasaytirishda, bug' qozonlari quyqalarini tozalashda, ba'zi yuvuvchi vositalarni olishda ishlatiladi. Fosfatlardan turli xildagi o'g'itlarni ishlab chiqarishda ham keng foydalaniladi.

Freon. Sovitkich suyuqligi.

Xloratlar. Xlorning kislorodli birikmalari bo'lib, beqarorroq moddalar sinfiga kiradi. Kuchli oksidlovchilar, oqartirgichlar, dizinfeksiya vositalari sifatida qo'llaniladi. Gugurt sanoatida, pirotexnikada foydalaniladi.

Xloridlar. Xlorid kislota tuzlari hisoblanadi. Ko'plari suvda eriydi. Kumush, qo'rg'oshin, mis va simob xloridlari kam eriydi. Vakillaridan NaCl , KCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , AgCl va boshqalari kimyo sanoatida, meditsinada, fotografiya va oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi.

Xlorformetanlar. Bular ko'p vaqt davomida sovitish uskunalarida xladagentlar sifatida qo'llanilib kelingan birikmalardir. Osmonga ko'tarilganda ozonni parchalashga sababchi bo'ladilar. Hozirgi vaqtda ulardan kamroq foydalanilmoqda, o'rniga zararsiz uglevodorodlardan tayyorlangan moddalar ishlatila boshlandi.

Sement. Vakillaridan biri portlandsementdir. Uni ohaktosh, qum, tuproq aralashmasini pechda 1500°C atrofida qizdirib olinadi. Olingan massa maydalanganidan keyin unga ozroq miqdorda gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qo'shiladi. Mazkur sementbeton tayyorlashda ko'plab ishlatiladi.

Sementit. Perlitli nomini olgan po'lat strukturali modda temir va Fe_3C birikmasining geterogen aralashmasidan iborat bo'lib, «sementit» deb ataladi. U qurilishlarda keng qo'llaniladi.

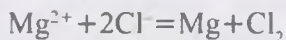
Cho'yan. Domna pechlarida olinadigan temir – *cho'yan* deb ataladi, uning tarkibida 5% gacha uglerod va 2% atrofida boshqa aralashmalar bo'ladi. U texnika, sanoat, qurilish va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Shlaklar. Rudalar minerallar yig'indisidan tashkil topgan bo'ladi. Metallar ajratib olinadiganlari rudali minerallar nomi bilan yuritiladi, qolganlari esa *bo'sh jinslar* deyiladi. Bular, odatda, qiyin eriydigan qum, tuproq, ohaktoshlar kabi jinslardir. Metall eritishni osonlashtirish maqsadida rudaga flyuslar deb ataluvchi birikmalar aralashtiriladi. Flyuslar bo'sh jinslar bilan yengil eruvchan birikmalar – shlaklarni hosil qiladi. Bular erigan metall yuzasida yig'ilib, keyin ajratib tashlanadi.

Ekvivalent. Sakkiz massa qism kislorod yoki 1,0079 massa qism vodorod bilan birikadigan elementning massa miqdori, kislorod va vodorod birikmalarida shuncha miqdordagiga almashinishini *element ekvivalenti* deyiladi. Ekvivalentlar, odatda, turli birikmalarni tahlil qilib, bir element o'rnini ikkinchisiga almashinishi natijasiga qarab topiladi. Bir element ekvivalenti turlicha bo'lishi mumkin. Ekvivalentlar qonuni shunday ta'riflanadi: «Moddalar bir-biri bilan o'zlarining ekvivalentlariga mos ravishda birikadilar».

Ekzotermik reaksiyalar. Issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalardir. Bularga misol qilib metan, etan, ko'mir, yog'och yoki boshqa moddalarning oksidlanishi (yonishi)ni ko'rsatish mumkin.

Elektroliz. Ergan modda yoki elektrolit eritmasidan elektr toki o'tkazilganda boradigan jarayonlar majmuasidir. Magniy xlorid eritmasi elektrolizi ushbu jarayonga misol bo'la oladi:



Elektrolitlar. Suvli eritmaları elektr tokini o'tkazuvchi moddalardir. Bunga misol qilib osh tuzi eritmasini olish mumkin. 1 molyarli NaCl eritmasining bir 1 mol Na^+ ionlari va 1 mol Cl^- ionlari mavjud bo'ladi. NaCl eritmada to'la ravishda ionlanadi.

Elektron buluti. Elektronlarning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan faza.

MUNDARIJA

So'zboshi	3
Kirish	5
I bob. Umumiy kimyo	
1.1. O'lchov va birliklarning metrik sistemasi.....	9
1.2. Atom-molekular ta'limot	9
1.3. Kimyoviy element	11
1.4. Toza modda va aralashmalar.....	12
1.5. Anorganik birikmalar nomenklaturasi.....	13
1.6. Kimyoning stexiometrik qonunlari	14
II bob. Atom tuzilishi	
2.1. Atomlar	21
2.2. Atom massasi va uning o'lchami	24
2.3. Atom tuzilishi.....	26
2.4. Atom spektrlari	27
2.5. Atom tuzilishi nazariyalarining rivojlantirilishi.....	33
2.6. Zarrachalarning to'liq xususiyatlari	37
2.7. Massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniyatlari.....	38
2.8. Kvant mexanikasi. Shredinger tenglamasi	43
2.9. Vodorod atomining tuzilishini kvant-mexanik nazariya asosida tushuntirish	46
2.10. Atom elektronlarining kvant soni	49
2.11. Ionlanish energiyasi va elektronga moyillik.....	56
III bob. Elementlar davriy sistemasi	
3.1. Davriy sistemaning tuzilishi.....	63
3.2. Atom tuzilishi va elementlarning davriy sistemasi	67
IV bob. Molekula tuzilishi va kimyoviy bog'lanish	
4.1. Molekulalar, ionlar, erkin radikallar	73
4.2. Kimyoviy bog'lanish va valentlik haqidagi tasavvurlar.....	74
4.3. Kimyoviy tuzilish nazariyasi.....	75
4.4. Kimyoviy bog'lanish	78
4.5. Kimyoviy bog'lanishning asosiy xususiyatlari.....	80

4.6. Ion bog'lanish	88
4.7. Kovalent bog'lanish.....	91
4.8. Atomlarda valentlik holatlari va maksimal kovalentlik.....	94
4.9. Kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi.....	96
4.10. Kovalent bog'lanish xususiyatlari.....	98
4.11. Molekular orbitalar usuli.....	102
4.12. Molekulalarning dipol momenti.....	109
4.13. Molekulalararo ta'sir kuchlari	109
4.14. Ionlarning qutblanishi	113
4.15. Vodorod bog'lanish	115

V bob. Kimyoviy termodinamika

5.1. Yonish reaksiyasining issiqlik effekti	125

VI bob. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi va kimyoviy muvozanat

6.1. Formal kinetika	133
6.2. Kimyoviy reaksiyalar tezligi.....	134
6.3. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi.....	135
6.4. Reaksiya tezligiga temperaturaning ta'siri.....	137
6.5. Kimyoviy reaksiya tezligiga erituvchining ta'siri	138
6.6. Oddiy va murakkab reaksiyalar	140
6.7. Kimyoviy reaksiyalar tartibi	141
6.8. Kataliz.....	142
6.9. Kimyoviy muvozanat.....	144
6.10. Kimyoviy jarayonlarning yo'nalishi	149

VII bob. Eritmalar

7.1. Eritmalarning umumiy xossalari. Konsentratsiyani ifodalash usullari	153
7.2. Eruvchanlik.....	155
7.3. Osmotik bosim.....	156
7.4. To'yingan bug' bosimi.....	158
7.5. Elektrolitik dissotsiylanish nazariyasi. Kislota va asos nazariyalari.....	159
7.6. Gidroliz.....	165

VIII bob. Elektrokimyoviy jarayonlar

8.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	171
8.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari.....	174
8.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish.....	174
8.4. Galvanik elementlar	177
8.5. Elektroliz jarayonlari.....	182

15.5. Beshinchi grupp elementlarining tavsifi	321
15.6. Oltinchi grupp elementlarining umumiy tavsifi.....	324
15.7. Yettinchi grupp elementlarining umumiy tavsifi	329
15.8. Temir oilasi elementlarining umumiy tavsifi.....	334
15.9. Platina oilasi elementlarining umumiy tavsifi	338
15.10. O'n birinchi grupp elementlarining umumiy tavsifi.....	342
15.11. O'n ikkinchi grupp elementlarining umumiy tavsifi	345
XVI bob. Asl gazlarning umumiy xossalari.....	354
XVII bob. Bioneorganik birikmalar	357
XVIII bob. Metalloorganik birikmalar.....	359
XIX bob. Anorganik kimyo va ekologiya.....	364
XX bob. Ozon qatlamini saqlash bo'yicha xalqaro hamkorlik.....	371
Foydalanilgan adabiyotlar	375
Glossariy	376

U 52 Umumiy va anorganik kimyo [Matn] / Q. Ahmerov [va boshq.]
Toshkent : O'zbekiston, 2017. – 392 b.

KBK 24.1ya73

UO•K 546(075.8)