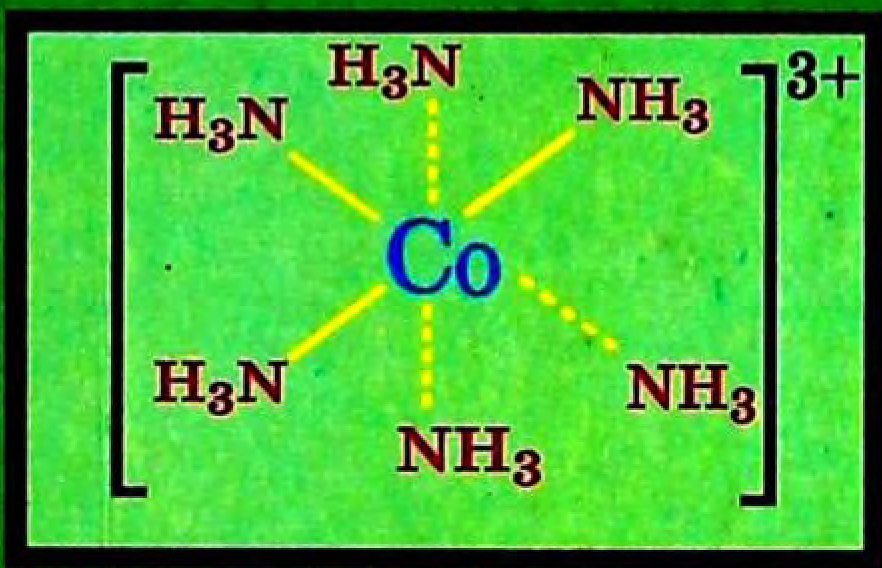
Т. Т. Кудайбергенов, С. М. Молдогазиева,
Г. И. Иманкулова

ЖАЛПЫ ХИМИЯ



11

ХИМИЯЛЫК ЭЛЕМЕНТТ
МЕЗГИЛДИК СИСТЕМАС
“УЗУН” ФОРМАС

	1A	2A	3Б	4Б	5Б	6Б	7Б	———	8Б
1	1 **H** Суутек 1,008								
2	3 **Li** Литий 6,941	4 **Be** Бериллий 9,012							
3	11 **Na** Натрий 22,99	12 **Mg** Магний 24,30							
4	19 **K** Калий 39,10	20 **Ca** Кальций 40,80	21 **Sc** Скандий 44,96	22 **Ti** Титан 47,88	23 **V** Ванадий 50,94	24 **Cr** Хром 52,00	25 **Mn** Мар- ганец 54,94	26 **Fe** Темир 55,85	27 **Co** Кобал 58,93
5	37 **Rb** Рубидий 85,47	38 **Sr** Стронций 87,62	39 **Y** Иттрий 88,91	40 **Zr** Цирконий 91,22	41 **Nb** Ниобий 92,91	42 **Mo** Молибден 95,94	43 **Tc** Технеций (98,91)	44 **Ru** Рутений 101,1	45 **Rh** Роди 102,9
6	55 **Cs** Цезий 132,9	56 **Ba** Барий 137,3	57 **La** Лантан 138,9	72 **Hf** Гафний 178,5	73 **Ta** Тантал 180,9	74 **W** Вольфрам 183,8	75 **Re** Рений 186,2	76 **Os** Осмий 190,1	77 **Ir** Ириди 192,2
7	87 **Fr** Франций (223,0)	88 **Ra** Радий (226,0)	89 **Ac** Актиний (227,0)	104 **Ku**	105 **Ns**	106	107	108	

Лантаноиддер	58 **Ce** Церий 140,1	59 **Pr** Празео- дим 140,9	60 **Nd** Неодим 144,2	61 **Pm** Прометий (144,9)	62 **Sm** Самарий 150,4	63 **Eu** Европий 152,0	64 **Gd** Гадоли- ний 157,2
Актиноиддер	90 **Th** Торрий 232,0	91 **Pa** Протак- тиний 231,0	92 **U** Уран 238,0	93 **Np** Непту- ний (237,0)	94 **Pu** Плуто- ний (244,1)	95 **Am** Амери- ций (243,1)	96 **Cm** Кюрий (247,1)

...ЕРДИН
...ЫНЫН
...И

ГАЛОГЕНДЕР → 7A

ИНЕРТТҮҮ ГАЗДАР → 8A

	1Б	2Б	3A	4A	5A	6A	7A	8A
								2 **He** Гелий 4,003
			5 **B** Бор 10,81	**6** **C** Көмүртек 12,01	**7** **N** Азот 14,01	**8** **O** Кычкылтек 16,00	**9** **F** Фтор 19,00	**10** **Ne** Неон 20,18
			13 **Al** Алюминий 26,98	**14** **Si** Кремний 28,09	**15** **P** Фосфор 30,97	**16** **S** Күкүрт 32,07	**17** **Cl** Хлор 35,45	**18** **Ar** Аргон 39,95
28 **Ni** Никель 58,69	**29** **Cu** Жез 63,55	**30** **Zn** Цинк 65,39	**31** **Ga** Галлий 69,72	**32** **Ge** Германий 72,61	**33** **As** Мышьяк 74,92	**34** **Se** Селен 78,96	**35** **Br** Бром 79,90	**36** **Kr** Криптон 83,80
46 **Pd** Палладий 106,4	**47** **Ag** Күмүш 107,9	**48** **Cd** Кадмий 112,4	**49** **In** Индий 114,8	**50** **Sn** Калай 118,7	**51** **Sb** Сурьма 121,8	**52** **Te** Теллур 127,6	**53** **I** Йод 126,9	**54** **Xe** Ксенон 131,3
78 **Pt** Платина 195,1	**79** **Au** Алтын 197,0	**80** **Hg** Сымап 200,6	**81** **Tl** Таллий 204,4	**82** **Pb** Корго- шун 207,7	**83** **Bi** Висмут 209,0	**84** **Po** Полоний (209,0)	**85** **At** Астот (210,0)	**86** **Rn** Радон (222,0)

Металлдар ← → **Металл эместер**

65 **Tb** ...бий ...8,9	**66** **Dy** Диспро- зий 162,5	**67** **Ho** Гольмий 164,9	**68** **Er** Эрбий 167,3	**69** **Tm** Тулий 168,9	**70** **Yb** Иттер- бий 173,0	**71** **Ln** Лютеций 175,0
97 **Bk** ...клий ...7,1)	**98** **Cf** Кали- форний (251,1)	**99** **Es** Энштей- ний (252,1)	**100** **Fm** Фермий (257,1)	**101** **Md** Менде- леевий (258,1)	**102** **No** Нобелий (259,1)	**103** **Lr** Лоурен- сий (257,0)

ида ту...
уз айнан ухш...
хилда товушлар ком...
г халклари тилларда шакли ...
суз предмет сингари бир хил вазифа...
ан маънода ишлатилмас эди. Куп маънoли
илдаги айни бир суз оркали бир канча
<u>Тил</u>: анатомик жонли махлукнинг бир
али рус тили каби бирикмаларда тил
Тил тутиб келдилар гапида тил сузи

970917.

24.1 (кыр) Бек
К 88

Т. Т. Кудайбергенов, С. М. Молдогазиева,
Г. И. Иманкулова

ЖАЛПЫ ХИМИЯ

Орто мектептин
11-классы үчүн окуу китеби

Кыргыз Республикасынын Билим берүү
жана илим министрлиги бекиткен

Академик Ү. А. Асановдун
редакциясы боюнча жарык көрдү

241
ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ
КИТЕПКАНА
ИНВ № 970917

Бишкек
«Инсанат» – 2008

УДК 373.167.1
ББК 24.1я721
К 88

Рецензенттери: педагогика илимдеринин кандидаты, профессор *Кособаева Б. М.*,

Улуттук илимдер академиясынын эксперттик комиссиясынын жоопттуу кызматкери, химия илиминин кандидаты *Жуманазарова А. Ж.*,

Бишкек шаардык билим берүү башкармасынын башкы адиси, *Акматова Г. К.*

Кудайбергенов Т. Т., ж.б.

К 88 Жалпы химия: Орто мектептин 11-кл. үчүн окуу китеби/ Кудайбергенов Т. Т., Иманкулова Г. И., Молдогазиева С. М., – Б.: «Инсанат», 2008. 240 б.

ISBN 9967-23-831-3

Орто мектептин 11-классы үчүн «Жалпы химия» КРнын Билим берүү жана илим министрлиги тарабынан окуу китеби катары бекитилип, орто мектептер үчүн жаңы кабыл алынган (2006) программанын негизинде басмага даярдалды.

Негизги темалардын аягында аларды тереңдетип өздөштүрүү максатында суроолор жана маселелер келтирилген.

ШАРТТУУ БЕЛГИЛЕР:

? Суроолор

● Эрежелер

К 4306021500–06

УДК 373.167.1

ББК 24.1я721

ISBN 9967-23831-3

© Кудайбергенов Т. Т., ж. б., 2008.

© Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги, 2008.

© «Инсанат» басма-полиграфия борбору, 2008.

КЫМБАТТУУ ОКУУЧУМ!

«Жалпы химия» окуу китеби силер X класста окуган органикалык химия курсунун негизги учурларын кайталоо менен башталат.

Органикалык химия курсунда өтүлгөн жалпы закончеңемдүүлүктөр: органикалык заттардын түзүлүш теориясынын негизги жоболору, аларды далилдөөчү айрым фактылык материалдар, түшүнүктөр, органикалык заттардын ортосундагы генетикалык байланыштар, жаратылышты таанып-билүүдөгү органикалык химия илиминин орду ж.б. боюнча билимдер системалаштырылып, кыскача жыйынтыкталып каралат. VIII–IX класстарда өтүлгөн негизги түшүнүктөр (заттар, атом жана молекула ж.б.) валенттүүлүк, окистенүү даражасы, органикалык эмес заттардын негизги класстары, химиянын закондору боюнча илимий маалыматтар тереңдетилип, кайрадан каралып чыкты.

Окуу китебинин биринчи бөлүмүндө жалпы химиянын теориялык негиздери болгон атом-молекулалык окуу, атом түзүлүшү, квант теориясынын негизги жоболору, б.а. атомдогу электрондордун абалын мүнөздөөчү башкы, орбиталдык, магниттик жана спиндик кванттык сандары, атом түзүлүш теориясынын негизинде Д.И.Менделеевдин мезгилдик закону жана химиялык элементтердин мезгилдик системасы, химиялык байланыш, заттардын түзүлүшү боюнча билимиңер өркүндөтүлүп, белгилүү системада жалпыланат. Жалпы химия курсундагы материалдардын мазмуну кеңейтилип, тереңдетилип берилген.

Органикалык эмес жана органикалык химия курстарын өздөштүрүү учурунда ар түрдүү моделдерге, схемаларга жана таблицаларга таянып, анын негизги бөлүктөрүн ажырата билүү ыкмалары калыптандырылган. Силердин учурдагы милдетиңер ошол ыкмаларды өнүктүрүү, жалпы химия курсунда берилген материалдарды негизги теорияларга таянып, жогорку деңгээлде талкуу жүргүзүү, белгилүү жыйынтыкка келүү жана тиешелүү жерлерде өз алдыңарча схема таблицаларды түзүп, аны туура пайдалана билүү милдеттери турат. Берилген схема жана таблицаларды салыштырып, алардын негизги өзөгүн таап, аны башкалардан ажыратып билүүгө умтулушуңар керек.

Окуу китеби менен иштөөдөгү силердин иш аракетиңерди жеңилдетүү максатында негизги түшүнүктөр, закондор жана теориялык абалдарга берилген аныктамаларды калган бөлүктөрдөн айырмалап карартылган шрифттер менен берилди. Ошондой эле суроолор, көнүгүү жана маселелер, айлануулардын схемалары ар бир бөлүмдүн акырына топтоштурулган, ошол эле жерде айрым демонстрациялык тажрыйбаларды аткаруу техникасы, аудио жана кинофильмдердин үзүндүлөрү да көрсөтүлгөн.

Ар бир бөлүмдүн акырында берилген суроолорго толук жооп берсеңер, көнүгүү маселени чыгара алсаңар, заттардын генетикалык байланышын көрсөткөн айланууларын схемаларын иш жүзүнө ашыруучу химиялык реакциялардын теңдемелерин жазып, теңдей билсеңер, ар бир учурда пайда болгон заттарды кайсы класстын өкүлү экенин билип, алардын касиеттерин тиешелүү теориялардын, закон ченемдүүлүктөрдүн негизинде мүнөздөй алсаңар, анда ар бир бөлүмдүн материалдарынын мазмунун өздөштүргөн болосуңар.

Жогорку айтылгандарга жетишүү үчүн силерден өтө тырышчаактык менен системалуу түрдө талыкпай эмгектеништи талап кылат. Бөлүмдө берилген материалдардын ички мазмунун салыштырып анализдөө аркылуу алардын жалпылыгын жана айырмачылык жактарын ажырата билүү, билимди ыраатка келтирүү жалпылоонун негизги өзөгүн түзөт.

Салыштырып анализдөө менен бардык химиялык реакциянын типтеринде молекулалардын бузулушу, жаңы байланыштардын натыйжасында заттардын пайда болушу, химиялык реакцияларда айрым элементтердин окистенүү даражасынын өзгөрүүсү же өзгөрбөөсү менен жүргөндүгүн байкайсыңар. Баштапкы заттардын молекулалары бузулуп, аларды пайда кылган атомдор кайра жайгашуусу иондук жана радикалдык механизимде жүрөрү боюнча жалпы жыйынтык чыгарасыңар. Жалпы курстун алтынчы бөлүмүндөгү элементтердин химиясында мезгилдик системадагы негизги металл эместер жана металлдардын касиеттери, алардын түзүлүштөрү менен тыгыз байланыштуу экендиги, атомдун түзүлүш теориясына байланыштуу тереңдетилип баяндалат.

Урматтуу окуучулар! Орто мектептин химия курсун аяктап жатып, химия илимин өздөштүрүү татаал, көп эмгекти талап кылаарын байкадыңар. Ошону менен эле химия илими өтө кызыктуу. Химия илиминин жетишкендиктерин дүйнөнү таанып-билүүдө жана эл чарбасынын бардык тармактарында, күндөлүк турмушта пайдалангандыгыбызды сездиңер.

Химия илими боюнча билимиңерди өз алдыңарча өркүндөткүңөр келсе, башка кошумча адабияттарды, маалыматтамаларды пайдалансаңар болот. Химия боюнча билимиңер бардык кесиптеги адамдар үчүн керек. Адамдардын жаратылышка жасаган мамилесинде химиянын негизги закон ченемдүүлүктөрүн эске албаса экологиялык теңдештик бузулат. Биз химия илиминин мугалими катарында силерди химияга байланыштуу кесипти тандап алгыла деп үндөйбүз.

Авторлор

10-КЛАССТА ӨТҮЛГӨН ОРГАНИКАЛЫК ХИМИЯ БОЮНЧА БИЛИМДЕРДИ ЖАЛПЫЛОО

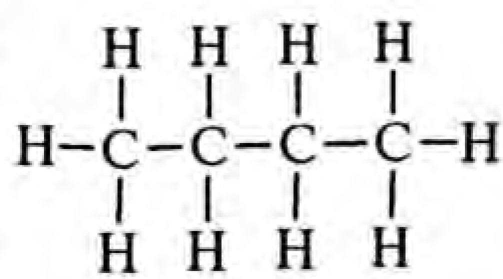
Органикалык химия курсу менен таанышууда практикалык мааниге ээ болгон заттар, татаал түзүлүштөгү белок, нуклеин кислоталары жөнүндө маалымат аласыңар. Азыркы илимде 10,5 млн. заттын түрү белгилүү болсо, алардын басымдуу көпчүлүгү органикалык заттар. Ушул фактылык материалдарды бириктирип туруучу А. М. Бутлеровдун органикалык заттардын түзүлүш теориясы менен негизги закон ченемдүүлүктөргө токтолуп өтөлү.

§ 1. Химиялык түзүлүш теориясынын негизги жоболору

Органикалык заттардын түзүлүш теориясы негизинен төрт жобо түрүндө берилгенин билесиңер. Эми ошол төрт жобонун алкагында илимий божомолдоо ыкмаларын пайдаланып, окулуп өтүлгөн заттардын түзүлүштөрүн жана касиеттерин, ар кандай заттардын мисалдарында аныктоого аракеттенели.

1. Органикалык заттардын молекулаларын түзгөн атомдор валенттүүлүккө жараша байланышып, белгилүү ырааттуулукта жайгашат.

Бул абал бардык органикалык заттардын класстарына мүнөздүү. Мисалы, C_4H_{10} – бутан бул бирикменин молекуласы эки түрдүү элементтен туруп, алар валенттүүлүктөрү толук каныккан абалда белгилүү бир тартипте орун алышат:



Бул бирикменин молекуласын түзгөн көмүртектин 4 валенттүүлүгү сакталып, өзү менен өзү жана суутек элементинин атомдору менен байланышты.

Ар түрдүү органикалык заттардын класстарынын айрымдарынан дагы мисалдар келтирели.

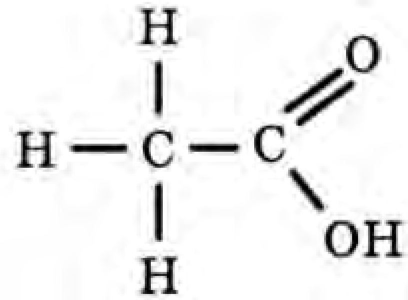
CH_3COOH – уксус кислотасы,

$HCHO$ – кумурска альдегиди,

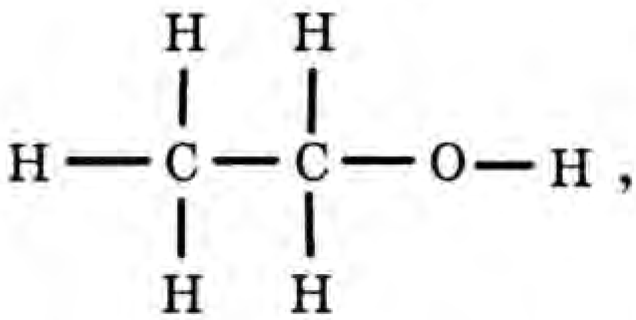
$CH_3 - CH_2 - OH$ – этил спирти.

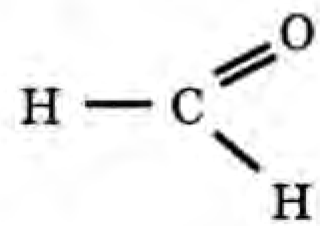
Ушул заттардын курамына кирген элементтердин валенттүүлүктөрү толук жумшалганча байланыш түзүшүп, андагы атомдордун жайгашуу ырааттуулугу алардын структуралык формулаларында толук чагылдырылган.

CH_3COOH – уксус кислотасынын структуралык формуласы төмөндөгүдөй жазылат:



Калган заттардын структуралык формулалары: CH_3CH_2OH – этил спирти жана $HCHO$ – кумурска альдегиди:





Жогорку мисалга келтирилген заттардын курамындагы бардык элементтердин валенттик электрондору химиялык байланышка катышып, коваленттүү уюлсуз жана аз уюлдуу заттардын молекулаларын пайда кылышты. Органикалык заттардын молекулалары пайда болууда коваленттик уюлсуз жана аз уюлдуу, сигма, π, пептиддик байланыштар басымдуу болсо, органикалык эмес заттарда коваленттик уюлсуз жана уюлдуу, иондук, металлдык, донор – акцептtодук ж.б. байланыштар мүнөздүү болушат.

2. Заттардын касиеттери анын курамындагы кайсы атомдор канча санда молекуланы түзгөнүнө жараша болбостон, молекуладагы атомдордун жайгашуу тартибине жараша болот.

Молекуладагы атомдордун жайгашуу ырааттуулугу өзгөргөн сайын жаңы заттар келип чыгат, б.а. изомерия кубулушу байкалат. Изомерия кубулушунун аныктамасын эсиңерге түшүргүлө. Заттардын курамындагы көмүртек атомунун саны өскөн сайын алардын изомерлерди пайда кылуу мүмкүнчүлүктөрү жогорулайт. Бутан жана пентандын изомерлерин эстегиле.

Изомерия кубулушу бүткүл органикалык заттардын класстарына мүнөздүү. Органикалык заттардын өтө эле көп түрдүүлүгүнүн бир себеби ушунда. Изомерлер көмүртек атомдорунун бутактанышынан, андагы кош үчтүк байланыштардын ордунан функционалдык топтордун ар кандай жайгашкандыгынан келип чыгат.

C_4H_6 формуласына туура келген кош байланыштын жайгашуу абалына туура келген изомерлердин формуласын жазалы:

$$\overset{1}{H_2C}=\overset{2}{CH}-\overset{3}{CH}=\overset{4}{CH_2},$$

1,3 – бутадиен

$$\overset{1}{H_2C}=\overset{2}{C}=\overset{3}{CH}-\overset{4}{CH_3}$$

1,2 – бутадиен

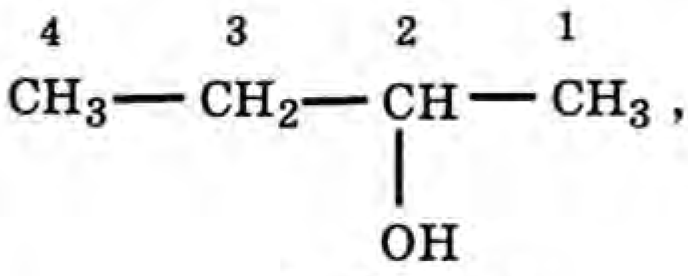
$$\overset{4}{CH_3} - \overset{3}{CH_2} - \overset{2}{C} \equiv \overset{1}{CH}\,, \qquad \overset{1}{CH_3} - \overset{2}{C} \equiv \overset{3}{C} - \overset{4}{CH_3}\,.$$

1 – бутин 2– бутин

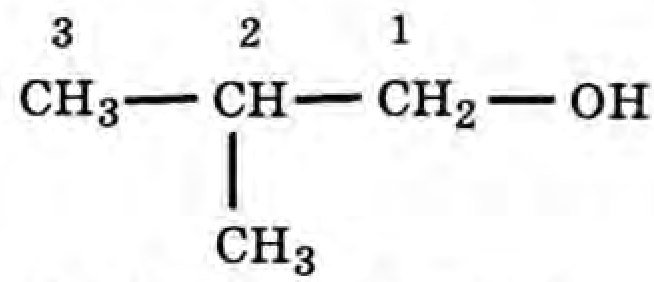
Углеводороддук радикалдар функционалдык топтун абалына карата изомерлердин пайда болушуна мисал келтирели. C_4H_9OH – бутанол, төмөнкүдөй изомерлерди пайда кылат:

$$\overset{4}{CH_3} - \overset{3}{CH_2} - \overset{2}{CH_2} - \overset{1}{CH_2OH}$$

1 – бутанол



2 – бутанол

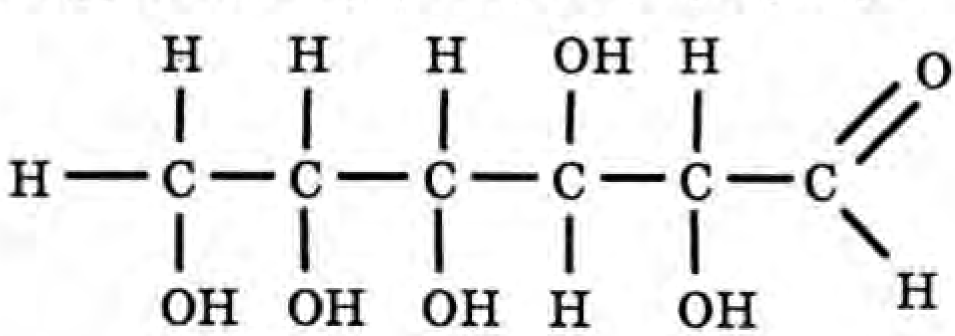


2 – метил 1 – пропанол

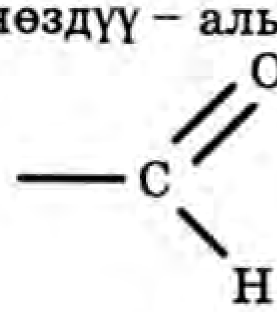
3. Заттардын касиеттерине карап анын молекуласынын курамын жана курамына жараша берилген заттын касиетин билүүгө болот.

Мисалы, CH_3OH – метил спиртине активдүү металлды таасир эт-сек, ал бир атом суутекти сүрүп чыгарат. Метил спиртинин курамында төрт атом суутек бар, суутектин үч атому көмүртек менен байланышып, төртүнчү суутектин атому көмүртек менен кычкылтек аркылуу байланышат. Демек OH – функционалдык тобундагы суутектин атому кыймылдуу келип, металл ошол суутектин атомун сүрүп чыгарды.

Глюкозанын курамы жана касиеттери менен тааныш болгондон кийин ал альдегид-спирт экенин билдик. Демек глюкозанын $C_6H_{12}O_6$ молекуласынын курамында спирттерге жана альдегиддерге мүнөздүү функционалдык топторду кармап жүргөндүктөн спирттер жана альдегиддерге мүнөздүү касиеттерди көрсөтүшү мүмкүн:



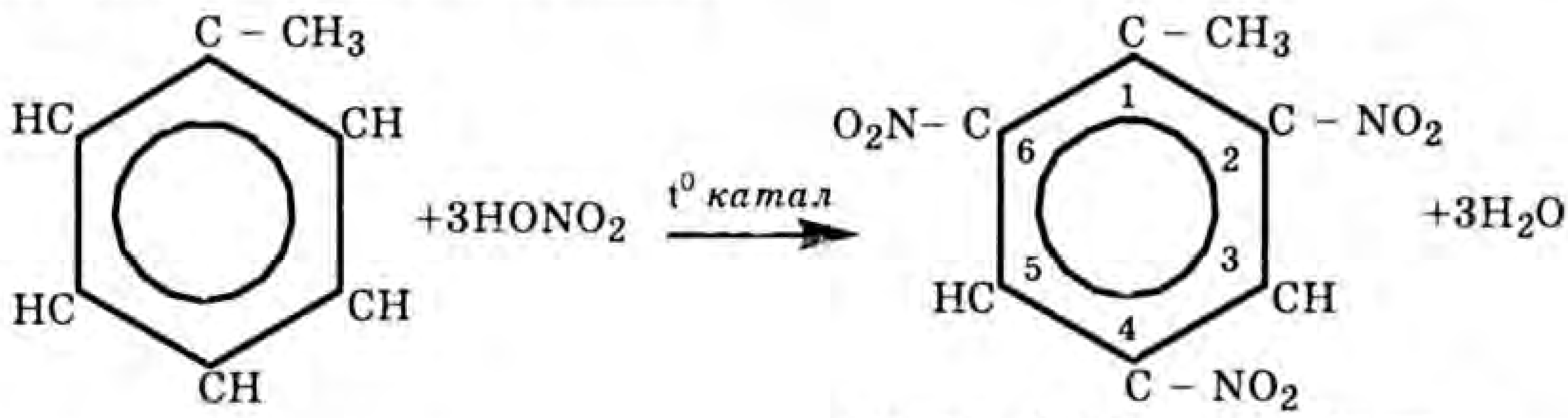
Глюкозанын структуралык формуласы спирттерге мүнөздүү 5OH – тобу жана альдегиддерге мүнөздүү – альдегид тобу бар.



4. Молекуланын курамындагы атомдор жана атомдордун топтору өзара бири бирине таасирин тийгизишет.

Атомдор жана атомдордун топтору молекулада өзара бири бирине тийгизген таасирлери углеводороддордун галогендүү туундуларында, бензолдун гомологу толуолдо $C_6H_5CH_3$, фенолдо C_6H_5OH, анилинде $C_6H_5NH_2$, карбон кислоталарда CH_3COOH ачык байкалат.

Бензолдун гомологу толуолдо фенил тобуна метил радикалы таасир этип, π-байланышынын электрондук булуттарын жылыштырып (2,4,6) жибергендиктен бензолго салыштырганда ал жеңил нитрлөө реакциясына катышат.



1-метил, 2,4,6-үчнитробензол

Өз кезегинде фенил тобу метил радикалына таасир этип, ал тез окистенүүгө жөндөмдүү болот.

$$C_6H_5-CH_3 + 3\text{“}O\text{»} \xrightarrow{t^0} C_6H_5-C\begin{matrix}{=O}\\{-OH}\end{matrix} + H_2O$$

бензол кислотасы

Бул атомдордун жана атомдор топторунун өзара таасири терс электрлүүлүгү төмөн болгон атомдордон терс электрлүүлүгү жогору болгон атомго электрондун булуттары жылышып, ал жакта электрондук булуттардын жыштыгы жогорулап, реакцияга жөндөмдүүлүгү күчөйт.

§ 2. Органикалык заттардын гомологиясы жана изомериясы

Чектүү углеводороддордун өтө көп түрү белгилүү. Чектүү углеводороддордун биринчи мүчөсү CH_4 – метан. Касиеттери боюнча метанга окшош чектүү углеводороддорду метандын гомологдору деп аташкан (грек сөзү «гомолог» – окшош дегенди билдирет). Метандан кийинки углеводороддор бири биринен курамы боюнча CH_2 тобу менен айырмаланышса CH_2 тобу гомологиялык айырмачылык тобу деп аталат. Метандын гомологдору CH_4 – метан, C_2H_6 – этан, C_3H_8 – пропан, C_4H_{10} – бутан, C_5H_{12}–пентан, C_6H_{14}–гексан, C_7H_{16}–гептан, C_8H_{18}– октан, C_9H_{20}– нонан, $C_{10}H_{22}$–декан болуп саналат. Гомология-

лык катардагы углеводороддордун касиеттери өзгөрүп, кайноо жана балкуу температуралары жогорулайт, тыгыздыктары өсөт. $C_1 - C_4$ өкүлдөрү газдар, $C_5 - C_{16}$ чейинкилер суюктуктар, C_{17}ден баштап катуу заттар.

Чектүү углеводороддордун өкүлү C_4H_{10} – бутандан баштап изомерлерди пайда кылышат. Чектүү углеводороддордун курамындагы атомдордун валенттүүлүктөрү чегине чейин каныгышкан, байланыштары жөнөкөй, чектүү углеводороддордун курамындагы көмүртек атомдору sp^3 – гибриддешүү абалында болушат.

Метан сыяктуу чексиз жана жыпар жыттуу углеводороддордун дагы гомологдору белгилүү:

C_2H_4 – этилен, $H_2C = CH_2$ – этен, C_3H_6 – пропилен,

$CH_3 - CH = CH_2$ – пропен, C_4H_8 – бутилен,

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$ – 1-бутен ж.б.

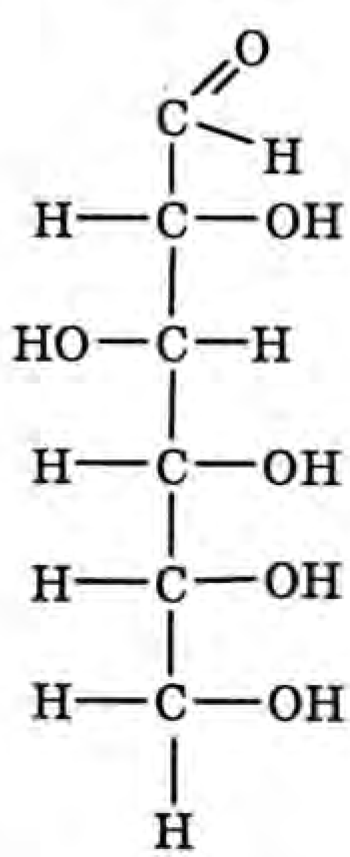
Ацетилендин гомологдору:

C_2H_2 – ацетилен, $H - C \equiv C - H$ – этин, C_3H_4 – пропилен,

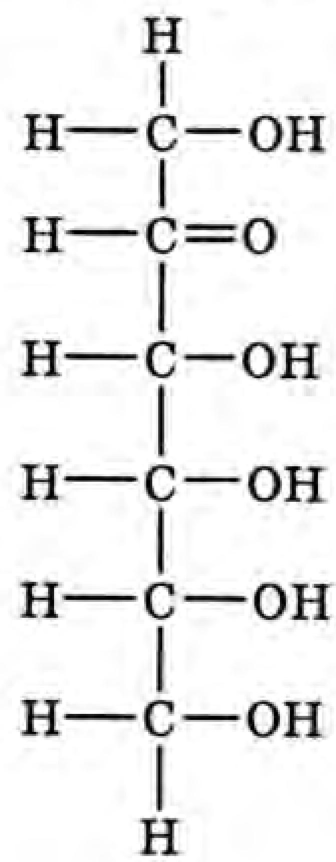
$CH \equiv C - CH_3$ – пропин, ж.б. Жыпар жыттуу углеводороддор C_6H_6 – бензолдун гомологу $C_6H_5 - CH_3$ – толуол.

Көпчүлүк органикалык заттардын касиеттери анын курамына гана байланыштуу болбостон, анын курамындагы атомдордун жайланыш иретине дагы байланыштуу.

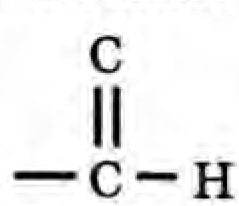
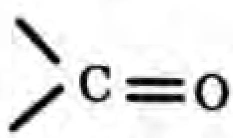
Курамы, молекулалык массасы бирдей, касиеттери ар түрдүү болгон заттар **изомерлер** деп аталат. Изомерлер ар кандай касиеттерге ээ болушат. Мисалы, курамы C_2H_6O формуласы менен туюнтулган зат эки изомерди пайда кылат: CH_3CH_2OH – этил спирти, $CH_3 - O - CH_3$ – диэтил эфири. Дагы мисал келтирели $C_6H_{12}O_6$ – формуласы глюкозага жана фруктозага туура келет.



глюкоза



фруктоза

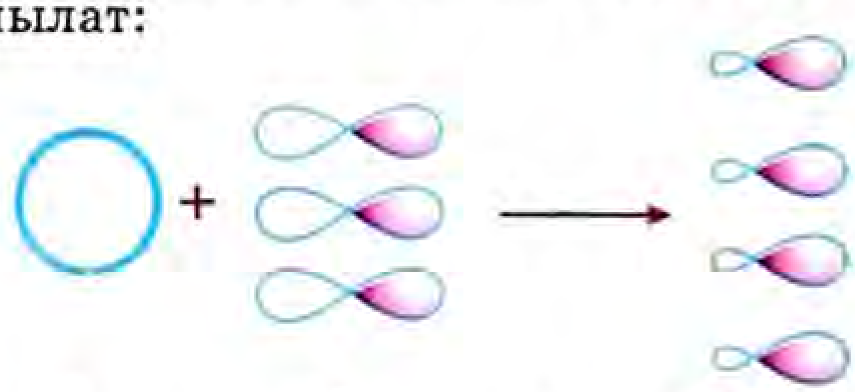
Бул мисалыбызда молекуланын курамында атомдордун саны, молекулалык массалары бирдей болгону менен андагы эки башка функционалдык топтор:  альдегид жана  карботопторун кармап жүрүшкөндүктөн бул заттардын касиеттери ар түрдүүчө.

Органикалык заттарда изомерлерди пайда кылуу мүмкүнчүлүктөрү өтө жогору. Изомерлерди ар кандай органикалык заттардын көмүртек чынжырларында үчтүк жана кош байланыштарда, молекуладагы функционалдык топтордун абалына, бензол шакекчесинде атомдордун топторунун жайгашуусуна карата изомерлер пайда болот. Булардан тышкары мейкиндикте көмүртек атомдорунун ортосундагы кош байланышка жараша мейкиндиктик жана стереоизомерлер пайда болот.

§ 3. Органикалык заттардагы химиялык байланыштардын түрлөрү жана функционалдык топтор

Байланыштын түрлөрү

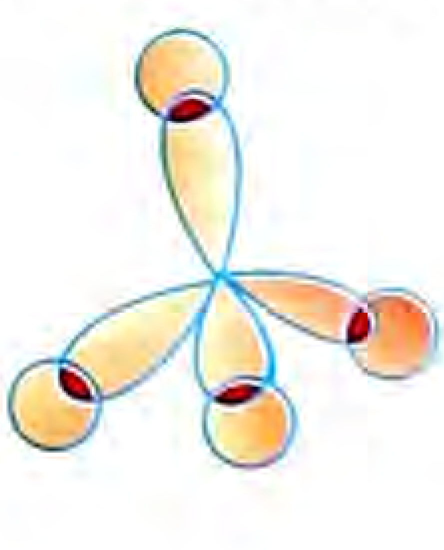
Органикалык заттар коваленттүү уюлсуз жана аз уюлдуу байланыштардын негизинде пайда болушат. Ковalenттик байланыштар таза АО электрондук булуттардан (шар, гантель ж.б.) эмес, алардын гибриддешкен формаларынан пайда болот. Көмүртектин атомуна SP^3 гибриддешүүсү мүнөздүү. Башкача айтканда, көмүртек башка элементтер менен кошулганда таза шар формасындагы S атомдук орбитал жана гантель формасындагы P АО эмес, алардын өзара гибриддик АО пайдаланылат:



S 3P = $4SP^3$ – гибриддик электрондук булуттар

Ушул гибриддик электрондук булуттар мейкиндикте тетраэдр формасында жайгашат.

Метанда көмүртектин тетраэдр формасындагы SP^3 гибриддик электрондук булуттары менен суутектин шар формасындагы электрондук булуттары өзара капталып, бекем байланышат. Электрондук булуттардын капталышы канчалык жыш болсо, пайда болгон химиялык байланыш ошончо бекем болот.



Байланышка катышкан эки атомдун ядролорун туташтыруучу түз сызык боюнча электрондук булуттар жайгашса, байланыш бекем болуп, ал **σ-сигма** байланышы деп аталат. Эгерде электрондук булуттардын багытталышы дал келбей ядрону бириктирүүчү сызыктын сыртында – мейкиндикте жайгашса, анда **π-байланышы** пайда болот.

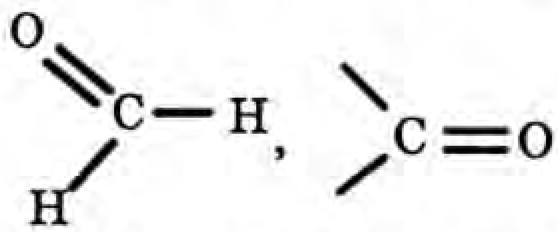
Этилен, ацетилен молекулаларынын пайда болушун эстегиле.

Көпчүлүк органикалык заттардын курамдарына көмүртек менен суутектен башка элементтердин атомдору (O_2, S, N_2, P) ж. б. кирет. Көмүртек менен суутектен башка элементтердин атомдору берилген класстардын касиеттерин аныктоочу атомдордун топторун функционалдык топтор деп атап жүрөбүз.

Белгилүү класстарга мүнөздүү касиеттерди көрсөтүүчү атомдор жана атомдордун топтору **функционалдык топтор** деп аталат.

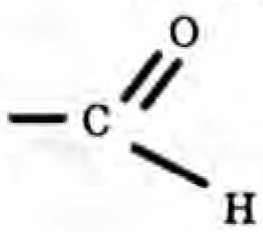
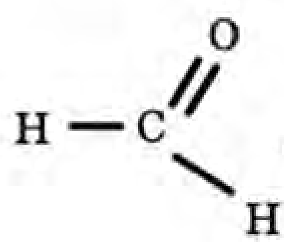
Мындай функционалдык топторго төмөнкүлөр кирет:

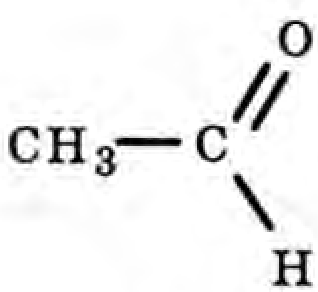
$$OH^-,\ NO_2^-,\ NH_2^-,\ -COOH,\ SO_3H^-,\ Cl^-,\ Br^-,\ J^-$$

 ж. б.

Спирттерге мүнөздүү функционалдык топ – OH^- гидроксил тобу, CH_3OH – метил спирти, CH_3CH_2OH – этил спирти, $HO-CH_2-CH_2OH$ – этиленгликоль.

Альдегиддерге мүнөздүү

 – альдегид тобу,  – кумурска альдегиди,

 – уксус альдегиди

Карбондук кислоталарга мүнөздүү – COOH карбоксил функционалдык тобу, HCOOH – кумурска кислотасы, CH_3-COOH – уксус кислотасы, $C_{17}H_{35}COOH$ – стеарин кислотасы.

Нитробирикмелерге мүнөздүү – NO_2 – нитро тобу.

Аминдерге мүнөздүү – NH_2 – амино тобу.

Углеводороддордун галогендүү туунудуларына мүнөздүү – F, – Cl, – Br, – J топтор, CH_3Cl, CH_3CH_2Br, CH_3J ж.б.

Көпчүлүк органикалык заттардын курамдарында эки ар түрдүү функционалдык топторду кармап жүргөндөрү дагы бар, аларга айрым мисалдарды келтирели:

$$\begin{array}{l} CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - COOH \end{array}$$ – сүт кислотасы

$HOOC - CH_2 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}\,COOH$ – алма кислотасы

$NH_2 - CH_2 - COOH$ – амино-уксус кислотасы

$NH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$ – аминопропан кислотасы

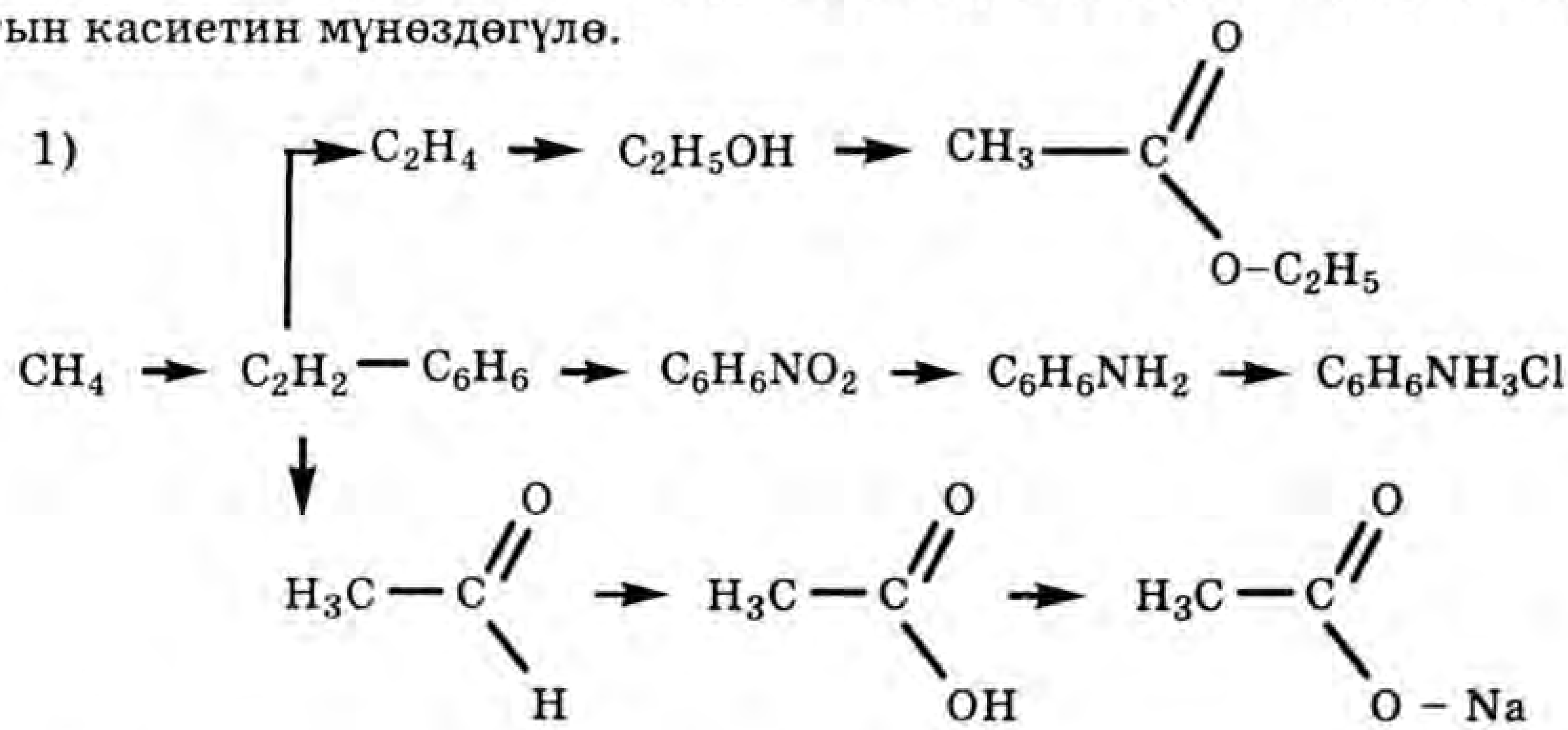
Жогору жакта санап өткөн функционалдык топторду кармап жүргөн эң негизги заттарды, алардын касиеттерин эсиңерге түшүрүп, тиешелүү реакцияларынын теңдемелерин жазгыла.

Органикалык заттардын негизги класстарынын ортосундагы генетикалык байланыш

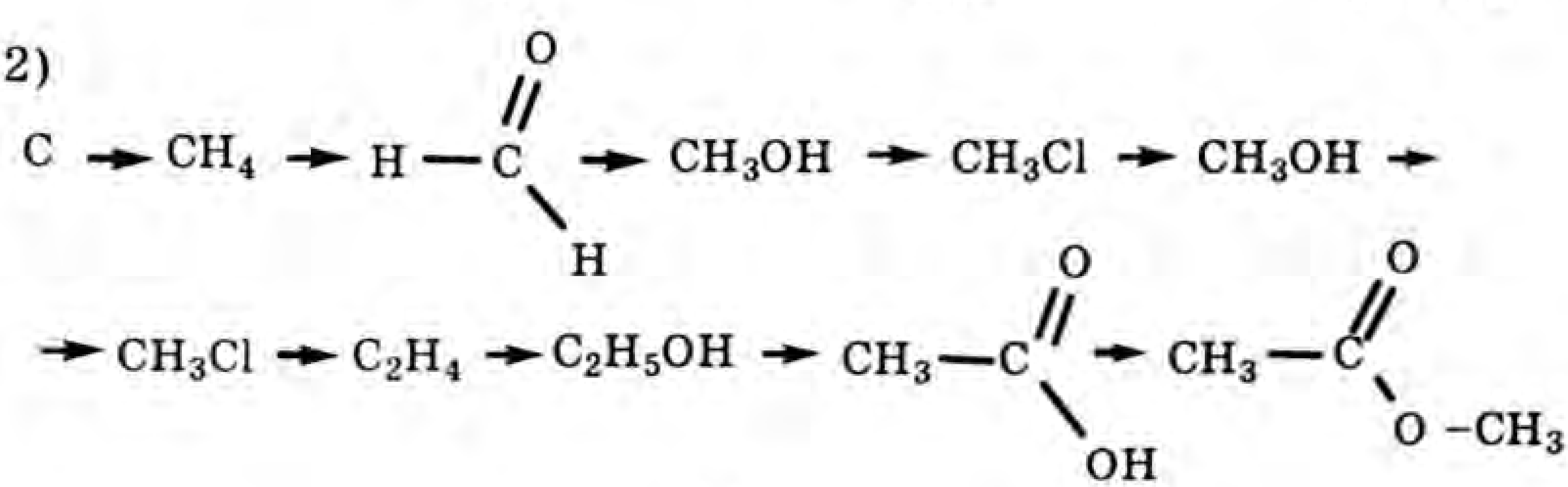
X класста өтүлгөн органикалык химиянын негизги бөлүмдөрүн окуп аяктагандан кийин органикалык заттардын ортосунда тыгыз генетикалык байланыш бар экендигин байкагансыңар. Ал байланыштарды көрсөтүүчү схемаларды иш жүзүнө ашыруу боюнча силерде белгилүү ыкма калыптанган. Мисал катары ар бир бөлүмдөгү заттардын биринен башкаларынын келип чыгышын көрсөтүүчү айланууларды иштеп көрөлү.

Төмөнкү схемалык түрдө берилген айланууну иш жүзүнө ашыруучу реакциялардын теңдемелерин жазып, теңдегиле. Пайда болгон заттар кайсы бөлүмгө тиешелүү ага аныктама берип, алынган заттын касиетин мүнөздөгүлө.

1)



2)



Органикалык химия илиминин дүйнөнү таанып-билүүдөгү мааниси

X класста органикалык химия курсу менен таанышуу анын илим катары өнүгүү тарыхынан башталган. XIX кылымдын башында белгилүү болгон заттарды минералдык жана органикалык заттар деп эки топко бөлүштүрүшкөн. Ошол учурдагы көпчүлүк окумуштуулар органикалык заттар «турмуштук күчтүн» таасири менен организмде гана пайда болот деп эсептешкен. Мындай көзкараштагы окумуштууларды виталистик (vita – турмуш дегенди билдирет, латын сөзүнөн алынган) окумуштуулар дешкен.

Мындай көзкарашка дүйнөнүн көпчүлүк окумуштуулары макул болбой, өздөрүнүн эксперименттик изилдөөлөрүнүн жыйынтыктары менен органикалык заттарды органикалык эмес заттардай эле пробирканын ичинде синтездеп алууга боло тургандыгын айтып, немис окумуштуулары Ф. Велер, А. В. Кольбе козукулак кислотасын, мочевина жана уксус кислотасын синтездешти. Ал эми Француз окумуштуусу М. Бертоле майлуу, орус окумуштуусу А. М. Бутлеров канттуу заттарды синтездеп алышкан.

Санап өткөн окумуштуулардын илимий эмгектери виталистик теорияга сокку уруп, органикалык илимий химиянын негизин түптөштү. Жалпы химиянын курамдык бөлүгү болуп органикалык химия өнүгө баштады. Шарттуу түрдө заттарды минералдык, органикалык деп бөлүштүргөнүбүз менен бул заттар химиялык айлануударда бири бирине өтүп турат. Органикалык заттардын бардыгы күйүп көп сандагы энергияны бөлүп чыгаруу менен минералдык заттарга өтөт. Ал минералдык заттардан жашыл өсүмдүктөрдө фотосинтез процесси жүрүп, органикалык заттар пайда болот.

Илимдин жетишкендиктеринин натыйжасында космохимия тармагы өнүгүп, космостон келген метеориттерден алынган маалыматтар, Айдан алынган топурак дүйнөнүн көпчүлүк лабораторияларында анализделип, Айдан алынган топурактын курамы Жерде кездешкен айрым породаларга курамы боюнча жакын болуп чыкты. Космос адам баласына көптөгөн маалыматтарды берет. Бизге белгилүү болгон элементтердин айрымдары космосто да кездешет.

Жаратылышта элементтер пайда кылган заттардын кездешиши же кездешпөөсү алардын касиеттерине байланыштуу: эригичтиги, учма болушу, термикалык туруктуулугу, окистенүү-калыбына келүү жөндөмдүүлүктөрүнө байланыштуу. Жаратылышта кеңири таралган кен байлыктар андагы жүргөн процесстердин жыйынтыгы; жаратылышта тынымсыз химиялык процесстер жүрүп турат: эрүү, эритиндилердин аракеттениши, заттардын сууда эриши жана кайрадан кристаллдашуусу ж. б.

Жаратылыш материалдуу. Ал өзүнүн закондору жана законченемдүүлүктөрү менен жашайт, өзгөрөт, өнүгөт. Ошол дүйнөнү таанып-билүүнүн негизин диалектикалык материализм түзөт. Материя өзүнүн закондору менен жашаган объективдүү чындык, анын жашоо формасы – кыймыл. Кыймылсыз материя, материясыз кыймыл болбойт. Кыймылдын көптөгөн түрлөрү белгилүү: биологиялык, химиялык, механикалык, электрдик жана коомдук.

Ошентип жалпы эле химия илими анын бир тармагы болгон органикалык химия материалдуу дүйнөнү, андагы айланууларды окуу менен дүйнө – материалдуу, ал өнүгөт, өсөт деген жыйынтыкка келет. Дайыма жаратылышта өзгөрүүлөр болуп турат. Бул өзгөрүүлөр карама-каршылыктын биримдүүлүгү аркылуу ишке ашат. Жаратылышта абанын, суунун жана Күн нурунун таасири менен бир түрдүү заттар бузулуп турса (тоотектеринин бузулуп топуракты пайда кылышы), кайра жаңы заттар пайда болот. Жаратылышта жүргөн өзгөрүүлөрдүн анын улам жаңы фактыларын химия илими пайдаланып, жаңы закондорду ачып, аларды практикалык турмушта пайдалануу жолдорун иштеп чыгышат.

Өндүрүштү жана айыл чарбасын химиялаштырууда полимердик материалдарды синтездөөнүн мааниси

Органикалык химия курсунда биз табигый жогорку молекулалуу заттардын айрымдары менен тааныштык. Алар жаратылыш каучугу, крахмал, целлюлоза жана белок, нуклеин кислотасы. Нуклеин кислотасы табигый полимер, ал көптөгөн мононуклеотиддерден турат. Нуклеин кислотасынын мономери мононуклеотиддер. Мононуклеотиддер углеводдук рибоза жана дезоксирибоза калдыктарынан, примидиндик жана пуриндик негиздерден турат.

Жогору жакта биз атап өткөн табыгый полимерлер адам баласынын жана өндүрүштүн талаптарын канааттандыра албайт. Ошондуктан эл чарбасынын жана өндүрүштөрдүн талаптарын канааттандырууга жетишүү үчүн синтетикалык ыкма менен жогорку молекулалуу полимерлерди өндүрүү талапка ылайыктуу. Ошентип синтетикалык өнөржайларды өнүктүрүү үчүн алар иштетүүчү сырьелор болуш керек. Андай чийки заттар мунай жана анын продуктулары, ташкөмүрдү кокстоодон алынган айрым заттар, чексиз углеводороддор ж.б. эсептелет. Синтетикалык өндүрүш иштете турган сырьелорго жаратылыш жана нефти менен чогуу кездешүүчү газдар дагы кирет.

Органикалык синтез ыкмасы менен өндүрүлгөн көпчүлүк жогорку молекулалуу заттардын түзүлүштөрү касиеттери менен силер таанышасыңар. Мисалы, $\left(-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-\right)_n$ –полихлор винил, $\left(-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\right)_n$ – полипропилен ж. б.

Жогорку молекулалуу заттар – полимерлер эки ыкма менен өндүрүлөт:

1. Полимерлешүү реакциясы. Мында чийки зат, мисалы этилендин молекуласы, аны мономер деп коюшат. Бул учурда миңдеген мономерлер биригип, ири макромолекула пайда болот.

2. Поликонденсация реакциясынын натыйжасында жогорку молекулалуу затты өндүрүү. Бул учурда чийки зат төмөнкү молекулалуу ар башка заттар аракеттенишип, жогорку молекулалуу заттан тышкары кошумча продуктулар (H_2O, HCl, NH_3) алынат. Мисалы, фенол формальдегид чайырын өндүрүү менен таанышасыңар.

Синтетикалык ыкма менен өндүрүлгөн жогорку молекулалуу заттардан пластмасса, коррозияга туруктуу жабдуулар, радиотехникада, телемеханикада колдонулуучу тетиктер, суу өтүүчү түтүктөр, химиялык заттарга (щелочь жана кислота) туруктуу болгон аппараттар, алардын тетиктери, типографиялык шрифттер ар кандай фенопласттар, синтетикалык булалар, синтетикалык каучуктар; андан бутадиен, дивинил, изопрен, хлорпрен каучуктары алынат, алардын колдонуу тармактарын билесиңер. Синтетикалык булалардан капрон, лавсан, хлорин, нитрон ж.б. кездемелер өндүрүлүп ар түркүн тармактарда колдонулат. Бул кездемелер бекемдиги, күбөгө туруктуулугу ж. б. сапаттары менен айырмаланышат.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Органикалык түзүлүш теориясынын биринчи, экинчи жоболоруна аныктама берип, мисалдар келтирип, далилдегиле.

2. Органикалык түзүлүш теориясынын үчүнчү жана төртүнчү жоболорун мисалдар менен далилдеп бергиле.

3. Гомологияны кандай түшүнөсүңөр?

4. Химиялык байланыш жана анын түрлөрү кайсылар?

5. Органикалык заттардагы функционалдык топтор кайсылар?

6. Төмөнкү берилген айланууларды иш жүзүнө ашыруучу реакциялардын теңдемелерин жазып, теңдегиле жана пайда болгон заттарды атагыла?

1) $CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH$

2) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 \rightarrow HO - CH_2 - CH_2 - OH \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

7. Дүйнөнү таанып-билүүнү кандай түшүнөсүңөр?

8. Дүйнө материалдуу дегенди кандай түшүнөсүңөр?

9. Синтездик өнөржайлардын сырьелору кайсылар?

10. Синтездик өнөржайларда кайсы жогорку молекулалуу заттар алынат?

11. Полимерлерди атагыла, аларды кайсы тармактарда пайдаланабыз?

8–9-КЛАССТА ӨТҮЛГӨН ХИМИЯНЫН НЕГИЗГИ БӨЛҮМДӨРҮН КАЙТАЛОО

§ 1. Химиялык негизги түшүнүктөр жана терминдер

Химиялык элемент жана заттар

Ядронун заряды жана электрондук түзүлүшү бирдей атомдун түрү **химиялык элемент** деп аталат.

Ар бир химиялык элементтин аты (символу) элементтин белгиси менен мүнөздөлөт жана анын латынча атынын бир же эки тамгасы менен белгиленет. Мисалы, суутек – H (Hydrogenium), кычкылтек – O (Oxygenium), көмүртек – C (Carboneum). Химиялык белгилер формулаларды жана теңдемелерди туюндурууда пайдаланылат.

Заттар жана аралашмалар

Зат материянын белгилүү бир сапаттарга ээ болгон чексиз көп формаларынын бири. **Химия – заттар, алардын курамы, түзүлүшү, физикалык-химиялык касиеттери жана алардын өзара айланыштары жөнүндөгү табигый илим.** Химияда белгилүү шартта туруктуу физикалык касиеттер менен мүнөздөлгөн, тынч абалда өзүнө тиешелүү массага ээ болгон бирдей бөлүкчөлөрдүн тобун зат деп атайт.

Ар бир зат курамынын туруктуулугу жана тектештиги менен мүнөздөлөт, бардык массада бирдей касиетти көрсөтөт. Мисалы, темир, жез, хлор, кычкылтек, озон, азот жөнөкөй заттардын, ал эми суу, акиташ, бор, кант, кайнатма туз татаал заттардын түрлөрү болуп эсептелет, кадимки шартта туруктуу болгондуктан өзгөрүүсүз сакталат.

Жөнөкөй заттар бир түрдүү элементтин атомдорунан (He, Ne, Ar) же молекулаларынан (H_2, O_2, O_3, $C1_2$, N_2 ж.б.), ал эми татаал заттар эки же андан көп элементтин атомдорунан турат. Мисалы, H_2O, CO_2, NaC1, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ж. б.

Заттардын гомогендүүлүгүн аныктоо үчүн анын тазалыгын анализдөө жетишсиздик кылат, себеби куймалар, эритмелер, аба – гомогендүү болгону менен курамдары өзгөрмөлүү болот, демек, касиеттери да курамына жараша өзгөрөт. *Булар аралашмалар деп аталат.* Аралашмалар жөнөкөй жана татаал заттардын бирөнчөй – гомогендүү бөлүгү болгону менен таза затка жатпайт. Топурак, таш, бетон, чоюн, жыгач, аба ж. б. бир нече заттардын аралашмасынан тургандыгын жөнөкөй эле көз менен, микроскоптун же башка куралдын жардамы менен көрүүгө, аныктоого болот.

Химиянын эң негизги тажрыйбаларынын бири аралашмадан таза заттарды бөлүп алуу. Химиялык лабораторияда аралашмаларды химик алгач тазалап, таза заттарга бөлүүгө киришет. Заттарды аралашмадан тазалоонун ыкмалары көп: буулантып айдоо, экстракциялоо, адсорбциялоо, кристаллдаштыруу, центрифугациялоо, чөкмөлөрдү сүзүп бөлүү, электролиз, электрофорез ж. б.

Заттын тазалыгы физикалык касиеттеринин көрсөткүчтөрү менен аныкталат, эгерде зат таза болсо, анын физикалык константалары (эригичтик, балкуу жана кайноо температуралары, тыгыздыгы ж. б.) туруктуу болот.

Татаал заттарды жөнөкөй заттарга ажыратуу – анализ (грек. analisis – ажыратуу, бөлүү), ал эми жөнөкөй заттардын өзара аракеттенишүүсүнөн татаал заттарды алуу – синтез (грек. sintesis – бириктирүү, кошуу) деп аталат.

Химия илимин анализ менен синтезсиз элестетүү кыйын, себеби аларсыз азыркы мезгилдеги практиканын талаптарын канааттандыруучу касиеттерге ээ болгон өтө таза, жөнөкөй, татаал жана жаңы физиологиялык активдүү заттарды, дары-дармектерди алуу мүмкүн эмес.

Эки же андан көп элементтин атомдорунан пайда болгон, курамы туруктуу татаал заттар **химиялык бирикме** деп аталат. Химиялык бирикмени пайда кылган элементтердин сандык катыштары өзгөрсө, касиеттери боюнча бири биринен айырмаланган жаңы татаал заттар пайда болот. Мисалы, CO (ис газы) жана CO_2 (көмүртек (IV) оксиди).

Атом жана молекула

Ар бир атомдун жөнөкөй жана татаал заттарды пайда кылуу жөндөмдүүлүгү анын атомунун түзүлүшүнө көзкаранды болот, ошондуктан атомго мындай аныктама берилет:

Атом – химиялык элементтин бардык касиеттерин алып жүргөн, оң заряддуу ядродон жана терс заряддуу электрондон турган эң кичине электр жактан нейтралдуу бөлүкчө.

Химиялык реакция учурунда атомдун сырткы электрондук деңгээлдеги электрондору гана өзгөрүүгө учурайт, алардын саны ошол элементтин валенттүүлүгүн аныктайт.

Молекула эки же андан көп атомдордон турган бөлүкчө экендиги мурда эле далилденген. Кийинки химиялык байланыштын жаратылышын түшүндүргөн теориялардын негизинде молекулага төмөнкү аныктама берилди:

Молекула – заттын бардык химиялык касиеттерин ичине камтыган бирдей же ар түрдүү элементтин атомдорунан турган заттын эң кичине электр жактан нейтралдуу бөлүкчөсү.

2-36

ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ КИТЕПКАНА
ИНВ № 970917

Моль – сан жагынан атомдук, молекулалык, иондук, формулалык массасына барабар болгон заттын грамм менен туюнтулган массалык саны.

Демек, моль атомдук, иондук, молекулалык, формулалык массанын грамм менен өлчөнгөн санын түшүндүргөндүктөн, элементтин бир молундагы атом, молекула жана иондордун санына барабар болот. **Ал сан 6,02 × 10^{23} барабар болуп, Авогадро саны деп аталат.** Мисалы, 1 моль H_2SO_4 массасы 98 *г*, 1 *моль* көмүртектики 12 *г* ж. б., б. а. массалары түрдүү болгону менен молдорунун саны 1ге барабар деп алынат.

Элементтин бир атомунун же заттын молекуласынын массасын табуу үчүн алардын массасын Авогадронун санына бөлүп коюу жетиштерлик:

$$m_{А} = \frac{A}{6{,}02 \cdot 10^{23}}; \quad m_{М} = \frac{M}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \qquad (1.1)$$

Мисалы, $m_{Н} = 1{,}008/6{,}02 \cdot 10^{23} = 0{,}167 \cdot 10^{-23}$ г

$m_{O2} = 32/6{,}02 \cdot 10^{23} = 5{,}32 \cdot 10^{-23}$ г

Химиялык формула бирикменин курамын толук чагылдырган белгилердин чогундусу. Бирикмени пайда кылган элементтин атомдорунун сандык катышы алардын символунан кийин коюлган индекси менен туюнтулат. Эгерде формуладагы элементке индекс коюлбаса, анын бир гана атому болгонун көрсөтөт. Мисалы, көмүртектин оксиддеринин формулалары: CO, CO_2. Биринчисинде көмүртектин бир атомуна кычкылтектин бир атому, экинчисинде көмүртектин бир атомуна кычкылтектин эки атому туура келери айкын көрүнүп турат. Ошентип, формула татаал заттын элементтик курамын гана эмес, анын атомдорунун сандык катыштарын көрсөтөт.

Заттын курамындагы атомдордун эң кичине сандык катыштарын гана чагылдырган формула **эмпирикалык формула** деп аталат. Мисалы, NaCl, H_2O, C_2H_6O ж. б. Мындай эмпирикалык формулаларды химиялык анализдин негизинде аныкташат, ал эми заттардын чыныгы молекулалык формуласын табуу үчүн анализдин жыйынтыктарынан тышкары алардын молекулалык массасы же буусунун тыгыздыгы белгилүү болушу керек.

Химиялык бирикменин формуласын жазуунун ыкмасы анын структурасы жөнүндө кошумча маалымат алууга мүмкүндүк берет. Мисалы, темир сульфатынын формуласын $Fe_2S_3O_{12}$ же $Fe_2(SO_4)_3$ деп жазууга болот. Бирок $Fe_2S_3O_{12}$ бирикмедеги атомдордун сандык катыштарынан башка эч кандай түшүнүк бербейт, ал эми $Fe_2(SO_4)_3$ –

бирикменин структурасы жөнүндө кошумча маалымат берет: формуладагы үч деген индекс бирикмеде үч сульфаттын болгондугун, бирдиктүү бөлүкчө катары реакцияга катышарын жана темирдин эки ионуна сульфат ионунун үчөө туура келерин көрсөтөт.

Валенттүүлүк жана окистенүү даражасы. Химиялык формула элементтин валенттүүлүгүнө жараша түзүлөт. **Валенттүүлүк – химиялык байланыштын санын көрсөткөн зарядсыз чоңдук: атом үчүн эң сырткы валенттик электронунун санына, ал эми иондор үчүн анын зарядына барабар.**

Эгерде бирикменин формуласы белгилүү болсо, аны түзгөн элементтердин валенттүүлүктөрүн аныктоого болот. Ал үчүн валенттүүлүктөрү туруктуу элементтерди пайдаланышыбыз керек. Туруктуу валенттүү элементтер же алардын тобу:

I валенттүүлөр – K, Na, Li, H, OH^-, Cl^-, J^-
II валенттүүлөр – Ca, Mg, Ba, O, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}
III валенттүүлөр – Al, B, PO_4^{3-} ж. б.

Индекстери жок химиялык формулаларда элементтердин валенттүүлүктөрү барабар деп эсептелинет: $\overset{I}{H}\overset{I}{Cl}$, $\overset{II}{C}\overset{II}{O}$, $\overset{II}{Ca}\overset{II}{O}$, $\overset{III}{Al}\overset{III}{PO_4}$

Индекси бар химиялык формуладан белгисиз элементтин валенттүүлүгү белгилүү элемент аркылуу табылат:

а) $\overset{IV}{C}\overset{II}{O_2}$, $\overset{IV}{S}\overset{II}{O_2}$, $\overset{VI}{S}\overset{II}{O_3}$ $\rightarrow$ мисалы күкүрттүкү $3 \times 2 = 6$

б.а. кычкылтектин валенттүүлүгү индекске көбөйтүлүп, элементтин валенттүүлүгү аныкталат.

б) Элементтин валенттүүлүгү карама-каршы турган индекстер аркылуу аныкталат.

$$\overset{V}{N_2}\overset{II}{O_5},\ \overset{III}{Cl_2}\overset{II}{O_3},\ \overset{VII}{Cl_2}\overset{II}{O_7},\ \overset{III}{Al_2}\overset{II}{(SO_4)_3}$$

Көбүнчө, окуучуларга валенттүүлүк боюнча формула түзүү талап кылынат. Ал үчүн эки элементтин же топтун валенттүүлүктөрүн өз-ара көбөйтүп, кайрадан көбөйтүндүнү тиешелүү элементтин валенттүүлүгүнө бөлсөк индекс келип чыгат:

$$\overset{III}{Al}+\overset{II}{O}\xrightarrow{3\times 2=6}Al_X+O_Y=\frac{X=6:3=2(Al)}{Y=6:2=3(O)}\rightarrow Al_2O_3$$

б. а. X = 2, Y = 3 болуп аныкталды.

Окуучулардын химияны жакшы өздөштүрүшү үчүн, мезгилдик таблицанын ички мазмунуна токтобостон, ар бир чоңдуктун кандай мааниге ээ болорун баса белгилеп, тактап алганыбыз дурус.

Элементтин катар номери – атомундагы протондун санын – ядросунун зарядын жана электрондун санын көрсөтөт. Атом оң заряддуу ядродон жана анын тегерегиндеги айланып жүргөн терс электрондордон туруп, электронейтралдуу бөлүкчө катары каралат.

Мезгилдин катар номерлери оң заряддуу ядронун тегерегинде айланып жүргөн электрондордун канча деңгээлде бөлүнүп жүргөндүгүн көрсөтөт. Мисалы, биринчи мезгилдин элементтери үчүн бир, экинчисинде – эки, үчүнчүсүндө – үч ж. б. электрондук деңгээлдери бар: Мисалы, III мезгилде ⊕)))

Группа номерлери бир нече түшүнүктү көрсөтө алат:

а) Группа номерине элементтин валенттүүлүгү же деңгээлдин эң сырткы катмарындагы электрондор барабар. Мисалы, эгерде элемент төртүнчү мезгилге таандык болсо, анда анын биринчи деңгээлинде – 2, экинчисинде – 8, төртүнчүсүндө группанын номерине барабар болгон электрондор, ал эми ортодогу үчүнчү деңгээлде калган электрондор жайгашат.

б) Группа номери элементтердин эң жогорку окистенүү даражасындагы кычкылтек боюнча валенттүүлүгүн көрсөтөт.

в) Группа номери элементтин суутек боюнча валенттүүлүгүнө туура келет:

– I–IV группанын элементтеринин суутек боюнча валенттүүлүктөрү тиешелүү группалардын номерлерине барабар. Мисалы, LiH, BeH_2, BH_3, CH_4.

– V–VIII группанын элементтери үчүн суутек боюнча валенттүүлүктөрү 8 санынан группанын номерин кемиткенге барабар. Мисалы, NH_3, H_2O, HF.

Химиялык бирикмедеги атомдордун бири бирине карата салыштырмалуу жайгашышын, химиялык байланыштын санын – валенттүүлүгүн чагылдырган формулалар **графикалык формулалар** деп аталат.

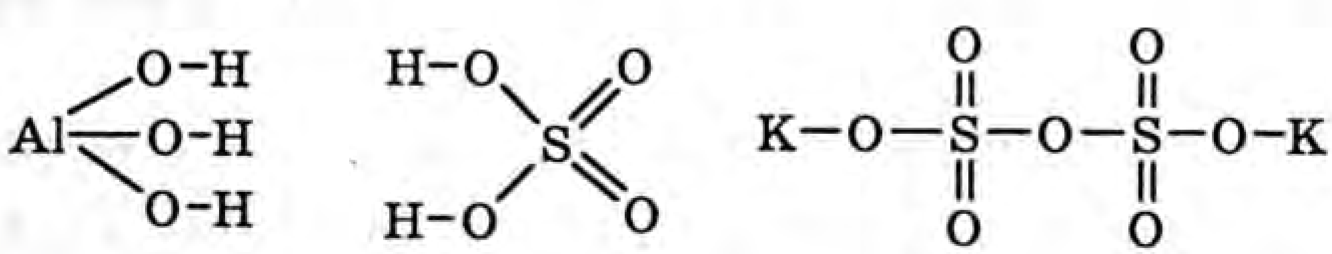
Группанын номерине жараша оксид, негиз, кислота жана гидриддердин формулалары төмөнкү таблицада келтирилген:

2.1-таблица

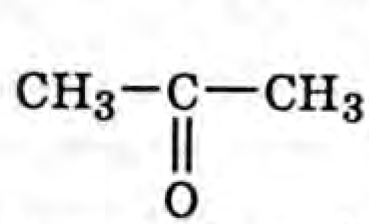
Группанын номерине туура келген бирикмелер

Группанын номери	I	II	III	IV	V	VI	VII
Оксиддер	$Э_2O$	$ЭO$	$Э_2O_3$	$ЭO_2$	$Э_2O_5$	$ЭO_3$	$Э_2O_7$
	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Негиздер	$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	-	-	-	-
Кислоталар	-	-	H_3AlO_3	H_3SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
Гидриддер	NaH	MgH_2	AlH_3	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl

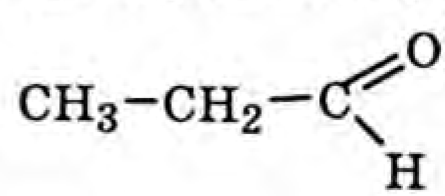
Формуладагы атомдорду байланыштырган бир сызыкча жалкы ($Cl - Cl$), эки сызыкча кош байланышты ($O = O$), үч сызыкча үчтүк байланышты ($N \equiv N$) чагылдырат. Мисалы, $Al(OH)_3$, H_2SO_4, $K_2S_2O_7$ графикалык формулалары төмөнкүдөй болот:



Органикалык бирикмелердин түзүлүшүн жана элементтин валенттүүлүктөрүн туура чагылдырган **мындай формулалар структуралык формула деп аталат.** Мисалы, молекулалык формуласы C_3H_6O бирикмеге төмөнкү структуралык формулалар жооп берет:



пропанон (кетон)



пропаналь (альдегид)

Химиялык формулалар бир катар маселелерди иштеп, эсептөөлөрдү жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

1.1-мисал. Химиялык анализдин негизинде заттын курамында 73,9% сымап жана 26,1% хлор бар экендиги аныкталды. Бул уулуу заттын эмпирикалык формуласын тапкыла?

Чыгаруу: а) $n = \frac{m}{M}$ формуланы пайдаланып,

сымап үчүн: 73,9 *г*/200,6 *г/моль* = 0,368 *моль*
хлор үчүн: 26,1 *г*/35,5 *г/моль* = 0,737 *моль*

б) Эми сымап менен хлордун молдук катыштарын табабыз:

$$Hg : Cl = 0{,}368 : 0{,}737 = 1 : 2$$

Демек, сымаптын 1 молуна хлордун 2 молу туура келсе, анын эмпирикалык формуласына $HgC1_2$ жооп берет.

1.2-мисал. Курамы 80% көмүртек жана 20% суутектен турган бирикменин молекулалык массасы 30га барабар. Заттын молекулалык формуласын аныктагыла.

Чыгаруу: а) Мурда көмүртек (x) атомдорунун суутек (y) атомдоруна болгон сандык катышын табабыз:

$$\frac{x}{y} = \frac{80{,}0}{12} : \frac{20{,}0}{1{,}008} = 6{,}67 : 20 = 1 : 3$$

Демек, заттын эмпирикалык формуласы CH_3, молекулалык массасы = 15 м.а.б., ал эми чыныгы молекулалык массасы = 30 м.а.б. болгондуктан заттын молекулалык формуласы C_2H_6 экенин табуу кыйын эмес.

б) Формуланы башкача тапсак да болот. Алгач көмүртек менен суутектин молдук үлүштөрүн аныктап: $30 \times 0{,}80 = 24$ жана $30 \times 0{,}20 = 6$, андан ары көмүртек менен суутек атомдорунун сандык катыштарын табабыз:

$$C = 24 : 12 = 2, \quad H = 6 : 1 = 6, \quad C : H = 2 : 6$$

Демек, заттын молекулалык формуласы C_2H_6.

Химиялык теңдеме көп сандаган маалыматтарды ичине камтыган эң ыңгайлуу кыска жазуу. Эгерде ошол эле химиялык процессти сөз менен түшүндүрүү керек болсо, бир нече барак жазууга туура келмек. Химиялык теңдемени түюндурууда жазылган ар бир заттын формуласын, белгисин химиялык реакцияга катышкан жана пайда болгон продуктулардын курамын так жана туура чагылдыруу керек. Химиялык теңдемени жазууда молекулалык заттар молекула түрүндө, иондук заттар иондор түрүндө көрсөтүлөт.

Мисалы, көмүрдүн күйүшүнүн теңдемесинде бардык заттар атомардык жана молекулалык түрдө жазылат:

$$C + O_2 = CO_2$$

Ал эми күчтүү кислота менен щелочтун ортосундагы реакциянын теңдемесин төмөнкүдөй жазышат:

$$HCl + KOH = KCl + H_2O, \text{ же } H^+ + OH^- = H_2O$$

Реакциянын жүрүү шартын туюндурган химиялык теңдемелерди жазууда төмөнкү негизги эрежелерди сактоо керек:

1. Эритмеде күчтүү электролиттер ион түрүндө жазылат (туздар, күчтүү кислота менен щелочтордун эритмелери);

2. Начар электролиттер, чөкмөлөр (жөнөкөй жана татаал молекулалык заттар) атом же молекула түрүндө жазылат;

3. Реагенттер жана продуктулардын формулалары туура жазылып, коэффициенттери так аныкталышы керек.

Химиялык теңдемелерге кашаада жазылган кошумча белгилерди келтирүү реакциянын жүрүү шарты жөнүндө толугураак маалымат алууга мүмкүндүк берет. («к»), («с»), («г») белгилери заттардын физикалык абалын (катуу, суюк, газ) көрсөтөт; «э» зат эритме түрүндө алынганын көрсөтөт. Реакцияда газ түрүндөгү заттын бөлүнүшүн (↑) өйдө, чөкмөнүн пайда болушун (↓) ылдый багытталган жебелер менен туюндурушат.

Ошентип, реакцияга кирген заттардын курамы, жаратылышы, жүрүү шарты, абалы белгилүү болсо реакциянын теңдемесин түзүү жеңилдейт.

Химиялык реакцияларга катышкан жана андан пайда болгон заттардын салыштырма массалык сандарын эсептөө химияда **стехиометрия** (грек. stexios – баштапкы, metrio – ченейм) деп аталат.

«Стехиометрия» терминин илимге Рихтер киргизген. Стехиометрия химиялык ар кандай маселелерди чечүүдө кеңири колдонулат. Реакциянын толук теңдемесиндеги бирикмелердин алдына коюлган коэффициенттер процесске катышкан жана пайда болгон заттардын молдук катыштарын аныктайт. Эсептөөлөр массанын бирдиги грамм менен өлчөнсө, моль түшүнүгү грамм-молекулалык, грамм-иондук, грамм-формулалык массаны туюндурат.

Моль масса деп 1 моль элементтин же бирикменин массасын айтабыз. Заттын массасы (m), саны (n) жана моль массаларынын (М) байланышы бар.

Моль массаны заттын массасынын (*г, кг*) анын санына (моль) болгон катышына барабар болгон физикалык чоңдук катары карайбыз:

$$M = m/n, \text{ мындан } m = M \cdot n \text{ же } n = m/M. \quad (2.2)$$

Демек, моль масса *M г/моль, кг/моль* деген бирдиктер менен туюнтулуп, заттын 1 молунун массасын көрсөтөт.

Мисалы, 1 *моль* H_2O = 18 *г/моль*,
1 *моль* H_2SO_4 = 98 *г/моль*,
1 *моль* C = 12 *г/моль*,
1 *моль* OH^- = 17 *г/моль*,

Валенттүүлүктүн бирдиги катары негизинен суутектин жана кычкылтектин валенттүүлүктөрү кабыл алынган. Пратикада аларды суутектин жана кычкылтектин валенттүүлүктөрү аркылуу таап алуу ыңгайлуу. Мисалы, HCl, H_2O, NH_3 хлор – бир, кычкылтек – эки, азот – үч валенттүү, ал эми Na_2O, CaO, SiO_2 бирикмелерде натрий – бир, кальций – эки, кремний – төрт валенттүүлүгүн формула аркылуу оңой эле таап алабыз.

Элементтин окистенүү даражасы валенттүүлүктөн айырмаланып оң, терс, нөл деген маанилерге ээ болот. *Атом же молекуланы электр жактан нейтралдуу бөлүкчө катары эсептеп, андагы оң жана терс заряддардын алгебралык суммасынан келип чыккан шарттуу заряды элементтин окистенүү даражасы деп түшүнүү керек.*

Мисалы, $\overset{+}{H_2}\ \overset{+x}{S}\ \overset{-2}{O_4}$

$(+) \cdot 2 + X + (-2) \cdot 4 = 0$, $X = +6$, демек күкүрт кислотасында күкүрттүн окист нүү даражасы +6га барабар.

Көпчүлүк учурда элементтин валенттүүлүгү менен окистенүү даражасы сан жагынан барабар, бирок белгиси боюнча айырмаланат.

Мисалы кычкылтектин валенттүүлүгү экиге барабар.

Ал эми окистенүү даражасы O^0, O^{-2}, O^{+2} мааниге ээ.

Эквивалент жөнүндө сөз болгондо элементтин жана татаал заттын массаларын айырмалап билүү дурус. *Элементтин эквиваленти деп 1 моль суутектин атомун сүрүп чыгарган же ошондой эле сандагы суутекти кошуп алган элементтин сандык массасы аталат.* Химиялык элементтин валенттүүлүгү В жана салыштырмалуу атомдук массасы Ar, эквивалент же эквиваленттик массалары өзара тыгыз байланышкан:

$$Э = Ar/B,$$

мисалы, $Э_O = 16/2 = 8$ *г/моль*; $Э_H = 1/1 = 1$ *г/моль*;
$Э_{Ca} = 40/2 = 20$ *г/моль*; $Э_{Al} = 27/3 = 9$ *г/моль*.

Химиялык бирикмелердин эквиваленти суутектин же башка заттын эквивалентин кошуп алган же сүрүп чыгарган массасына барабар:

$$Э_{кислота} = \frac{M}{кислоталуулук};\qquad Э_{негиз} = \frac{M}{негиздүүлүк};$$

$$Э_{H_2SO_4} = 98 / 2 = 49;\qquad Э_{Al(OH)_3} = 78 / 3 = 26;$$

$$Э_{туз} \frac{M}{металдын\ саны \cdot металдын\ валенттүүлүгү};$$

$$Э_{Al_2(SO_4)_3} = 342 / 2 \cdot 3 = 57$$

Эквиваленттик масса *г/моль* менен, ал эми эквивалент *моль* бирдиги менен туюнтулат. Мисалы, туз кислотасында HCl, хлордун эквиваленти $Э_{Cl} = 1$ *моль*, ал эми хлордун эквиваленттик массасы $A_{Cl} = 35,45$ *г/моль*.

Көпчүлүк химиялык эсептөөлөрдө эквиваленттик масса катары эквиваленттик көлөм да колдонулат. Эквиваленттик көлөм деп, нормалдуу шартта (атмосфералык басым = 1 *атм*, температура $0^{\circ}C$) заттын бир эквиваленти ээлеген көлөмдү айтабыз. Мисалы, молекулалык кычкылтектин эквиваленттик көлөмү 5,6 *л*, ал эми молекулалык суутектин эквиваленттик көлөмү 11,2 *л*.

§ 2. Органикалык эмес бирикмелердин негизги класстары

Органикалык эмес бирикмелер курамы жана химиялык касиеттери боюнча 4 класска бөлүнөт: оксиддер, негиздер, кислоталар, туздар. Ар бир класска тиешелүү бирикмелердин жалпы касиеттерине, классификациясына жана номенклатураларына кыскача токтолуп кетели.

Оксиддер

Эки элементтен туруп, анын бири кычкылтек болгон бирикмелер **оксиддер** деп аталат. Анын курамы кычкылтек менен бирикме пайда кылган элементтин окистенүү даражасына (элементтин мезгилдик системадагы ордуна) көз каранды болот, группанын номерине ылайык төмөндөгүдөй жазылат:

Группа, №	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Оксид:	$Э_2O$,	$ЭO$,	$Э_2O_3$,	$ЭO_2$,	$Э_2O_5$,	$ЭO_3$,	$Э_2O_7$,	$ЭO_4$.

Оксиддин аталышы эларалык номенклатурага ылайык элементтин окистенүү даражасы туруктуу болсо «элементтин оксиди», ал эми окистенүү даражасы өзгөрмөлүү болсо, элементтин атынан кийин кашаага анын окистенүү даражасы коюлат:

CaO – кальций оксиди
Al_2O_3 – алюминий оксиди

NO – азот (II) оксиди
N_2O_3 – азот (III) оксиди

Курамындагы кычкылтекке ылайык оксиддер, пероксиддер, надпероксиддер жана озониддер деп бөлүп жүрүшөт.

Мисалы, H_2O_2 (H—O—O—H) суутек пероксиди, CaO_2, $Al_2(O_2)_3$ – кальций, алюминий пероксиди.

Оксиддерди – **туз пайда кылбоочу** (CO, N_2O, NO ж. б.) жана **туз пайда кылуучу** оксиддер деп эки топко бөлүшөт. Туз пайда кылуучу оксиддер өз кезегинде негиздик, кислоталык жана амфотердик деп үчкө бөлүнөт.

Негиздик оксиддер – активдүү металлдардын, өтмө элементтердин төмөнкү валенттүү (I,II) оксиддери: Na_2O, BaO, FeO ж. б. Булардын бөтөнчөлүгү: бардыгы тең кислоталар менен реакцияга кирип, туздарды пайда кылат:

$$Na_2O + 2HCl = 2NaCl + H_2O$$

Суудагы эритмелери негиздик касиетти көрсөтөт:

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$

Лакмус – көгөрөт, метилоранж – саргаят.

Кислоталык оксиддер – негизинен металл эместердин оксиддери жана өтмө элементтердин жогорку оксиддери: SO_2, Mn_2O_7 ж. б. кирет. Бул оксиддердин мүнөздүү өзгөчөлүктөрү – сууда эригенде кислоталар алынат:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3 \text{ , } SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Лакмус – кызарат, метилоранж – кочкул кызыл. Негиздер менен реакцияга кирип, туздарды пайда кылат:

$$SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$$

Амфотердик оксиддер (амфолиттер): ZnO, Al_2O_3 ж.б. ошондой эле өтмө элементтер оксиддеринин аралык окистенүү даражасына ээ болгондору: V_2O_3, MnO_2, Fe_2O_3 ж. б. Бул типтеги оксиддердин бөтөнчөлүгү негиздер жана кислоталар менен аракеттенишет:

$$ZnO + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O,$$

$$ZnO + 2NaOH \xrightarrow{t^\circ} Na_2ZnO_2 + H_2O$$

Na_2ZnO_2 – натрий цинкаты деп аталат. Мындай формуланы ZnO гидроксидин $Zn(OH)_2$ жазып, аны кислота H_2ZnO_2 катары элестетип, анан туздун формуласын жазган дурус.

Кислоталар

Молекуласы металл менен орун алмашууга жөндөмдүү бир же бир нече суутектин атомунан жана кислота калдыгынан турган бирикмелер **кислоталар** деп аталат. Кислоталык калдыктар жаратылышына жараша жөнөкөй же татаал анион болушу мүмкүн (1.1-таблица).

Курамына жараша кислоталар: кычкылтексиз жана кычкылтектүү, бир, эки жана көп негиздүү болуп бөлүнөт. Кислоталардын аттарын атоодо элементтин окистенүү даражасы эске алынып, туздардын эларалык аталыштары сакталат. Кислота пайда кылган элементтин окистенүү даражасы өзгөрүүсүз сакталып, бирок кычкылтектин жана суутектин саны өзгөргөн кислоталарды атоодо «мета», «орто», «пиро» деген приставкалар кошулуп айтылат.

Кислоталардын мүнөздүү касиети – негиздик оксиддер жана негиздер менен аракеттенишип туздарды пайда кылышат. Мисалы,

$$CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O, \quad Ca(OH)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2H_2O$$

Металлдардын активдүүлүгү катарында суутекке чейин турган металлдар кислоталардан суутекти сүрүп чыгарып туздарды пайда кылат:

$$Zn + \underset{\text{(суюлтулган)}}{H_2SO_4} = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

Негиздер, щелочтор

Металл катиону жана бир же бир нече гидроксил ионунан турган бирикмелер **негиздер** деп аталат. *Негиздердин сууда жакшы эригендери* – **щелочтор:** $NaOH$, KOH, $Ba(OH)_2$, ж. б., калгандары $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ ж. б. негиздер деп аталат.

Сууда эрибеген же өтө начар эриген негиздер сууда эриген туздарга щелочторду таасир этүүдөн алынат:

$$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$

Амфотердик негиздер (гидроксиддер) – щелочтор жана кислоталар менен реакциялашкан заттар, демек булар негиздер жана кислоталардын касиеттерин алып жүрүшөт:

$$Zn(OH)_2 \rightleftarrows H_2ZnO_2; \quad Al(OH)_3 \rightleftarrows H_3AlO_3;$$

$$Zn(OH)_2 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O; \quad Zn(OH)_2 + 2KOH = K_2ZnO_2 + H_2O$$

Негиздер менен кислоталарды сууда эригенине жараша жалпысынан гидроксиддер деп атаса болот:

$$\underset{\text{негиз}}{Al(OH)_3} \longrightarrow \underset{\text{о-алюминий кислотасы}}{H_3AlO_3} \xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{м-алюминий кислотасы}}{HAlO_2}$$

Келтирилген мисалга окшош формуласы белгисиз кислотанын эмпирикалык курамын таап алууга болот.

Туздар

Металлдын катиону менен кислоталык калдыктан турган бирикмелер **туздар** деп аталат. Жалпы классификацияга ылайык туздарды: орто, кычкыл, негиздик, кош жана комплекстик туздар деп бөлүшөт.

Орто туздар – кислотанын курамындагы суутектин атомдору металл жана гидроксил группасы кислота калдыгы менен орун алмашканда пайда болот:

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O$$

$CaSO_4$ – кальций сульфаты – кислота калдыгынын SO_4^{2-} – аталышынан келип чыгат.

Кычкыл туздар – кислотанын курамындагы суутектин атомдорунун бир бөлүгү металл менен орун алмашпай калганда пайда болгон туздар:

$$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$$

$NaHSO_4$ – натрий гидросульфаты, эгерде кислота калдыгында эки суутек болсо, мисалы, NaH_2PO_4 – натрий дигидрофосфаты деп аташат. Кислота калдыгынын валенттүүлүгү металл менен орун алмашкан суутектин санына барабар.

Негиздик туздар – негиздин курамындагы гидроксил иондорунун бир бөлүгү кислоталык калдык менен толук орун алмашпай калган бирикмелер:

$$Al(OH)_3 + HCl = Al(OH)_2Cl + H_2O;$$

$$Al(OH)_2Cl + HCl = AlOHCl_2 + H_2O.$$

$Al(OH)_2Cl$ – алюминий дигидроксохлориди, $AlOHCl_2$ – алюминий гидроксохлориди деп аталат. Негиздик катиондун валенттүүлүгү кислота калдыгы менен орун алмашкан гидроксилдин санына барабар.

Органикалык эмес бирикмелердин номенклатурасына ылайык орто туздарды атаганда металлдан кийин кислоталык калдык аталат: $NaCl$ – натрий хлориди, K_2SO_4 – калий сульфаты. Кычкыл туздарды атаганда металлдан кийин суутектин металл менен орун алмашпаган бир атому болсо «гидро», эки атому болсо – «дигидро», андан кийин кислоталык калдык аталат. $NaHSO_4$ – натрий гидросульфаты, KH_2PO_4 – калий дигидрофосфаты. Негиздик туздарды ата-

ганда металлдан кийин бир гидроксилди «гидроксо», эки гидроксил группасы болсо «дигидроксо» андан кийин кислоталык калдык аталат:

$CuOHCl$ – жез гидроксохлориди, $AlOHSO_4$ – алюминий гидроксосульфаты, $Al(OH)_2Cl$ – алюминий дигидроксохлориди.

Кош туздар. Курамында эки металл катиону жана бир кислота калдыгы болот. Кычкыл туздарды негиз менен нейтралдаштырсак туздардын аралашмасы пайда болуп, ал эритмени бууландырганда кош туздар алынат. Мисалы, $NaHSO_4 + NH_4OH \rightarrow NaNH_4SO_4 + H_2O$.

Кош туздарды эки туздун аралашмасы катары кароого болот. Мисалы,

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 \rightarrow K_2Al_2(SO_4)_4 \text{ же } KAl(SO_4)_2$$

калий-алюминий
сульфаты

Мындай кош туздардын кээ бирлери көп гидраттык сууну кошуп алып кристаллдашат. Мисалы, ачык таштар (квасцтар):

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ – калий-алюминий сульфаты

$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ – калий-хром сульфаты ж. б.

Комплекстик туздар. Курамында комплекстик катиону же комплекстик аниону бар кош туздар комплекстик туздар деп аталат. Мисалы,

$$K_2[PtCl_4], \quad [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

Кош туздар менен комплекстик бирикмелердин айырмачылыктары бар. Кош туздар сууда эригенде эки башка металлдын катионуна жана кислота калдыгына чейин толук диссоциацияланат:

$$NH_4Cr(SO_4)_2 \rightleftarrows NH_4^+ + Cr^{3+} + 2SO_4^{2-}$$

Ал эми комплекстик туздар сууда эригенде комплекстик катионго же комплекстик анионго чейин гана диссоциацияланат:

$$K_2[PtCl_4] \rightleftarrows 2K^+ + [PtCl_4]^{2-};$$

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftarrows [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

1.1-таблица

Кислоталардын жана туздардын аталышы

Кислоталар		Кислоталык калдык		Туздар
формула	аталышы	формула	аталышы	формуласы
HF	плавик	F^-	фторид	NaF
HCl	туз	Cl^-	хлорид	$CaCl_2$
CH_3COOH	уксус	CH_3COO^-	ацетат	$Ca(CH_3COO)_2$
H_2S	күкүрттүү суутек	HS^-	гидросульфид	$Al(HS)_3$
		S^{2-}	сульфид	Al_2S_3
HNO_2	азоттуу	NO_2^-	нитрит	KNO_2
HNO_3	азот	NO_3^-	нитрат	$Ca(NO_3)_2$
H_2CO_3	көмүр	HCO_3^-	гидрокарбонат	$NaHCO_3$
		CO_3^{2-}	карбонат	$Al_2(CO_3)_3$
H_2SO_3	күкүрттүү	HSO_3^-	гидросульфит	$NaHSO_3$
		SO_3^{2-}	сульфит	K_2SO_3
H_2SO_4	күкүрт	HSO_4^-	гидросульфат	$Mg(HSO_4)_2$
		SO_4^{2-}	сульфат	$Al_2(SO_4)_3$
HPO_3	м-фосфор	PO_3^-	метафосфат	KPO_3
H_3PO_4	о-фосфор	$H_2PO_4^-$	дигидрофосфат	$Ca(H_2PO_4)_2$
		HPO_4^{2-}	гидрофосфат	Na_2HPO_4
		PO_4^{3-}	фосфат	$Ca_3(PO_4)_2$
$HClO_4$	хлор	ClO_4^-	перхлорат	$Ca(ClO_4)_2$
$HClO_3$	хлорат	ClO_3^-	хлорат	$KClO_3$
$HClO_2$	хлорит	ClO_2^-	хлорит	$NaClO_2$
HClO	гипохлорит	ClO^-	гипохлорит	RbClO

§ 3. Негизги химиялык закондор

Авогадро закону

Бул закон Авогадро тарабынан 1871-жылы ачылган: ***«Бирдей шартта көлөмдөрү барабар болгон ар түрдүү газдарда бирдей сандагы молекулалар болот».*** Авогадро законунан эки маанилүү натыйжа келип чыгат:

1. Нормалдуу шартта ($t = 0°C$, $P = 1$ *атм*) моль массалары боюнча кескин айырмаланса да, ар түрдүү газдардын 1 молу бирдей көлөмдү (22,4 *л*) ээлешет. Мисалы,

1 моль $H_2 = 2{,}016$ *г/моль* = 22,4 *л*; 1 моль $_{H_2SO_4}$ = 98 *г/моль* ;

1 моль $H_2O = 18$ *г/моль* = 22,4 *л*; 1 моль$_{NaCl}$ = 58,5 *г/моль* .

2. Бирдей көлөмдөгү эки башка газдын масса катышы алардын моль массаларынын катышына барабар.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} \qquad (2.3)$$

Ал эми бир газдын массасынын экинчи газдын массасына болгон катышы $m_1/m_2 = \rho$ биринчи газдын экинчи газга салыштырмалуу тыгыздыгы болгондуктан, анда $M_1/M_2 = \rho$ барабар болот. Бул формуланын жардамы менен моль массасы белгилүү, жеңилирээк газ аркылуу белгисиз газдын моль массасын таап алууга болот.

Практика жүзүндө газдардын тыгыздыгын суутекке жана абага карата аныкташат:

$$M_1 = 2 \cdot \rho_{H_2}; \quad M_1 = 29 \cdot \rho_{аба} \qquad (2.4)$$

Массанын жана энергиянын сакталуу закону

Бул закон XVIII кылымдын орто ченинде М. В. Ломоносов тарабынан көп сандаган тажрыйбаларды жүргүзүү аркылуу ачылган. Бул байкоолордон ал төмөнкүдөй корутундуга келген: **реакцияга катышкан заттардын массасы реакциянын натыйжасында пайда болгон продуктулардын массасына барабар.**

$$C_{(к)} + O_{2(г)} \rightarrow CO_{2(г)}$$

$$12\ г + 32\ г = 44\ г$$

Химиялык реакциянын теңдемесин жазганда өзара аракеттенишүүгө катышкан заттардын алдына коюлган коэффициенттер заттардын массасынын сакталуу законуна негизделген. Кийинки жүргүзүлгөн илимий изилдөөлөрдүн бардык тармактары бул закондун туура экендигин ырастап келе жатат.

Көп сандаган тажрыйбалардын негизинде (Ломоносов, Гесс, Майер, Гельмгольц, Джоуль) энергиянын сакталуу закону калып-

танган. 1840-ж. Р. Майер энергиянын сакталуу законун төмөнкүдөй аныктаган: **энергия жоктон пайда болбойт жана изсиз жоголуп кетпейт. Энергиянын айрым түрлөрү бир формасынан экинчи формасына эквиваленттик катышта өтө берет.**

XIX кылымдын аягына чейин масса жана энергия бири бирине байланышы жок өз алдынча түшүнүктөр болуп келген. 1893-жылы П. Н. Лебедев жарыктын басым жасоо кубулушун ачып, күн нурларынын материалдык касиетке ээ экендигин аныктаган. Азыр тынч абалда массага ээ болбогон талаанын бардык формалары (электр-магниттик термелүүлөр, нурлануу, фотондор ж. б.) материалдык дүйнөнүн түрлөрү экени далилденди, масса менен энергия – материянын ажырагыс, өзара тыгыз байланыштуу мүнөздөмөлөрү, материяны энергиядан ажыратып же энергияны материядан бөлүп кароо мүмкүн эмес.

1905-жылы А. Эйнштейн масса менен энергиянын ортосундагы өзара байланышты төмөнкү теңдеме менен туюндурган:

$$E = mc^2, \qquad (2.5)$$

мында E – энергия, m – масса, c – жарык ылдамдыгы, ал $3{,}0{\cdot}10^8$ *м/сек* га барабар.

Ар кандай химиялык процесстерде массанын өзгөрүшү байкалбагандыктан массанын сакталуу закону туура деп эсептелет, ал эми ядролук реакцияларда энергия кадимки химиялык реакцияларга салыштырганда өтө көп миллион эсе ашыкча бөлүнгөндүктөн массанын өзгөрүшү эске алынат.

Курамдын туруктуулук закону

1801-ж. француз окумуштуусу Л. Ж. Пруст көп тажрыйбанын негизинде табиятта кездешкен заттарды ар кандай ыкмалар менен синтездеп бөлүп алып, алардын курамын салыштырып келип төмөнкү корутундуга келген: **«Берилген химиялык бирикме кантип, кандай ыкма менен алынгандыгына жана таркалган жерине карабастан курамы дайыма туруктуу болот»**, б. а. бирикмени түзгөн элементтер өзара белгилүү гана сандык катыштарда аракеттенишет. Мисалы, жаратылышта көп кездешкен кайнатма туз, кальций карбонаты (бор, мрамор) ж.б. менен лабораторияда алынган ушул эле заттардын курамында эч кандай айырма болбойт. Түштүк Америкадагы шакар (K_2CO_3) менен киновардын (HgS) химиялык курамы Сибирдеги же Австралиядагы кездешкен ошол эле заттардан эч айырмасы болбойт. Демек, курамы туруктуу болгондон кийин берилген бирикменин химиялык касиеттери да дайыма туруктуу болот. Бул корутунду кээ бир органикалык заттарга колдонулбайт, себеби бирикменин курамындагы элементтердин атомдук катыштары бирдей болго-

ну менен ал заттар касиеттери боюнча кескин айырмаланышат. Алсак, C_2H_6O эмпирикалык формула этил спиртинин (C_2H_5OH), этил эфиринин (CH_3–O–CH_3) структуралык формулаларын берет. Бул эки зат касиеттери боюнча кескин айырмаланышат. Этил спирти суюктук, суу менен чексиз аралашат, щелочтор менен алкоголяттарды пайда кылат, ал эми диметил эфири – газ, сууда эрибейт, химиялык касиеттери боюнча спирттен кескин айырмаланат.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Химиялык элемент, атомдук жана молекулалык масса, моль кандай чоңдуктар?

2. Валенттүүлүк жана окистенүү даражасы кандай түшүнүктөр? Алардын айырмасын көрсөткүлө.

3. Төмөнкү көмүртектүү бирикмелердеги CO_2, CH_4, CH_3OH, C_2H_5OH, CH_3COOH, CH_2O, $HCOOH$ көмүртектин валенттүүлүгүн жана окистенүү даражасын аныктагыла?

4. Төмөнкү заттардагы элементтердин окистенүү даражаларын аныктагыла: Na_2O, Na_2O_2, Fe_2O_3, SO_2, SO_3, Cl_2O_5, AlH_3, HCl, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $K_2Cr_2O_7$, NH_4, NO_3

5. I–VII группадагы төмөнкү элементтердин Li, Mg, Al, Si, P, S, Cl оксиддерин жана аларга туура келген гидроксиддеринин негиз же кислота катары формулаларын жазгыла.

6. Негиздик, кислоталык жана амфотердик оксиддердин химиялык касиеттерин көрсөткөн реакцияларды жазгыла.

7. Төмөнкү кислоталарды жана алардын калдыктарын эларалык аталыштары менен атагыла: HCl, $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$, H_2SO_4, H_2SO_3, HPO_3, H_3PO_4, $H_2Cr_2O_4$, HCN, $HCNO$.

8. Төмөнкү туздарды классификациялап, атагыла: $AlCl_3$, $AlOHCl_2$, $Al(OH)_2Cl$, $Ca_3(PO_4)_2$, $CaHPO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2$, $KCr(SO_4)_2$, $K_2[PtCl_6]$.

9. Төмөнкү айланыштардын теңдемелерин жазгыла:

$$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 \rightarrow CaO \rightarrow Ca.$$

10. Курамдын туруктуулук законуна, массанын сакталуу закону жана Авогадро законуна аныктама бергиле.

11. K_2O, KOH, KCl, KNO_3, K_2SO_4, K_3PO_4 заттарындагы калийдин массалык үлүшүн аныктагыла.

12. Төмөнкү заттарга туура келген оксиддерди тапкыла: HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $HClO$, $HClO_4$, $Al(OH)_3$, H_2SiO_3.

13. Төмөнкү заттардын графикалык формулаларын көрсөткүлө: Al_2O_3, $Al(OH)_3$, HNO_3, H_3PO_4, H_2SO_4, H_2SO_3, $CaSO_3$, $CaHPO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$

ЖАЛПЫ ХИМИЯНЫН ТЕОРИЯЛЫК НЕГИЗДЕРИ

§ 1. Атом-молекулалык окуу

Бардык заттар андан ары бөлүнбөгөн эң майда бөлүкчөлөрдөн – атомдордон (грек. atomos – бөлүнбөс) турат. Атомистиканын өнүгүшү М. В. Ломоносов, А. А. Лавуазье, Ж. Пруст, Л. К. Бертоллленин илимий эмгектеринин натыйжасы болуп эсептелет. Кийин Дж. Дальтон 1803–1807-жылдарда топтолгон эксперименталдык жана теориялык материалдары менен толуктаган. Атом-молекулалык теориянын негизги жоболору төмөнкүлөр:

1. Ар бир элемент андан ары курамдык бөлүктөргө ажырабаган эң майда бөлүкчөдөн – атомдон турат.

2. Берилген затты түзгөн жөнөкөй жана татаал атомдор бири-бирине толук окшош, массалары бирдей болгондуктан заттардын курамы туруктуу болот.

3. Түрдүү элементтердин атомдору өзара аракеттенишип татаал затты пайда кылат, ал эми реакциянын натыйжасында бир элементтин атому башка элементтин атомуна айлана албайт.

4. Жөнөкөй атомдор андан ары бөлүнбөгөн бөлүкчөлөр. Татаал атомдор татаал заттын эң кичине бөлүгү, аларды ажыратуу ал затка таандык касиеттердин жоголушуна алып келет.

5. Эки же андан көп элементтердин атомдорунан бирикме пайда болсо, алардын атомдору өзара жөнөкөй бүтүн сандар катарында катышышат.

Атомдун татаалдыгы

Электрон. Бардык заттар андан ары бөлүнбөгөн өтө майда атомдордон тургандыгы тууралуу көзкараштар биздин доорго чейинки мезгилдерден тартып өткөн кылымдын акырына чейин өкүм сүрүп келди. Бул көзкараштар менен катар атом түзүлүшүнүн татаалдыгын далилдеген эксперименталдык фактылар топтолду.

XIX кылымдын орто ченинен баштап окумуштуулар абасы сордурулуп алынган айнек түтүктөрдөн электр разряддарын өткөрүшүп (1870–1879-жж. Крукс), катоддон анодго багытталган терс заряддуу бөлүкчөлөрдүн – катод нурларынын агымын байкашкан.

Катод нурларын изилдөөнүн натыйжасында Крукс алардын төмөнкү касиеттерин көрсөткөн:

1) катод нурлары түз сызыктуу таралгандыктан, алардын жолундагы буюмдардын көлөкөсү экранга түшөт, алар кинетикалык энергияга ээ болгондуктан жолундагы жеңил нерселерди кыймылга келтирет;

2) кээ бир заттардын флуоресценттик жарык чыгаруусун шарттайт, мисалы, бизге белгилүү телевизордун экранындагы флуоресценция;

3) катод нурлары түтүктүн капталдарына урунганда, алардын энергиясынын бир бөлүгү жарык энергиясына айланат, магнит талаасында оң уюлга кыйшаят.

1879-жылы бул терс заряддуу бөлүкчөлөр Стонейдин сунушу боюнча *электрондор* деп аталган, ал электр зарядынын мүмкүн болгон эң кичине бирдигин алып жүрөт, $\bar{e} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ кулон, массасы $m_{\bar{e}} = 9{,}11 \cdot 10^{-28}$ г.

Электрондун заряды өтө кичине терс сан болгондуктан, иштөөгө ыңгайлуу болсун үчүн ага терс электр зарядынын чен бирдиги катары $\bar{e}$ белги ыйгарылган.

Протон жана нейтрон

Протондун болушун радиоактивдүүлүктү изилдөөдөгү бир катар тажрыйбалар көрсөткөн, алар электр талаасында терс уюлга кыйшаят. Массасы $1{,}67 \cdot 10^{-24}$ г, б. а. электрондун массасынан 1836 эсе чоң. Ошентип, суутектин атому 1 протон жана 1 электрондон тургандыктан анын массасы протондун массасына дал келет. Суутектен башка элементтердин атомдорунун массасы алардын курамындагы протон менен электрондордун массаларынын суммасынан чоң болот. Бул айырмачылыкты 1920-жылы атомдун курамындагы *нейтрон* деп аталган бөлүкчө бар деп божомолдошту. Тажрыйба жүзүндө бул бөлүкчөлөр – нейтрондор Чедвик (Англия) тарабынан 1933-жылы ачылды. Нейтрондун жана протондун массалары дээрлик бирдей, бирок нейтрондун заряды нөлгө, протондуку +1, электрондуку – 1ге барабар.

Рентген нурлары жана радиоактивдүүлүк

В. Рентген катод нурларынын касиеттерин изилдеп жатып, 1895-жылы катод нурлары түтүктүн айнегине тийгенде андан көзгө көрүнбөгөн нурлардын чыгаарын байкап, аларды *x-нурлары* деп атаган. Бул нурлар электр жана магнит талааларында кыйшайбайт, газдарды иондоштурат, б. а. x-нурлары өткөн газ электр тогун өткөргүч болуп калат, кийин аларды *рентген нурлары* деп аташты. Рентген нурларынын ачылганынан бир жыл өткөндөн кийин А. Беккерель (1896-жылы) уран туздары рентген нурлары сыяктуу көзгө көрүнбөгөн нурларды чыгарууга жөндөмдүү экендигин байкаган. Ал нурлар да кара кагазга оролгон фотопластинкага так калтырып, түрдүү заттар

аркылуу өтүп, абаны иондоштурат. Беккерелдин сунушу боюнча М. Кюри-Склодовская менен П. Кюри радиоактивдүү заттарды бөлүү боюнча тажрыйбаларын баштаган. Кийин, ошондой эле эле нурларды торий, радийдин туздары да бөлүп чыгарары байкалган. *Заттардын көрүнбөгөн нурларды бөлүп чыгаруу касиетин алар радиоактивдүүлүк, ал эми өздөрүн радиоактивдүү заттар деп атоону* сунуш кылышкан. Радиоактивдүү заттардан бөлүнүп чыккан нурлар магнит жана электр талаасында кыйшаюу менен, фотопластинкада үч кара такты пайда кылат. Бөлүнүп чыккан нурларды касиетине жараша α-, β-, γ-*нурлары деп аташкан.*

γ-нурлары, электр талаасында эч жакка кыйшайбайт, рентген нурлары сыяктуу зарядсыз бөлүкчө, электр-магниттик термелүүлөр болгондуктан темирдин 30 *см* катмарынан да өтүп кетет.

β-нурлары терс заряддуу электрондордун агымы, ылдамдыгы жарык ылдамдыгына (300000 *км/с*) барабар.

α-нурлары оң заряддалган бөлүкчөлөрдүн агымы, 20000 *км/с* ылдамдык менен таралат, заттар муну жеңил эле сиңирет. Калыңдыгы 0,1 *мм* алюминий пластинкасынан өтө албайт. α-нурларынын массасы 4 *м.а.б.*, ал эми заряды +2 болгон гелийдин ядросуна барабар бөлүкчө, α_4^2. Радиоактивдүүлүктүн ачылышы атомдун түзүлүшүнүн татаалдыгын, алардын оң жана терс заряддалган бөлүкчөлөрдөн тургандыгын далилдеди.

Мындан тышкары атом түзүлүшүнүн такталышы, аны менен байланыштуу Резерфорд, Бор теориялары, Мозли закону, Гейзенберг менен Луи-де Бройль толуктоолору, акырында квант теориясынын негиздери жалпысынан мезгилдик закондун тууралыгын ырастап, аны диалектикалык-материалисттик көзкарашта өтө жогорку бийиктикте көтөрүп олтурат. Татаал физикалык-химиялык процесстерди пайдалануу менен жаңы элементтер ачылып, Менделеевдин мезгилдик системасы акырындап толукталууда.

§ 2. Атом түзүлүшүн түшүндүрүүчү алгачкы теориялар

Резерфорддун планетардык-динамикалык теориясы

Бул теория 1911-жылы ачылган. Өзү жүргүзгөн көп тажрыйбаларына таянып, Резерфорд атом түзүлүшү теориясын төмөнкүчө баяндаган: «Атом оң заряддалган эң кичине бөлүкчөдөн – ядродон жана анын айланасында тынымсыз айланып жүргөн терс заряддалган эң кичине электрондон турат. Окумуштуу бул моделди күн системасы сыяктуу көрсөткөн. Ал: атом электр жактан нейтралдуу, электрондун саны ядро зарядына барабар, – деген негизги жыйынтыкка келген. Бул теориянын негизинде илимге керектүү натыйжа келип

чыгат: **«Ядронун заряды, электрондун саны элементтин катар номерине барабар»**. Ошентип элементтин катар номери жөн гана аларды санап өтүү эмес, тескерисинче, атомдун негизги мүнөздөмөсү экендиги белгилүү болду. Элементтин катар номери кийинчерээк 1913-жылы Мозли тарабынан математикалык түрдө эсептелинип чыгарылган.

Резерфорд теориясынын кемчиликтери:

1. Резерфорд теориясы атомдун туруктуулугун түшүндүрө алган эмес. Мисалы, электрон оң заряддалган ядронун тегерегинде айланып жүрүү менен ага тартылып, электр-магниттик энергияны бөлүп чыгарышы керек эле. Мунун натыйжасында электрондун энергиясы акырындап отуруп азаймак да, борбордон четтөөчү күч менен, электрондун ядрого электр-статикалык тартылуу күчүнүн ортосундагы теңдештик бузулмак. Ошондуктан бул теңдештикти сактап калыш үчүн электрон улам ядрого жакынкы орбитага, андан ары электрмагниттик энергияны жоготуу менен, спираль түрүндө кыймылдап отуруп, акырында ядрого түшүп калышы мүмкүн. Мындай болгондо атом туруксуз болмок.

2. Резерфорд атомдогу сызыктуу спектрлерди түшүндүрө алган эмес. Өтө ысытылган катуу жана суюк заттар электр-магниттик толкундарды бөлүп чыгаруу менен бир туташ спектрлерди пайда кылышат. Ал эми өтө ысытылган газдар – түрдүү түстөгү, ортосу караңгылык менен чектелген, сызыктуу спектрлерди беришет. Резерфорддун планетардык теориясын өркүндөтүү менен Бор анын түшүнүксүз суроолоруна жооп табууга аракет жасаган.

Бор теориясы

Нильс Бор 1913-жылы атомдун ядролук модели менен жарыктын кванттык теориясын бириктирүү аркылуу атом түзүлүшү теориясына чоң салымын кошкон.

Жарыктын кванттык теориясынын негизги жоболорун эске алып, Бор атомдун ядролук моделин түзүүдө төмөнкү жыйынтыкка келген: «Атомдогу электрондун энергиясы бир калыпта болбостон, үзгүлтүктүү, башкача айтканда дискреттүү болуп өзгөрөт. Ошондуктан атомдо электрондун каалаган энергетикалык абалы болбостон аларга «уруксат берилген» гана энергетикалык абал болот. Ал эми уруксат берилген бир энергетикалык орбитадан экинчисине өткөндө электрон электр-магниттик нурду сиңирип алат же бөлүп чыгарат». Жарыктын кванттык теориясына ылайык электронго кош касиет мүнөздүү. Корпускулдук бөлүкчө катары массасы бар, толкун сыяк-

туу, жарык интерференция, дифракция кубулуштарын пайда кылат. Атом түзүлүшүн түшүндүрүү үчүн Бор өз постулаттарын (жоболорун) пайдаланып, ядронун тегерегинде айланып жүргөн электрондун ылдамдыгын, радиусун аныктаган.

Бор постулаттарынын ички карама-каршылыктары төмөнкүлөр:

– Постулаттар классикалык механиканын жана электр-динамиканын закондорунун чыныгы көзкараштарына толук жооп берген эмес. Бул закондор өтө кичинекей телолор үчүн колдонулган жана атомдогу электронго таасир этүүчү күчтү эсептөө үчүн гана пайдаланылган.

– Электрон бир стационардык орбитадан экинчи орбитага канчалык тездик менен өтсө да электрондун ортодогу абалы белгисиз бойдон калган. Мындай учурда электрон баштапкы жана акыркы орбиталардын ортосунда бир абалды сөзсүз ээлеши керек эле.

– Суутек атомунун спектриндеги нурларынын интенсивдүүлүгү эмне үчүн бирдей эместиги түшүнүксүз калган.

– Бор теориясы химиялык байланыштарды сандык жагынан түшүндүрүүдө толук жооп бере алган эмес.

Жыйынтыктап айтканда, Бор теориясы жаратылыштагы өтө чоң телолордун – макро бөлүкчөлөрдүн закондорун, эң кичинекей телолорго, микробөлүкчөлөргө – атом, электрон, фотон ж.б. түздөн-түз колдонууга болбой тургандыгын көрсөттү. Натыйжада микробөлүкчөлөргө ылайыкталган жаңы физикалык теориянын иштелип чыгышына объективдүү шарттар түзүлдү.

Квант теориясынын калыптанышы

Кванттык механика деген илим атом түзүлүшү теориясынан алынган жаңы маалыматтар менен толукталды. Алсак, 1924-жылы француз окумуштуусу **Луи-де-Бройль** фотондор гана корпускулалык-толкундук кош касиетке ээ болбостон, электрондор да ушундай эле эки касиетке ээ экендигин белгилеп, 1927-жылы тажрыйба түрүндө далилдеген.

Электрондун корпускулалык касиети анын бүтүн нерсе катары; затка таасир эткендигинде, ал эми толкундук касиети анын дифракция, интерференция кубулушуна дуушар болушунда, кванттар теориясын өркүндөтүү менен де-Бройль электрондун толкун түрүндө кыймылдай тургандыгын жана ошол толкундун узундугун эсептөөчү теңдемени сунуштаган.

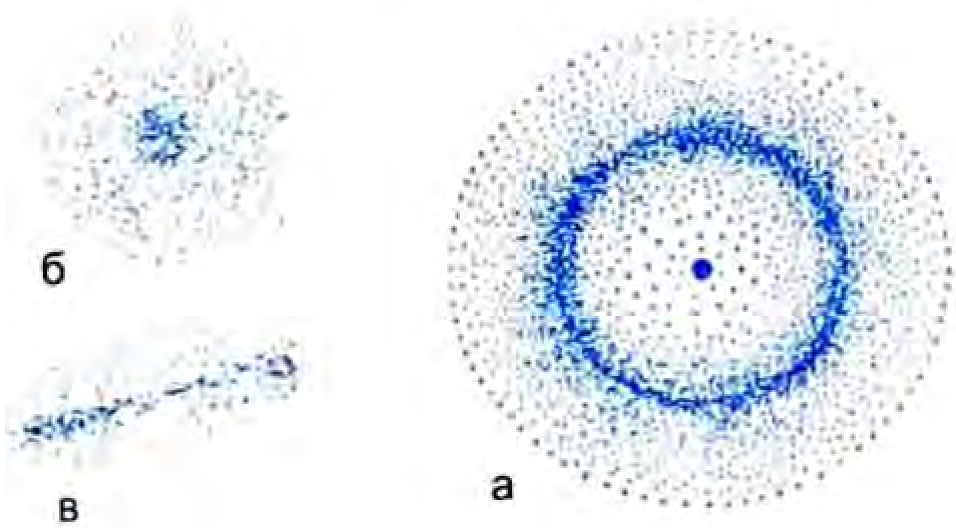
Девинсон менен Джермер 1927-жылы тажрыйба түрүндө электрондун толкун экендигин көрсөтүп, электрондун тобу дифракция-

лык, интерференциялык эффекттерди бере тургандыгын далилдеген жана электрондун толкунунун узундугун аныктаган.

Гейзенберг дайынсыздыгы. Кийинчерээк В. Гейзенберг электрондун кыймылы тууралуу кошумча түшүнүктү – **дайынсыздыктын принцибин** кийирген. Ал принципке ылайык бирдей эле убакыттын ичинде электрондун абалын жана импульсун, ылдамдыгын жана энергиясын аныктоого болбойт деп эсептеген.

Квант механикасынын көзкарашы боюнча, орбитаны мейкиндиктеги үч өлчөмдүү көлөмдөгү объект сыяктуу кароого болот. Ядронун тегерегинде электрондун болуу ыктымалдыгын мейкиндиктеги көпшөк сфералык шар сымал элестетүү керек. Алынган бул модель *электрондук булут* деп аталат.

Мындай сфералык шардын ордуна электрон өзүнүн убактысынын 90% ин өткөрө турган ядронун тегерегиндеги чөйрөнү чийип, электрондук булуттун жалпы элесин (3.1-сүрөт, *б*) жана көлөмдүк фигураны көрсөтүүгө болот (3.1-сүрөт, *в*).



3.1-сүрөт. Электрондук булуттун түзүлүшү.

§ 3. Квант теориясынын негизги жоболору. Кванттык сандар

Азыркы учурда кванттык химиянын көзкарашы боюнча атомдогу электрондордун кыймылы жана абалы төрт кванттык сан же болбосо төрт параметр аркылуу туюнтулат.

Башкы кванттык сан – n, электрондун энергиясын жана анын ядродон канчалык аралыкта кыймылдап жүргөнүн көрсөтөт. Башкы кванттык сандын белгилүү бир маанисиндеги электрондордун абалы энергетикалык деңгээл деп аталат жана алар латын тамгалары менен белгиленет: n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 же энергетикалык деңгээлдер – K, L, M, N, O, P, Q.

Башкы кванттык сандын мааниси мезгилдин катар номерине барабар.

Орбиталдык кванттык сан – l атомдук орбиталдын формасын аныктайт. Орбиталдык кванттык сан $l = n - 1$ деп эсептелинип, «0» дөн «n–1» ге чейинки сандарды камтыйт. Орбиталдык кванттык сандын ар бири өзүнө тиешелүү болгон орбиталдык формага ээ жана кичинекей латын тамгалары менен белгиленет:

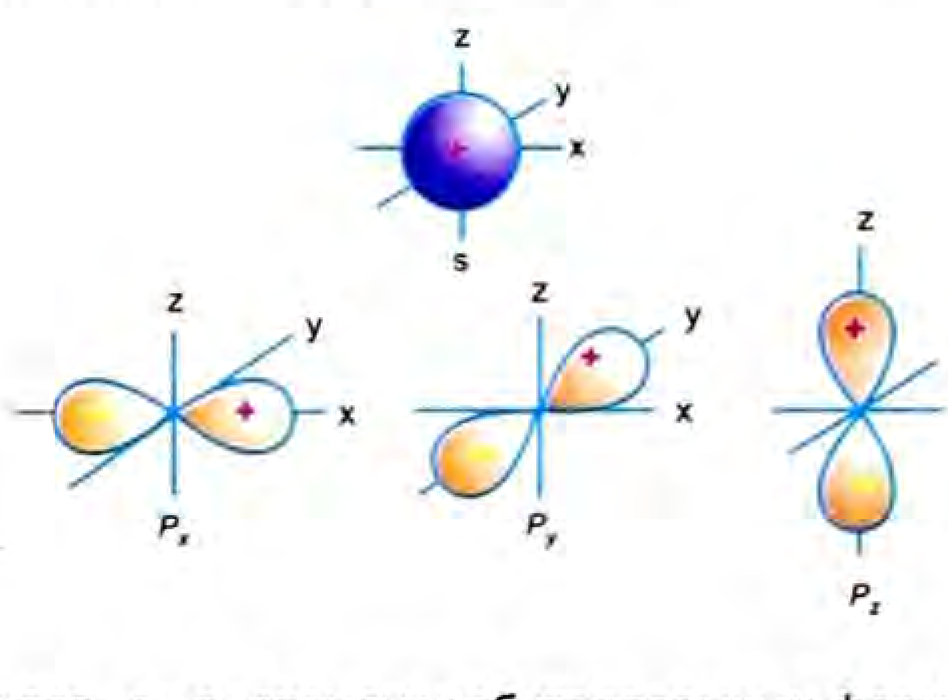
Энергетикалык деңгээл n =	1	2	3	4
Атомдук орбиталдар l =	0 s	0, 1 s, p	0, 1, 2 s, p, d	0, 1, 2, 3 s, p, d, f

Башкы кванттык сандын кандай гана мааниси болбосун орбиталдык кванттык сандын ар бир сан мааниси дайыма өзүнө тиешелүү болгон форманы алып жүрөт:

Атомдук l =	0	1	2	3
орбиталдар	s	p	d	f

Мында s – атомдук орбиталдар – шар формасында, p – гантель, d жана f – татаал фигуралар (3.2-сүрөт).

Ар бир деңгээлдеги атомдук орбиталдар тиешелүү цифралар менен белгиленет. Мисалы, 1s, n = 1ге таандык, 2s менен 2p n = 2ге туура келет. Ошентип атомдук орбиталдардын ар бир деңгээлдеги санын тактап чыгууга болот:



3.2-сүрөт. s-, p- атомдук орбиталдарынын формалары.

n = 1	1	2	3	4
l = 0	0,	0, 1	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f
	)	))	)))	))))

Жогоруда көрсөтүлгөндөй, биринчи деңгээлде бир атомдук орбитал (АО), экинчиде – эки (2s2p), үчүнчүдө – үч (3s, 3p, 3d), төртүнчүдө – төрт (4s, 4p, 4d, 4f) АО бар. Ошондуктан сүрөттө көрсөтүлгөн деңгээлдерди белгилеген жарым айланалардын калыңдыктары ар түрдүүчө болот деп түшүнүү керек.

Магниттик кванттык сан – *m*, атомдук орбиталдын мейкиндиктеги магниттик же электр талаасына карата жайгашкан абалын көрсөтөт. Ал өтө тез өзгөрүү менен орбиталдык кванттык сандын бардык оң жана терс маанилерине ээ болот:

$$m = +l,\ 0,\ -l$$

Эгерде магниттик кванттык сандын ар бир маанисин төрт бурчтук фигура – ячейка □ аркылуу белгилесек, анда s атомдук орбитада бир, *p* да – үч, *d* да – беш, *f* те – жети ячейка (уяча) болорун оңой эле билүүгө болот:

1 = 0		1	2	3
	s	p	d	f
m = 0		+1, 0, -1	+2, +1, 0, -1, -2	+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3
	□	□□□	□□□□□	□□□□□□□

Ар бир атомдук орбиталдын ячейкаларынын санына жараша мейкиндикте өздөрүнө тиешелүү болгон формалары болот.

Спиндик кванттык сан – S.

Спиндик кванттык сан электрондун менчик магниттик моментин көрсөтөт. Ал электрондун өз огунун тегерегинде жарым айлануу кыймылы болуп саналат (компастын жебесин элестеткиле). Спиндик кванттык сан карама-каршы багытталган эки гана мааниге ээ болгондуктан: $S = +\frac{1}{2},\ -\frac{1}{2}$, аны атомдук орбиталдардагы ячейкаларда жайгаштырууда ⇅ жебелери менен белгилейбиз. Бир атомдук орбиталдын ячейкасындагы бир багыттагы жебе менен көрсөтүлгөн электрондун абалын ошол электрондун төрт кванттык санына барабар деп түшүнөбүз.

§ 4. Атомдук орбиталдардын толтурулуш ирети. Принциптер жана эрежелер

Жогоруда биз жалгыз электрону бар суутек атомунун түзүлүшүн баяндаган моделдер менен тааныштык. Эми суутек атомунун түзүлүшүн мүнөздөөгө иштелип чыккан теориялык көзкараштарды көп электрондуу атомдорду сүрөттөөгө колдонуп көрөлү. Суутек атомунун түзүлүшүндөгү негизги түшүнүктөр – деңгээл, атомдук орбитал көп электрондуу атомдун түзүлүшүн сүрөттөөдө колдонулат. А түгүл орбиталардын мейкиндиктеги формалары да суутектикиндей деп алынат. Көп электрондуу атомдун электрондору энергетикалык деңгээлдерде атомдук орбиталдардын энергияларынын жогорулашы боюнча жайгашат.

Бир эле энергетикалык деңгээлде атомдун бардык электрондору жайгашышы мүмкүн эмес. Ошондуктан атомдун энергетикалык деңгээлдеринин электрондор менен толуу ирети бир канча принциптерге жана эрежелерге баш ийет.

Паули принциби

Паули атомдук спектрлерди анализдөөнүн негизинде жана мезгилдик системада элементтердин жайгашкан иретин эске алып, өзүнүн тыюу салуу принцибин формулировкалаган: «атомдогу бир атомдук орбиталда **бардык төрт кванттык саны бирдей болгон эки электрондун болушу мүмкүн эмес**». Бул принципке ылайык бир ячейкада эки спиндери карама-каршы электрондор жайгашат, б.а. спиндик кванттык сандары s белгилери менен айырмаланат ($+\frac{1}{2}$ жана $-\frac{1}{2}$). Мындай учурда калган үч кванттык сан эки электрон үчүн бирдей болушу мүмкүн:

[↓↑] , [↑↑] же [↑↓↑]

туура, *туура эмес*

Бир орбиталдагы карама-каршы спиндүү эки электрон *жупташкан* деп аталат. Демек, атомдо электрондордун саны көп болсо, алар энергиясына жараша башка орбиталдардан орун алат.

Паули принцибин төмөндөгүчө жөнөкөй түшүнүүгө болот.

Мисалы, 1s атомдук орбиталга үч электрон жайгашып калды дейлик: [↑↓↑]

Биринчи (↑) – электрон үчүн: $n = 1, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$;

Экинчи (↓) – электрон үчүн: $n = 1, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$;

Үчүнчү (↑) – электрондо: $n = 1, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$.

Демек, биринчи жана үчүнчү электрондордун бардык төрт кванттык сандары барабар болуп калмак. Ал эми биринчи жана экинчи электрондор үчүн үч кванттын сандары бирдей, бирок алар төртүнчү кванттык сандын маанилери боюнча айырмаланып турушат.

Паули принциби $n = 2$ден кийинки эң сырткы кванттык деңгээлдерде 8ден ашык электрон болбойт деген чектөө менен толукталат. Ар бир ячейкага 2 гана электрон баткандыктан n калган маанилерине ылайык электрондор – мезгилдеги элементтердин саны – $2n^2$ формуласы аркылуу аныкталат:

$n = 1$ – 2 элемент; $n = 2$ – 8 элемент

$n = 3$ – 18 элемент; $n = 4$ – 32 элемент ж. б.

Элементтердин катар номери чоңойгон сайын орбиталдардын кезектеги электрон менен толтурулушу өтө аз энергиянын принцибине ылайык ишке ашат. Демек, биринчи иретте аз энергиялуу беш атомдук орбитал толтурулушу керек. Мисалы, 1s, 2s2p, 3s3p, кийинки 3d менен 4sтин кайсынысы биринчи толтурулат деген объективдүү суроо туулат. Себеби төртүнчү кванттык деңгээлден (n=4) баштап орбиталдардын энергияларынын көбөйүү ирети бузулат. Алсак, төртүнчү деңгээлдин 4s-орбиталынын энергиясы, үчүнчү кванттык деңгээлдин 3d-орбиталынын энергиясынан аз болот. Ошондуктан алгач 4s-орбиталы электрондор менен толгондон кийин гана 3d-орбиталдар толо баштайт. Эгерде мындай болбогондо калий d-элементтердин катарына кирип калмак да, мезгилдик системанын жалпы структурасы бузулмак. Атомдук орбиталдардын энергияларынын азайышы Клечковский эрежеси аркылуу толукталат.

Гунд эрежеси

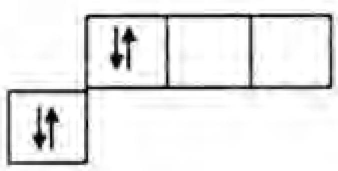
«Атомдун туруктуу абалына бир атомдук орбиталда орун алган электрондун спиндеринин абсолюттук суммаларынын максималдуу мааниси туура келет».

Эрежеге ылайык, берилген орбиталдарда электрондор менен толуу процессинде алар мүмкүн болсо жупташпай жалкы калууга ара-

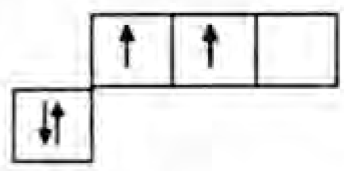
кеттенишет, б. а. берилген деңгээлдеги электрондордун спиндеринин суммасы максималдуу болууга умтулат. Мунун себеби эки электрон бар орбиталда жүргөндөгү электр-статикалык өзара түртүлүү күчтөрү, эки электрон эки орбиталда бирден айланып жүргөнүнө караганда көп болот. Деңгээлдеги энергиясы аз орбиталдын саны жетишсиз болгондо гана электрондор аргасыздан жупташат. Мында эки электрондуу бир булут пайда болуп, анын спини нөлгө барабар болот.

Атом, иондор жана молекулаларды изилдөөнүн натыйжасында энергетикалык деңгээлчелердин бардык орбиталдары жупташкан же жалкы электрондор менен толгон абалдары туруктуу абал болору аныкталган.

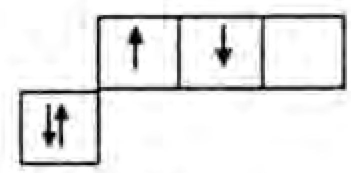
Гунд эрежесин түшүнүү үчүн, көмүртек атомунун түзүлүшүнө $1s^2 2s^2 3p^2$ төмөнкү үч схема туура келмек деп анализдеп көрөлү:

1) 

$2s^2$ $2p^2$
туура эмес

2) 

$2s^2$ $2p^2$
туура

3) 

$2s^2$ $2p^2$
туура эмес

Гунд эрежесине ылайык биринчи жана үчүнчү схемадагы электрондордун спиндеринин абсолюттук суммалары $\left(+\frac{1}{2}\right)+\left(-\frac{1}{2}\right)=\mathbf{0}$, ал эми экинчи схема боюнча максималдуу $\left(+\frac{1}{2}\right)+\left(+\frac{1}{2}\right)=1$ маанигe ээ болот. Ошондуктан көмүртек атомунун түзүлүшүн экинчи схема аркылуу сүрөттөп көрсөтүү туура болот.

§ 5. Д. И. Менделеевдин мезгилдик закону жана элементтердин мезгилдик системасы

Д. И. Менделеев ачкан мезгилдик закон жана ал түзгөн элементтердин мезгилдик системасы элементтердин бирикмелеринин пайда болуу шарттарын жана касиеттерин изилдөөдө, заттардын ички түзүлүшү жөнүндөгү окууну андан ары өөрчүтүүдө чоң роль ойноду, химияда жаңы доордун башталышы болду.

Химиялык элементтердин, алардын бирикмелеринин касиеттеринин мезгилдик өзгөрүшүн терең чагылдырып түшүндүргөн бул закон элементтердин физика-химиялык касиеттери, алардын атомунун түзүлүшү жөнүндөгү илимий маалыматтарды иретке келтирип,

а түгүл жаңы бирикмелердин касиеттерин алдынала айтууга мүмкүндүк берди.

Д.И. Менделеев элементтерди системага келтирүүдө атомдук массаны негиз кылып, баарыдан мурда ошол кезде белгилүү болгон 63 элементтин ар бирин өзүнчө карточкаларга жазып, аларды атомдук массаларынын чоңоюшу боюнча үзгүлтүксүз катарга жайгаштырган. Бул таблицаны карап отуруп, кээ бир элементтердин атомдук массаларынын туура эмес экендигин байкайт, кээ бирлерин (мисалы, иод) химиялык касиеттерине жараша жайгаштырат. Элементтердин системасынын биринчи вариантын 1869-жылы Д. И. Менделеев көрүнүктүү окумуштууларга жиберип, андан кийин орус химиялык коомунун заседаниесинде билдирүү жасайт. Д. И. Менделеевдин мезгилдик законунун негизги жоболору төмөнкүлөр эле:

1) атомдук массаларынын чоңоюшу боюнча жайлаштырылган элементтердин касиеттери мезгилдүү өзгөрөт;

2) элементтин атомдук массасынын өлчөмү анын мүнөзүн аныктайт;

3) жаратылышта көп таралган элементтердин атомдук массалары кичине болуп касиеттери кескин өзгөрөт, булар азыркы мезгилдик таблицадагы биринчи үч мезгилдин элементтери;

4) дагы ачыла элек, белгисиз элементтердин ачылышы күтүлөт;

5) элементтин аналогдору белгилүү болсо, анын атомдук массасынын сандык маанисин тактап, оңдоого болот;

6) элементтердин атомдук массаларынын өлчөмдөрү боюнча алардын кээ бир аналогдорун ачууга шарт бар.

1869-жылы жарыяланган Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасынын таблицасында ошол кезде белгисиз элементтерге бош орун калтырып кеткен. Мисалы, бардык белгилери боюнча кремнийдин астынан орун ала турган элемент (A = 72) ошол убакта белгисиз эле, ошондуктан ал орунду бош калтырып, ал элементти «экасилиций» деп шарттуу атап койгон. Бул сыяктуу бош орундарды ошол убакта ачыла элек бир катар элементтерге калтырбастан, айрымдарынын касиеттерин алдынала айткан: «экасилиций» – германий (A = 72), «экабор» – скандий (A = 44), «экаалюминий» – галлий (A = 68).

Белгисиз элементтин, мисалы, германийдин касиеттерин алдын ала айтуу үчүн Д. И. Менделеев анын жогору жана төмөн жагында жайгашкан кремний менен калай элементтеринин гана эмес, алардын оң жактагы фосфор, мышьяк, сурьманын жана алардын бирикмелеринин касиеттерин эске алган. Касиеттери алдынала айтылган үч элементти: 1875-жылы Лекок де Буабодран (Франция) галлийди – экаалюминийди, 1879-жылы Ларс Нильсон (Швеция) скандий-

ди – экаборду; 1896-жылы Винклер (Германия) германийди – экасилицийди ачып, Д. И. Менделеевдин алдынала айткандарын толук ырасташкан.

Д. И. Менделеев өзүнүн мезгилдик таблицасын түзүп жатканда көп элементтердиң атомдук массаларын тактап, бир катарына оңдоо киргизген. Мисалы, ошол мезгилдеги кабыл алынган хромдун жогорку оксидинин валенттүүлүгүн 5тен 6га оңдоп, анын белгилүү эквиваленти ($Э_{Cr}$=8,66) боюнча кабыл алынган туура эмес атомдук массасынын (A_{Cr}=5 · 8,66=43,30 *м. а. б.*) ордуна хромдун туура атомдук массасынын маанисин (A_{Cr}=6·8,66=51,96 *м.а.б.*) киргизген. Ошондой эле индийдин эквиваленти 38,5 валенттүүлүгү 2, демек, атомдук массасы 77ге барабар деп кабыл алынган, андай болсо, ал мышьяк (A_{As}=75) менен селендин (A_{Se}=79) ортосунан орун алуу керек эле. Бирок индийдин касиеттери мышьяк менен селендин касиеттерине такыр жакындабагандыктан, индийдин касиеттерин кайрадан карап чыгып, анын валенттүүлүгү 3кө барабар, демек, атомдук массасы 114,8 *м. а. б.* барабар деп тактап, аны мезгилдик системанын III группасындагы азыркы алып турган ордуна жайгаштырган.

Ошентип мезгилдик закон Д. И. Менделеевге бир катар элементтердин ээлеген ордун, атомдук массаларын жана кычкылтек боюнча валенттүүлүктөрүн тактап оңдоого мүмкүндүк берген (Be, Cl, V, Cr, In, Th, La, U ж. б.). Муну менен катар ал бир нече элементтердин касиеттерин алдынала айтып, аларга мезгилдик системада орун калтырган (Sc, Ge, Ga, Te, Re, Po, Ra, Ac, Pa ж. б.). Бул фактылар гениалдуу окумуштуу Д. И. Менделеев ачкан мезгилдик закон – жаратылыштын көп законченемдүүлүктөрүн ичине камтыган табигый жалпы закон экендигин далилдейт.

Д. И. Менделеевдин мезгилдик закону

Жаратылыштын жалпы законун туюндурган улуу илимий ачылыштын натыйжасы болгон Мезгилдик законго Д. И. Менделеев өзү мындай аныктама берген: ***жөнөкөй заттар жана алардын бирикмелеринин касиеттери элементтердин атомдук массаларынын өсүшүнө мезгилдүү көзкарандылыкта болот.***

Мезгилдик системадагы элементтердин орун алуу иретинде закондон кээ бир четтөөлөр бар эле. Мисалы, атомдук массасы кичирээк болсо да Д. И. Менделеев никелди кобальттан кийинки орунга коюп, кобальтка караганда никелдин касиеттери палладий менен платинага көбүрөөк окшоштугун көрсөткөн. Ошондой эле атомдук массаларынын өлчөмүнө жараша теллур (z = 52) йоддон (z = 53) кийинки орунга коюлмак, бирок химиялык касиеттеринин окшоштугуна жараша теллурду күкүрт менен селендин, йодду хлор менен

бромдун астына жайгаштырган. Же асыл газдар ачылгандан кийин калийге (z = 19) караганда аргондун (z = 18) атомдук массасы чоңураак экендигине карабастан касиеттерине жараша калий I A группага, аргон 0 группага жайгаштырылган. Ошентип Д. И. Менделеев өзүнүн таблицасын түзүүдө жалаң эле атомдун массасынын чоңоюшуна таянбастан элементтердин касиеттерине да өзгөчө көңүл бөлгөн. Жалпысынан алганда, элементтердин катар номерлеринин жогорулоо ирети, алардын атомдук массаларынын чоңоюшуна шайкеш келет. Элементтердин мезгилдик системада жайгашуу ирети, б. а. Д. И. Менделеевдин мезгилдик законунун тууралыгы – кийинчерээк тажрыйба жүзүндө 1913-ж. Мозли закону аркылуу далилденди.

Ошентип, Мозли закону элементтердин катар номерлери жөн гана коюлган сандар эмес, белгилүү бир физикалык маңызы бар экендигин көрсөттү. Бул закон мезгилдик системадагы элементтердин иретинин тууралыгын, алардын катар номерлери атомдун ички структурасына байланыштуу экендигин ырастады.

Атом электр жактан нейтралдуу система болгондуктан, анын оң жана терс заряддарынын саны барабар, б. а. бир протонго (заряды +1) бир электрон (заряды −1) туура келет.

1920-жылы Чэдвик эксперименталдык материалдардын негизинде ядронун оң зарядынын өлчөмүн аныктаган. Табылган ядронун заряды элементтин катар номерине абдан жакын болуп чыккан. Ошентип атомдун ядросунун зарядынын өлчөмү (протондордун саны) экспериментте далилденгенден тартып ядронун заряды (z) атомдук масса (A) сыяктуу эле маанилүү константа болуп калды. Атомдун түзүлүшүн баяндаган илимий ачылыштардан кийин азыркы учурда мезгилдик законго төмөнкүдөй аныктама берилип жүрөт:

Элементтердин жана алардын бирикмелеринин физикалык, химиялык касиеттери элементтин ядросунун зарядына мезгилдүү көзкарандылыкта болот.

Д. И. Менделеев ачкан мезгилдик закондун маңызын терең түшүнүү үчүн анын сандык туюндурмасы – элементтердин мезгилдик таблицасынын формулалары менен таанышуу зарыл.

Элементтердин мезгилдик системасы

Элементтердин мезгилдик системасынын таблицасын Д. И. Менделеев түзгөндөн бери көп убакыт өтсө да анын конструкциясы, ички маңызы өзгөрбөй келе жатат. Ал гана эмес улам жаңы илимий ачылыштар мезгилдик системанын тууралыгын далилдеп, аны андан ары байытып жатат. 1869-жылдан берки убакыт ичинде көп окумуштуулар мезгилдик таблицанын ар кандай формаларын сунуш кы-

лышты. Бирок алардын бири да баштапкы таблицага орчундуу өзгөрүү киргизе алышпады. Мезгилдик таблицаны түзүүчүлөр элементтерди конус, цилиндр, пирамида же башка геометриялык фигуралардын бетине ар кандай иретте спираль, көлөм ж. б. түрүндө, жайгаштырып көрүштү, бирок маңызы баягы эле бойдон калды. Салыштыруу иретинде мезгилдик таблицанын кээ бир формаларын китептин башында жана аягында келтирдик. Мезгилдик системанын узун мезгилдүү варианттарында s-, p-, d-, f-элементтердин бардыгы таблицада өздөрүнө тиешелүү орундарын ээлеп, элементтердин касиеттеринин мезгилдик өзгөрүшүн ачык көрсөтүп турганы менен мындай узун таблицаны пайдалануу өтө ыңгайсыз.

Узун мезгилдүү таблицага караганда кыска мезгилдүү таблица алда канча компакттуу жана пайдаланууга оңой болгондуктан анын түзүлүшүнө токтоло кетели. Бул таблицада группаларга I–VIII цифралар коюлган (форзацты карагыла).

Д. И. Менделеев мезгилдик системаны түзгөн убакта инерттүү газдар белгисиз эле, алар ачылгандан кийин башка элементтер менен бирикме пайда кылбагандыгына байланыштуу валенттүүлүгү нөлгө барабар деп «0» группасына жайгаштырышкан. Гелийден башкасынын баарынын сырткы электрондук катмарында 8 электрон (ns^2 np^6) болот.

Мезгилдик таблица боюнча негизги түшүнүктөргө токтолуп өтөлү:

Группалар. *Сырткы валенттик электрондорунун санына туура келген элементтердин тик катары* **группа** деп аталат. Группада касиеттери окшобогон элементтер да болушу мүмкүн. Мисалы, VI группадагы күкүрт менен хромду, VII группадагы хлор менен марганецти алсак, күкүрт менен хлор типтүү металл эместер металлдар менен туздарды пайда кылат. Оксиддеринин суудагы эритмелери күчтүү кислоталар болуп эсептелет. Ал эми хром менен марганец болсо металлдар, металл эместер менен туздарды пайда кылат, суудагы эритмелеринде оң иондор түрүндө жүрөт. Алардын жогорку оксиддеринин суудагы эритмелери кислоталар, ал эми төмөнкү оксиддери негиздер болуп эсептелишет. Группа менен катар, элементтердин өтө окшош касиеттерин тереңирээк бириктирген подгруппа деген түшүнүк акырындык менен такталып отурду.

Подгруппа атомдорунун электрондук түзүлүшү окшош, демек, жалпы химиялык касиеттери жакын элементтердин тобу.

Подгруппалар 3 категорияга: *башкы, кошумча* жана системанын астына жайгаштырылган *лантаноид, актиноиддер* болуп бөлүнөт. I жана II группаларда башкы подгруппалардын элементтери (I A, II A) солго жылдырылып, кошумча подгруппалардагылар (I B, II B) оңго, ал эми III–VIII группаларда, тескерисинче, башкы подгруппа-

лардын элементтери (III A–VIII A) оңго, кошумча подгруппалардагылар (III B–VIII B) солго жылдырылып жайгаштырылган.

Башкы подгруппаларда элементтердин саны көп, узун болот. Бул подгруппаны баштаган элементтер экинчи мезгилден орун алган. Бардыгы болуп 8 башкы подгруппа бар, алар I A–VIII A менен белгиленген. Булардын өзгөчөлүгү – акыркы электрондору ирети менен атомдорунун эң сырткы энергетикалык катмарларынын s- жана p-орбиталдарында жайгашат да, алардын бардыгы валенттик электрондор болуп эсептелет.

Кошумча подгруппалар кыска болуп, элементтеринин саны башкы подгруппаларга караганда азыраак болот. Аларды баштаган элементтер 4-мезгилден орун алышкан. Кошумча подгруппаларга I B–VIII B цифралары коюлган. Алардын бардыгы дээрлик металлдар болуп эсептелет. Бул элементтердин өзгөчөлүгү, алардын акыркы электрондору атомдун эң сырткы катмарларына жайгашпастан, сыртынан ичин көздөй эсептегенде экинчи катмарларынын d-орбиталдарынан орун алган. d-элементтердин II B, III B, кошумча подгруппадан башкасынын бардыгы өзгөрмө валенттүүлүктү көрсөтөт, себеби реакция учурунда булардын d-электрондору химиялык байланыш пайда кылууга катышат, төмөнкү оксиддери негиздик, ал эми жогорку оксиддери кислоталык касиеттерди көрсөтөт. Ошондуктан d-элементтерди *өтмө элементтер* деп аташат.

Экинчилик кошумча подгруппалар эң кыска болуп 6-мезгилден башталат. Булардын өзгөчөлүгү акыркы электрондору алардын атомдорунун эң сырткы кванттык катмарынан ичин көздөй эсептегенде 3-деңгээлдин f-орбиталынан орун алган. Касиеттери өтө окшош бул f-элементтерди *лантаноиддер* жана *актиноиддер*, жалпы эле *ички өтмө элементтер* деп аташат, таблицанын алдына өзүнчө бөлүп жайгаштырышат.

Жогоруда айтылгандарды талдаганда ар бир жуп сан менен башталган мезгилде элементтердин подгруппаларынын жаңы категориясы кошулуп жаткандыгы байкалат. Демек, эгерде 8-мезгилдин элементтери синтезделсе, үчүнчүлүк кошумча подгруппанын 18 элементи (g-элементтер) кошулуп, мезгилдеги элементтердин саны 50гө жетмек.

Мезгилдер

Типтүү щелочтуу металлдардан башталып, типтүү металл эместер менен аяктап, инерттүү газ менен бүткөн элементтердин түз катары мезгил деп аталат.

Мезгилдердин биринчи үчөө бир катардан туруп, *кичине мезгилдер*, калгандары эки катардан туруп, *чоң мезгилдер* деп аталат.

Мезгилдердеги элементтердин саны төмөнкүдөй өзгөрөт:

1-мезгилде 2; 2- жана 3-мезгилде 8; 4-, 5-мезгилде 18, ал эми 6-мезгилде 32, бүтпөгөн 7-мезгилде да 32 элемент болушу керек.

Мындан төмөнкү корутундулар келип чыгат:

1. Таблицада мезгил канчалык төмөн жайгашса, ошончолук узун болот, б. а. улам кийинки мезгилдеги элементтердин саны көбөйүп отурат.

2. *Элементтердин саны бирдей, жанаша жайгашкан эки мезгил диада деп аталат.* Алсак, II, III мезгилдерде – 8; IV, V мезгилдерде – 18; VI, VII мезгилдерде – 32 элемент бар.

3. 8, 18, 32 натуралдык сандардын катарынын эки эселенген квадраттары болуп эсептелет: $2 \cdot 1^2 = 2$; $2 \cdot 2^2 = 8$; $2 \cdot 3^2 = 18$; $2 \cdot 4^2 = 32$; $2 \cdot 5^2 = 50$ ж. б. Демек, ар бир диададагы элементтердин саны кванттык деңгээлге бата турган электрондордун максималдуу санына – $2n^2$ка барабар.

4. Ар бир жаңы мезгилде жаңы электрондук катмар электрондор менен толтурулуп, ар бир жуп сан менен башталган мезгилде элементтердин жаңы тобу (p-, d-, f- ж. б.) кошулуп отурат.

Кандай болгондо да Д. И. Менделеев түзгөн таблицанын фундаменти өзгөрбөстөн, кийинки илимий ачылыштар анын тууралыгын ырастап, эксперименталдык далилдер менен бекемдеп келе жатат. Элементтердин жана алардын бирикмелеринин касиеттеринин мезгилдик өзгөрүшүн терең өздөштүрүү үчүн бир катар жаңы түшүнүктөр менен таанышуу талапка ылайыктуу. Алар атомдун өлчөмү, иондошуу потенциалы, атомдун электронго жакындыгы (тектештиги), терс электрлүүлүгү, окистенүү даражасы ж. б.

Атомдун иондошуу энергиясы жана электронго тектештиги

Химиялык элементтердин касиеттери атомдун сырткы энергиялык деңгээлиндеги электрондордун санына жана абалына көзкаранды, анткени ал электрондор элементтердин атомдорунун өзара аракеттенүү процессинде жаңы химиялык байланыштарды пайда кылууга катышышат. Электрондордун атомдогу энергетикалык абалдарын мүнөздөгөн маанилүү параметрлер – атомдун *иондошуу энергиясы* менен *электронго тектештиги*, себеби алар атомдун электрондорун берүү же кошуп алуу жөндөмдүүлүгүнүн сандык көрсөткүчү болуп эсептелет.

Газ абалындагы электр жактан нейтралдуу атомдун ядросу менен өтө начар байланышкан эң сырткы электронун тартып алып,

оң ионго айландырууга жумшалган энергия атомдун *иондошуу энергиясы*, ал эми потенциал *иондошуу патенциалы* деп аталат.

Иондошуу энергиясы же иондошуу потенциалы атомдогу электрондун ядро менен байланышынын бекемдигинин чени болуп эсептелип, электрон-вольт менен туюндурулат: $1эB = 1,602 \cdot 10^{-19}$ *Дж*, же $3,827 \cdot 10^{-20}$ *кал.* Иондошуу потенциалдарын эксперименталдык аныктоонун бир катар ыкмалары белгилүү.

Иондошуу энергиясынын сандык маанилери атомдун радиусу менен ядронун зарядына жараша болот. Берилген атомдун улам кийинки электронун тартып алууга жумшалган энергия көбөйүп отурат, себеби бир жагынан ядронун эффективдүү заряды чоңойсо, экинчи жагынан атомдук радиустары кичиреет. Мисалы, I A группанын элементтеринде (Li, Na, K, Rb, Cs) биринчи жана экинчи электрондорду атомдон тартып алууга жумшалган энергиялардын (I_1 менен I_2) ортосундагы айырма абдан чоң.

Жалпы алганда, мезгилдерде солдон оңго карай атомдордун иондошуу энергиясы жогорулап, атомдук радиустары кичирейип, ал эми ядролордун эффективдүү заряддары чоңоюп отурат.

8 электрондуу деңгээлге караганда 18, андан 32 электрондуу деңгээлдин ядросунун эффективдүү зарядынын таасири чоң болот. Келтирилген иретте элементтердин радиустарынын өлчөмү өтө жай өзгөрүп, ал эми f-элементтерде ал радиустар кичирейгендиктен (лантаноиддик кысылуу), 6-мезгилдин d-элементтеринин иондошуу (энергиялары) потенциалдары 4-жана 5-мезгилдердеги элементтердикинен жогору болот.

Газ абалындагы нейтралдуу атом бир электронду кошуп алып, терс ионго айланганда бөлүнгөн же сиңирилген энергиянын саны атомдун электронго *тектештиги (жакындыгы)* (E) деп аталат.

Иондошуу энергиясы сыяктуу эле атомдун электронго тектештиги атомдун радиусуна жана ядронун эффективдүү зарядына көзкаранды болот, электрон-вольт (эВ) менен туюндурулат.

Мезгилдерде солдон оңго карай элементтердин радиустары кичирейип, ядронун эффективдүү заряды көбөйгөндүктөн атомдун электронго тектештиги жогорулайт, ал эми группаларда жогортон төмөн атомдун электронго тектештиги азаят. Бул жалпы закон ченемдүүлүктөрдөн кээ бир четтөөлөр байкалат.

Атомдун иондошуу энергиясы менен электронго тектештиги элементтин реакцияга кирүү жөндөмдүүлүгүн мүнөздөйт. Эгерде иондошуу энергиясы аз элемент менен электронго тектештиги көп элемент аракеттенишсе, бири-бири менен өтө жеңил реакциялашып туруктуу бирикмени пайда кылат. Элементтердин касиеттерин кеңири мүнөздөө терс электрлүүлүк деп аталган шарттуу шкаланы колдонуу ыңгайлуу.

Элементтин терс электрлүүлүгү

Атомдун көлөмү, иондошуу энергиясы, электронго тектештиги, ядронун эффективдүү заряды, катар номери ж. б. факторлор элементтин касиеттерин алдынала айтууга мүмкүндүк берерин жогоруда көрдүк, бирок иш жүзүндө аталган бардык факторлорду эске алуу абдан кыйын. Ошондуктан элементтин химиялык касиеттерин алдынала айтып, аларды түшүндүрүү үчүн *терс электрлүүлүктү* (ТЭ) колдонуу ыңгайлуу.

Элементтин терс электрлүүлүгү (ТЭ) деп, анын атомдорунун электронду өзүнө тартып кармап туруу жөндөмдүүлүгүн айтабыз. ТЭ так аныкталган физикалык константа эмес. Ал атомдун электронду кармап туруу жөндөмдүүлүгүн көрсөткөн элементтин салыштырма мүнөздөмөсү болуп эсептелет. Демек, берилген элементтин ТЭ атомдук массанын шкаласы сыяктуу, башка элементтердин ТЭ салыштырмалуу аныкталат, анын бир нече шкаласы (Полингдин, Милликендин, Оллред-Роховдун ж.б.) бар.

Келтирилген маалыматтар элементтердин ТЭ мезгилдерде солдон оңго карай көбөйүп, элементтин электронду кошуп алып анионду пайда кылуу жөндөмдүүлүгү, б. а. металлдык касиеттери начарлап, металл эместик касиеттери өскөнүн баяндайт. Ал эми группаларда (I A – VII A) жогорудан төмөн карай элементтин ТЭ азайып, электронун берип катион пайда кылуу жөндөмдүүлүгү же металлдык касиеттери күчөп, металл эместик касиеттери начарлап отурат. ТЭ элементтердин бир катар касиеттерин алдынала айтууга мүмкүндүк берет. Мисалы, өзара аракеттешкен атомдордун (А жана В) ТЭнүн сандык маанилериндеги айырма аз болсо байланыштын уюлдуулугу өсүп, иондук салымы байкалат, айырма абдан чоң болсо, иондук бирикмелер пайда болот. Мисалы, O_2, NO, HgO, BaO молекулаларындагы элементтердин ТЭнүн сандык маанилериндеги айырмаларды салыштырып көрөлү:

$ТЭ_{(O_2)} = 3,5 - 3,5 = 0$ эВ; $ТЭ_{(NO)} = 3,5 - 3,0 = 0,5$ эВ;

$ТЭ_{(HgO)} = 3,5 - 1,9 = 1,6$ эВ; $ТЭ_{(BaO)} = 3,5 - 0,9 = 2,6$ эВ.

Мындан, O_2, NO, HgO жана BaO ирети боюнча уюлсуз молекуладан O_2, уюлдуу молекулага NO, андан иондук бирикмеге BaO өтүп жаткандыгы көрүнүп турат.

Элементтердин касиеттеринин мезгилдүү өзгөрүшү

Мезгилдик системанын эң сонун өзгөчөлүктөрүнүн бири анын жардамы менен элементтин валенттүүлүгүн, демек, элементти жана

анын бирикмелеринин касиеттерин алдынала айтууга болот. I–IV группалардын элементтери негизинен 1, 2, 3, 4кө барабар болгон окистенүү даражалары менен мүнөздөлөт. Калган бардык элементтер группанын номерине барабар окистенүү даражаларын көрсөткөнү менен андан четтөөлөрү көп болот. Мисалы, IV, V, VI, VII, VIII подгруппалардын элементтери: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni алган ордуна жооп берген бирикмелерден башка төмөнкү окистенүү даражаны көрсөткөн бирикмелери да көп кездешет. Лантаноиддер менен актиноиддер III группанын металлдары болгону менен +3 окистенүү даражасынан башка да окистенүү даражаларын көрсөткөн бирикмелерди пайда кылат. Ошондой эле VII группанын элементтери галогендердин окистенүү даражалары +7ден −1ге чейин өзгөрөт, VI группанын элементтеринин O, S, Se, Te окистенүү даражалары +6дан −2ге, ал эми IV группанын элементтеринин мүнөздүү окистенүү даражалары +4төн −4кө чейин өзгөрөт.

Элементтердин химиялык касиеттеринин ичинен окистендиргич-калыбына келтиргич касиеттерин талдап көрсөк, мезгилдерде солдон оңго карай калыбына келтиргич касиеттери азайып, окистендиргич касиеттери көбөйгөнүн байкайбыз. Канчалык ТЭ өлчөмү аз болсо, ошончолук ал элемент күчтүү калыбына келтиргич (щелочтуу металлдар), тескерисинче ТЭ өлчөмү канчалык чоң болсо (галогендер) ошончолук күчтүү окистендиргич болот.

Химиялык элементтердин оксид, гидроксиддеринин касиеттери да мезгилдүү өзгөрөт. Ар бир мезгилдин элементтери кычкылтек менен $Э_2O$ дон баштап $Э_2O_7$, $ЭO_4$ формуласына жооп берген оксиддерди пайда кылышат. Оксиддерди пайда кылган элементтердин окистенүү даражалары чоңойгон сайын, алардын мүнөзү негиздик касиеттерден амфотердик касиеттерге өтүп, андан ары алардын кислоталык касиеттери көбөйөт.

Оксид	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Окистенүү даражасы	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Гидроксид	NaOH	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_4SiO_4	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
Гидроксиддин мүнөзү	щелочь	негиз	амфолит H_3AlO_3	начар кислота	орто күчтүү кислота	күчтүү кислота	күчтүү кислота

Бул бирикмелердин негиздик, амфотердик же кислоталык мүнөздөрү борбордук иондун зарядынын өлчөмүнө жана радиусуна көзкаранды болот.

Демек, ар бир мезгил күчтүү негиз пайда кылган элементтен башталып, күчтүү кислота пайда кылган элемент менен аяктайт.

d-элементтердин оксиддеринин жана гидроксиддеринин мүнөзү да элементтин окистенүү даражасына көзкаранды болот. Мисалы, MnO менен Mn_2O_3 негиздик $Mn(OH)_2$, $Mn(OH)_3$, MnO_2 амфотердик $Mn(OH)_4$, же H_2MnO_2, ал эми MnO_3 менен Mn_2O_7 кислоталык касиеттерди көрсөтүшөт. Бир эле группадагы элементтердин оксиддери менен гидроксиддеринин мүнөзүнүн өзгөрүшү борбордук атомдун радиусуна көзкаранды болот. Башкы подгруппаларда (s-, p-элементтер) жогорудан төмөн карай атомдук радиустары чоңойгондуктан элементтин оксиддеринин жана гидроксиддеринин негиздик касиеттери күчөп, кислоталык касиеттери азайып отурат. Жалпы алганда, мезгилдер менен группалар боюнча элементтердин гидроксиддеринин касиеттери төмөнкүдөй өзгөрөт: I A, II A подгруппалардын элементтери негиздер; III A подгруппада радиусу кичинекей бордун гидроксиди начар кислота, алюминий, галлий, индийдин гидроксиддери амфолиттер, таллийдин радиусу чоң болгондуктан гидроксиди негиздик касиеттерге ээ. IV A группасында радиустары кичине көмүртек менен кремнийдин гидроксиддери кислоталык, ал эми германий, калай, коргошундун гидроксиддери амфотердик касиетке ээ. Калган V A, VI A, VII A группалардын элементтеринин гидроксиддери – кислоталар. Ушул сыяктуу эле касиеттердин мезгилдик өзгөрүшү элементтердин суутек, галогендер ж. б. элементтер менен бирикмелеринде байкалат.

Мезгилдик закондун мааниси

Мезгилдик закон жана мезгилдик системанын философиялык чоң мааниси бар, ал бардык элементтерди бирдиктүү материя катары карайт.

Д. И. Менделеев өзүнүн мезгилдик законун ачып, элементтердин мезгилдик системасын түзгөндө атомдун курамдык бөлүктөрү жөнүндө маалымат жок эле. Ошондой болсо дагы элементтердин бирдиктүүлүгү жөнүндөгү законченемдүүлүктү Д.И. Менделеев мезгилдик система түзүүдө негиз кылып алган. Ар бир химиялык элемент өзүнө таандык физика-химиялык константалар менен мүнөздөлөт. Элементтердин жана алардын бирикмелеринин көп түрдүүлүгүнө карабастан, Д. И. Менделеев окшош элементтерди өзүнчө топтоп, алардын ичинен касиеттери боюнча кескин айырмаланган элементтерди салыштырып (щелочтуу металлдар жана галогендер) көрүп, мезгилдик таблицанын биринчи үлгүсүн алган. Касиеттеринин айырмасы азыраак элементтерди алардын ортосуна жайгаштырган. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасында касиеттери боюн-

ча кескин айырмаланган оң жана терс электрлүү элементтердин орун алышы карама-каршылыктарын, окистенүү-калыбына келүү процесстеринин бирдиктүүлүгүн көрсөтөт.

Элементтердин мезгилдик системасында сандан сапатка өтүү закону да ачык-айкын байкалат. Мисалы, элементтин ядросуна улам бир протон кошулганда жаңы элементтин ядросу, аны менен катар бир электрон кошулуп, анын атому пайда болуп жатат. *Эгерде нейтралдуу атом бир электронун жоготуп койсо, оң заряддуу ион, тескерисинче, нейтралдуу атом бир электронду кошуп алса, терс заряддуу ион пайда болот.* Эгерде ядрого нейтрон кошулса, элементтин химиялык касиеттери өзгөрбөстөн ошол эле атомдун изотобу пайда болот. Атомдун ядролорунун туруктуулугу протон менен нейтрондордун катышына көзкаранды болот. Бул катыш белгилүү бир чектен ашканда пайда болгон жаңы изотоп туруксуз болуп α же β-ажыроонун натыйжасында жаңы элементтин ядролорун пайда кылат, б. а. радиоактивдүү болуп калат.

XIX кылымдын аягындагы жана XX кылымдын башындагы илимий ачуулар мезгилдик закондун белгилүү ирээттүүлүктү кучагына алган жалпы табигый закон экендигин ырастады, анын негизги принциптери такталып, тереңдетилип андан ары өөрчүдү. Мезгилдик закон ачылгандан кийинки химиядагы, физикадагы чоң илимий жаңылыктар, ушул закондун негизинде жаралды десек жаңылышпайбыз, себеби ал бардык жаңы илимий ачууларга жол көрсөттү. Алсак, Д. И. Менделеев тарабынан касиеттеринин бардыгы алдынала айтылган элементтердин ачылышы окумуштуунун гениалдуу илимий көрөгөчтүгүн ырастады, алар таблицадан Д.И. Менделеев ачык калтырган орундарды ээледи. А түгүл урандан кийинки элементтер синтезделип, азыр белгилүү элементтердин саны 115 элементтен ашты. Д. И. Менделеев мезгилдик закондун жалпы табигый закон экендигине көзү жеткендиктен көп элементтердин атомдук массаларын оңдоп, оксиддеринин формулаларын жана элементтердин валенттүүлүктөрүн тактады.

Атом түзүлүшүн, молекулалардын пайда болушун түшүндүргөндөн кийинки илимий ачылыштар мезгилдик закондун тууралыгын ырастап, табигый илимдердин андан ары өөрчүшү үчүн анын ролу зор экендигин көрсөттү. Мезгилдик системанын негизинде окумуштуулар практиканын талаптарын канааттандыргыдай сапатка ээ болгон жаңы химиялык бирикмелерди жана металлдардын куймаларын алып жатышат. Мезгилдик закон биохимия, геохимия, биогеохимия, геология, радиохимия, ядролук физика, космостук химия ж. б. илимдердин жаңы тармактарынын жаралышын жана андан ары өөрчүшүн шарттады.

Ошентип, мезгилдик закон табияттын көп кубулуштарын жана законченемдүүлүктөрүн ичине камтыган орчундуу жалпы закондордун бири. Элементтердин мезгилдик системасы химиянын кыскача конспектиси, физиктердин, химиктердин изилдөөлөрүнө жол көрсөтүүчү жылдызы жана жаңы илимий ачылуулардын булагы болуп эсептелет.

§ 6. Химиялык байланыш жана молекулалардын түзүлүшү

Жаратылышта элементтердин айрымдары гана таза түрүндө, ал эми көпчүлүгү бирикмелер түрүндө кездешет. Молекуланы түзгөн атомдордун өзара аракеттешүү шарттарын, негизги себептерин билбей туруп, химиялык бирикмелердин курамын, көп түрдүүлүгүн, алардын пайда болуу механизмин, структурасын жана реакцияга жөндөмдүүлүгүн билүү мүмкүн эмес. Атомдор бири-бири менен аракеттешкенде жараталышы ар түрдүү: уюлсуз, уюлдуу же иондук бирикмелер пайда болот.

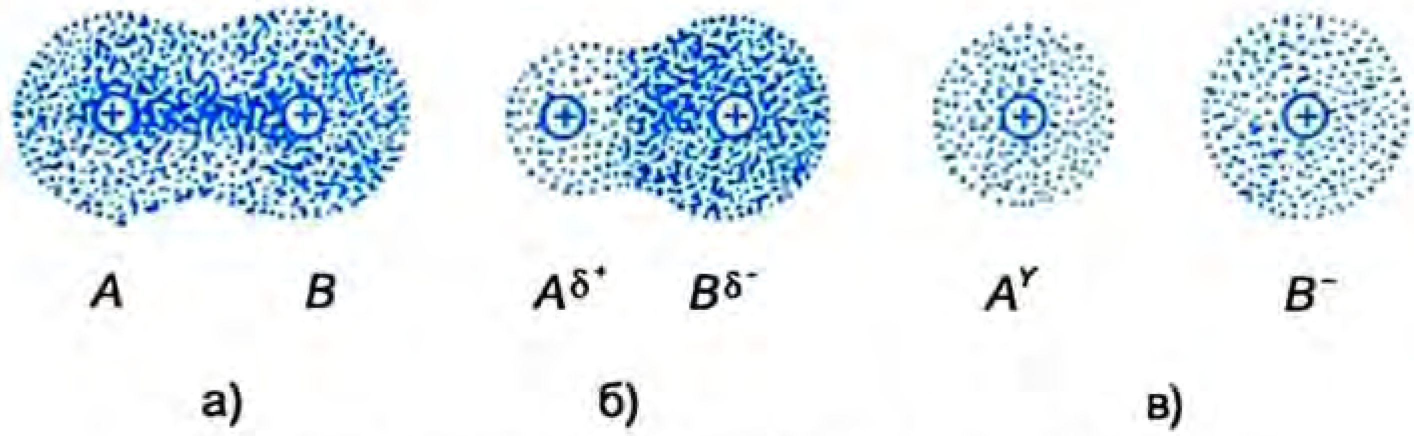
Биз жогоруда көрсөткөндөй валенттүүлүк элементтин формалдуу сандык мүнөздөмөсү катары элементтердин өзара аракеттенишинин сырткы формасын гана чагылдырат, анын ички маңызын химиялык байланыштын жаратылышы түшүндүрөт. 1812-ж. Берцеллиус химиялык бирикмелердин электр-химиялык, ал эми 1915-жылы Коссель иондук, 1916-жылы Льюис коваленттик байланыштын теориясын иштеп чыгышты. Кийин коваленттик байланышты терең түшүндүргөн валенттик байланыш методу жана молекулалык орбиталдар теориялары жаралды.

Химиялык байланыш жөнүндө түшүнүк жана байланыштын түрлөрү

Атомдордун өзара аракеттешүүсүнүн натыйжасында молекула пайда болот. Бул молекуланы түзгөн атомдорду байланыштырып турган күчтөр канчалык чоң болсо, молекула ошончолук туруктуу болот. Демек, молекуланын туруктуулугу реакцияга катышкан баштапкы заттардын энергиясынын азайышын талап кылат:

$$A_{(г)} + B_{(г)} \longrightarrow AB_{(г)} + Q$$

Теңдемеге ылайык, процесс энергия бөлүп чыгаруу менен жүрөт. Процесстин натыйжасында энергиянын бөлүнүшү, баштапкы реагенттердин энергиясынын суммасынан реакциянын продуктусунун энергиясы азайгандыгын туюндурат. Реакциянын натыйжасында энергия канчалык көп бөлүнсө, реакцияда пайда болгон продуктунун туруктуулугу ошончолук жогору болот.



3.3-сүрөт. Коваленттик уюлсуз (а), уюлдуу (б) жана иондук (в) байланыш схемалар.

Эки атомдун (А жана В) ортосундагы байланышты пайда кылууга катышкан бир жуп электронду сызыкча (А—В) менен белгилешет. Бул жуп электрон өзара аракеттешкен атомдордун терс электрлүүлүгүнө жараша уюлдуу жана уюлсуз молекулаларды, иондорду пайда кылышы мүмкүн (3.3-сүрөт).

Жуп электрондук булут байланыштын багыты боюнча орун алган эки борбордук атомдон турса *коваленттик байланыш* пайда болот. Эгерде А менен В бир элементтин атомдору болсо, байланыш пайда кылууга катышкан жуп электрондук булуттун тыгыздыгы эки ядронун ортосунда максималдуу болот, жуп электрондун мындай симметриялуу жайгашышын туюндурган байланыш – *уюлсуз байланыш* деп аталат.

Эгерде А менен В түрдүү элементтердин атомдору болсо, байланыш пайда кылган жуп электрон терс электрлүүлүгү жогору атомдун ядросунун тегерегинде көбүрөөк кулондук күч менен тартылып турат. Мындай аракеттешүүнүн натыйжасында эки атомдун биринде оң уюл (δ^+), экинчисинде терс уюл (δ^-) келип чыгып, натыйжада *уюлдуу коваленттик байланыш* пайда болот.

Эгерде бирикме пайда кылган элементтердин терс электрлүүлүктөрүнүн айырмасы чоң болсо, A^+ жана B^- иондору пайда болот. Иондор ортосунда электр-статикалык тартылуу күчтөрүнүн натыйжасында пайда болгон химиялык байланыш *иондук байланыш* деп аталат.

Химиялык байланыштын теориялык көзкараштарын тереңирээк түшүнүү үчүн иондук жана коваленттик байланыштардын идеалдык моделдерин талдоо ыңгайлуу. Коваленттик байланыштын модели – өзара аракеттешкен атомдордун жалкы электрондорунан пайда болгон жуп электрондорун жалпы пайдалануусуна негизделсе, иондук байланыштын модели ТЭ аз атомдон ТЭ көп атомго электрондун толук өтүп кетишине негизделген. Ошондуктан, өзара аракеттешкен атомдордун терс электрлүүлүктөрүн салыштырып, байланыштын пайда болуу процессинде энергиянын өзгөрүшүн өлчөп, байланыштын – иондук, уюлдуу же уюлсуз коваленттик түрлөрүн түшүндүрө алабыз.

Иондук байланыш

Иондук байланыштын маңызы, демек, иондук бирикмелердин касиеттери жана структурасы электр-статикалык теориянын көзкараштары менен оңой түшүндүрүлөт.

Берилген атомдун бир же андан көп электрондору башка бир атомго толук өтүп кетсе, иондук байланыш пайда болот. Реакциянын *жеңил жүрүшү үчүн электронун бере турган атомдун иондошуу потенциалы эң аз, ал эми электронду кошуп алуучу атомдун электронго тектештиги абдан жогору болушу керек.* Реакциянын натыйжасында электронун берген атом, оң заряддуу ионго, ал эми электронду кошуп алган атом, терс заряддуу ионго айланат:

$$Na^0 - e^- \longrightarrow Na^+ \text{ жана } Cl^0 + e^- \longrightarrow Cl^- \text{ же } Na^0 + Cl^0 \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

Мында натрий эң сырткы $3s^1$ электронун хлорго берип өзүнө чейинки инерттүү газдын (неон), ал эми хлордун атому натрийдин электронун кошуп алып, өзүнөн кийин жайгашкан инерттүү газдын (аргон) конфигурациясына ээ болушту.

Инерттүү газдардын бардыгынын (гелийден башкасы – $1s^2$) эң сырткы кванттык деңгээлдери ns^2np^6 конфигурациясына ээ болгондуктан иондошуу потенциалдары чоң сан, ал эми электронго тектештиги терс сан, б. а. инерттүү газдар электрондук түзүлүшүнүн абдан туруктуулугу менен мүнөздөлөт. Бир электронун берип, неондун конфигурациясына ээ болгон натрий ионунун экинчи электронун тартып алууга өтө көп энергия жумшалат: $I_1 = 5{,}1$ *эВ*, ал эми $I_2 = 47{,}3$ *эВ*. Ошондуктан, натрий үчүн Na^+ ионун пайда кылуу мүнөздүү.

Эгерде I A группанын элементтери бир электронун берүү менен туруктуу электрондук конфигурацияга жетишсе, II A группанын элементтери 2 электронун, III A группанын элементтери 3 электронун берип ns^2np^6 конфигурацияга ээ болот. Мисалы,

$$Na^0 - e^- \longrightarrow Na^+;\ Mg^0 - 2e^- \longrightarrow Mg^{2+};\ Al^0 - 3e^- \longrightarrow Al^{3+}$$

VII A, VI A менен V A группалардын элементтери 1, 2 жана 3 электрондорду кошуп алып ns^2np^6 электрондук структураны пайда кылат:

$$F^0 + e^- \longrightarrow F^-;\ O^0 + 2e^- \longrightarrow O^{2-};\ N^0 + 3e^- \longrightarrow N^{3-}$$

Бардык терс заряддуу иондордун электрондук структуралары инерттүү газдардын конфигурациясындай болсо, оң иондордуку башкача болушу да мүмкүн:

$$Zn^{2+} = 1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}$$

Ошентип, иондук бирикмеде электрондук булут айрым иондун тегерегинде жайгашат жана ар бир иондун тегерегинде бардык багыттары боюнча кулондук күчтөр бирдей таасир этет, ошондуктан мейкиндикте иондук байланыштын белгилүү бир багыты болбойт, байланыш *багытсыздыгы* менен мүнөздөлөт. Мындай карама-каршы заряддуу эки ион өзара аракеттенишсе, алар бири биринин заряддарынын күчтүк талааларын толук канааттандырбайт, ар бири башка багыттары боюнча карама-каршы заряддуу иондор менен аракеттенишүү жөндөмдүүлүгүн сактап, *каныкпастыгы* менен айырмаланат. Кристаллда ар бир ион карама-каршы заряддуу иондордун максималдуу санынын курчоосунда болот, берилген иондун тегерегинде канча ион топтолоору иондордун өлчөмүнө көзкаранды.

Коваленттик байланыш

Иондук байланыштын теориясы бирдей атомдордон же касиеттери жакын элементтердин атомдорунан молекулалардын пайда болушун түшүндүрө албайт. Мындай молекулалардын пайда болушун Льюис коваленттик байланыш теориясы аркылуу түшүндүрөт. Суутек, азот, хлор ж. б. сыяктуу бирдей атомдордон пайда болгон молекулаларда H_2, O_2, Cl_2 эки атомдун бири экинчисине электронун бериши же кошуп алышы жөнүндө сөз болушу мүмкүн эмес.

Мындай молекулалардын пайда болушун шарттаган күч молекула пайда кылууга катышкан атомдордун жалкы электрондору жупташып эки атомго тең бирдей тиешелүү болуп калат, бул жуп электрондордун эсебинен молекулага бириккен эки атом тең инерттүү газдын конфигурациясына ээ болушат. Мисалы,

$$H\cdot + H\cdot \longrightarrow H:H$$

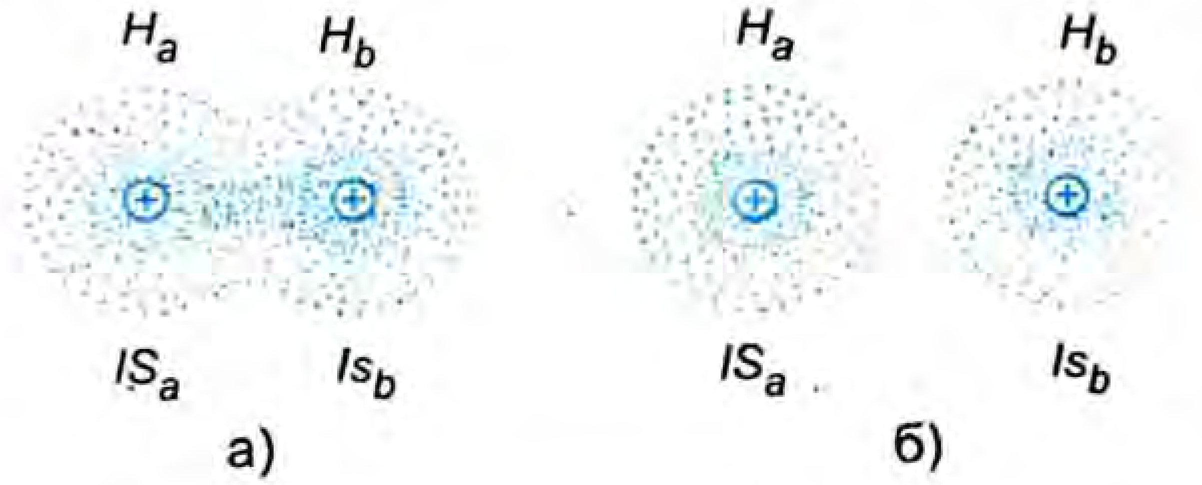
Гелийдин конфигурациясына ээ болуу үчүн суутектин атомуна бирден электрон жетпейт. Ошондуктан, эки атом бири бирине жакындашканда, алардын жалгыз электрондору жалпы молекулага тиешелүү электрондук жупту пайда кылып коваленттик байланыш келип чыгат. Галогендердин валенттик электрондорунун саны 7, демек «октетти» пайда кылууга бирден электрон жетишпейт. Ошондуктан, алардын жалкы электрондору жупташып эки атомго тең тиешелүү электрондук конфигурацияны пайда кылат:

$$:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}\cdot + :\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}\cdot \longrightarrow :\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}:$$

Кванттык механиканын көзкарашына ылайык өзара аракеттешүү үчүн суутектин эки атому ($H_а$ жана $H_в$) жакындашканда, алардын ортосунда эки түрдүү электр-статикалык күчтөр таасир эти-

ши мүмкүн. Жакындашкан эки атомдун электрондорунун спиндери карама-каршы багытталган болсо, андай электрондук булуттар ($1s_а$ жана $1s_в$) кайрадан жабылып* коваленттик байланыш ишке ашат.

Мындай кайрадан жабылып пайда болгон жаңы молекулалык булуттун тыгыздыгы эки ядронун ортосунда максималдуу болот. Өзара аракеттешүү үчүн жакындашкан атомдордун электрондорунун спиндери жарыш багытталган болсо (↓↓ же ↑↑) эки атомдун ортосунда түртүлүү күчтөрү гана аракет кылгандыктан молекула пайда болбойт. (3.4-сүрөт.)



3.4-сүрөт. Коваленттик молекуладагы булуттун жайгашуу схемасы.

Демек, өзара аракеттешкен атомдордун электрондорунун абалдарына жараша молекула пайда болушу же атомдор кагылышып эле кайра өзгөрүүсүз ажырап кетиши мүмкүн.

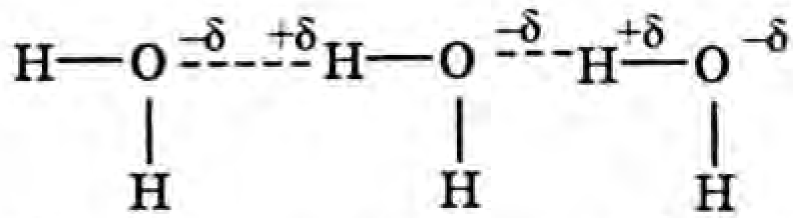
Коваленттик байланыштын пайда болушун түшүндүрүү үчүн алгач толкундук функцияны туура тандоо зарыл. Толкундук функцияны тандоонун эки ыкмасы бар: валенттик байланыш теориясы (ВБТ) жана молекулалык орбиталдардын теориясы (МОТ). Бул эки теория баштапкы толкундук функцияны түзүүгө ар түрдүүчө келгендиктен, молекуланын негизги моделинин түзүлүшүн түрдүүчө чагылдырат. Валенттик байланыш теориясы молекуланын түзүлүшүн ачык-айрым элестетүүгө мүмкүндүк бергендиктен, бир катар маселелерди сапаттык жактан чечүүгө көп колдонулат. ВБТ боюнча молекуланы түзгөн атомдор өздөрүнүн жекечелигин сактап калат, ал эми молекулалык орбиталдардын теориясы атомдун түзүлүшү жөнүндөгү негизги көзкараштарды пайдаланып, молекуланы бирдиктүү бир бүтүндөй бөлүкчө деп карайт.

Суутектик байланыш

Суутектин иону (протон) менен терс электрлүүлүгү чоң (фтор, хлор, кычкылтек) элементтердин иондорунун өзара аракеттенишинен пайда болгон байланыш суутектик байланыш деп айтылат.

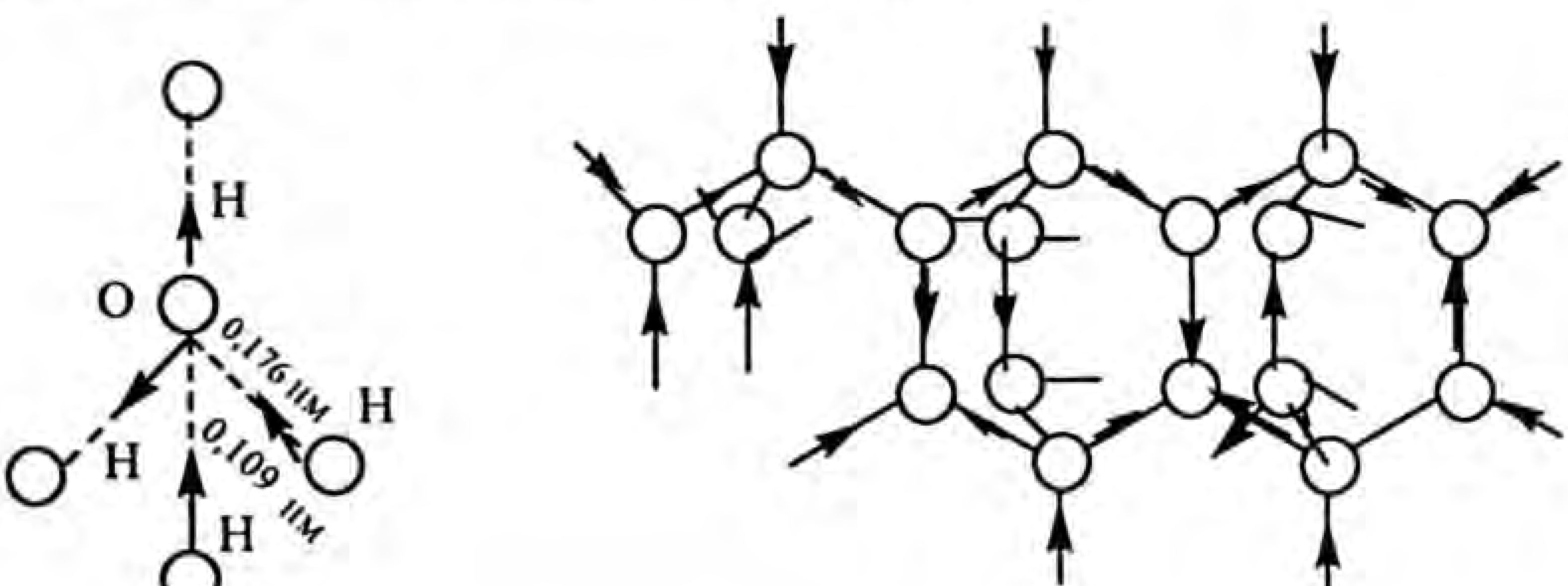
Суутектин молекуласы эки терс электрлүү элементти байланыштырган көпүрөнүн ролун аткара тургандыгы, бирикмелерде суутектин координациялык саны экиге барабар экендиги белгилүү. Мындагы пайда болгон байланыш Ван-дер-Ваальс күчтөрүнөн бир кыйла көп, ал эми коваленттик байланыштан алда канча аз, б. а. ортолук мааниге ээ. Суутектик байланыш заттардын физикалык, химиялык жана структуралык касиеттерине таасир кылып, физиологиялык процесстерде өзгөчө чоң ролду ойнойт.

Жалпы алганда суутектик байланышты төмөнкүдөй элестетүүгө болот:



Суутектик байланыштын энергиясы ($E_{сб}$) анча деле көп болбойт. Алсак, H···H; H···O; H···F суутектик байланыштардын энергиялары тиешелүү түрдө $E_{сб} = 8{,}0$; $21{,}0$ жана $42{,}0$ *кДж · моль*$^{-1}$ барабар.

Ал эми муздун кристаллдарында суунун молекулалары тетраэдрлик конфигурацияда жайгашат (3.5-сүрөт).



3.5-сүрөт. Муз структурасындагы суутектик байланыштар.

3.5-сүрөттө көрсөтүлгөндөй кычкылтектин ар бир атому тетраэдрлик төрт суутектин атомунун борборунда жайгашкан. Ал суутектин төрт атомунун экөө кычкылтектин атомуна уюлдуу коваленттик байланыш ($d = 0{,}109$ *нм*), калган экөө суутектик байланыш ($d = 0{,}176$ *нм*) менен бириккен. Өз иретинде суутектин ар бир атому кычкылтектин бир атому менен уюлдуу коваленттик, экинчиси менен суутектик байланыш аркылуу бириккен. Муз эрий баштаганда андагы суутектик байланыштар үзүлө баштагандыктан (15%ке жакыны үзүлөт), суунун молекулалары жакындашып, анын тыгыздыгы жогорулайт, ошондуктан муз суюк суудан жеңил болот. Акырындык менен температура жогорулай баштаганда суунун молекулалары ныкталып

отуруп, 4°Сдеги суунун тыгыздыгы максималдуу чегине жетет. ***Ушул шартта суунун молекулалары эки суутектик байланыш менен бириккен димерлерден турат.*** Температура мындан да жогорулаганда суутектик байланыш үзүлүп, димерлер азайгандыктан кайра суунун көлөмү чоңоёт. Суу бууланып газ абалына өткөндө бардык суутектик байланыш үзүлүп, ал айрым молекулалардан турат. Суунун аномалиялык касиеттери: жакшы эриткичтиги, жогорку жылуулук сыйымдуулугу, катмар-катмар түрүндөгү тоңушу, диэлектрлик ж. б. касиеттери суутектик байланыш аркылуу түшүндүрүлөт. Суутектин фториди менен кээ бир карбон кислоталарынын бууларында суутектик байланыштар толук үзүлбөйт, демек, молекулалары димер түрүндө жүрөт. Заттардын суутектик байланыштын эсебинен ассоциациялануу жөндөмдүүлүгү аммиак, спирттер, суутектин пероксиди, күкүрт кислотасы, гидразин сыяктуу бирикмелерге да таандык.

Суутектик байланыш аркылуу ассоциаттар пайда болуп, натыйжада берилген бирикменин балкып эрүү жана кайноо температуралары, эрүү жана эритүү жөндөмдүүлүгү өзгөрөт, балкып эрүү энтальпиясы көбөйөт ж. б.

Суутектик байланыш мүнөздүү болгон бирикмелердин физикалык касиеттери, алардын аналогдорунун касиеттеринен кескин айырмаланышы мүмкүн.

Суу менен суутектин фторидинин кайноо жана балкып эрүү температураларынын жалпы закончемдүүлүктөн кескин четтөөлөрү, суутектик байланыш менен түшүндүрүлөт. Эгерде андай болбогондо суу менен суутек фторидинин балкып эрүү жана кайноо температуралары эксперименталдык маанисинен алда канча төмөн болмок.

Жыйынтыктап айтканда суутектик байланышты багытталуу аракеттешүүлөрдүн айрым учуру катарында кароого болот. Себеби байланыштын пайда болуу механизми диполь-диполдук, валенттик байланыш жана электр-статистикалык теориялардын негизинде түшүндүрүп жүрүшөт.

Металлдык байланыш

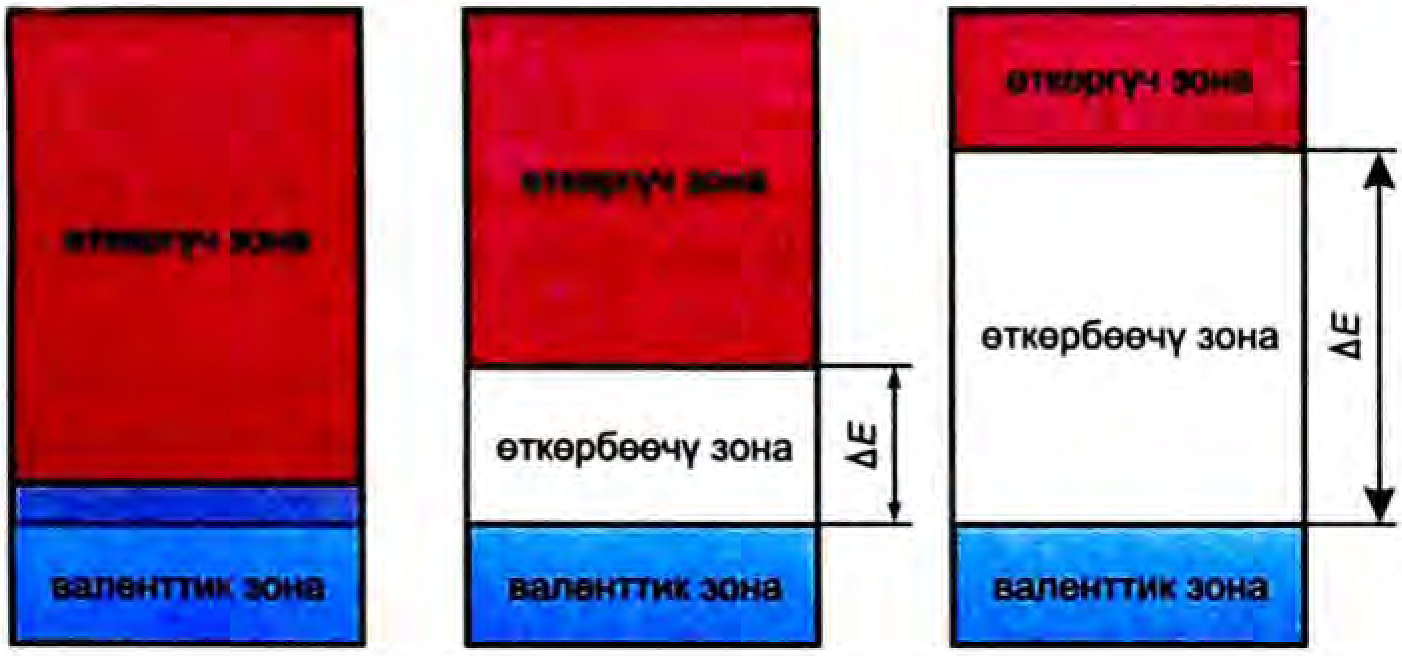
Металлдардын бардыгы (сымаптан башкасы) кадимки шарттарда катуу заттар. Алар негизинен кубдук жана гексагоналдык системадагы абдан нык жайгашкан кристаллдарды пайда кылышат. Металлдардын электр тогун жана жылуулукту өтө жакшы өткөрүү жөндөмдүүлүгү, алардын кристаллдарынын боштуктарында валенттик электрондор эркин жылып жүрөт деген божомолдоого алып келет. Атомдор бири бирине жакындашканда өзара аракеттешүүнүн натыйжасында металлдар конденсацияланып кристаллды пайда кылат.

Жекече турган атомдор жакындашып, белгилүү бир аралыкка жеткенде эки атомдун валенттик орбиталдарынын ортосундагы аракеттешүүлөр күчөп, өтө жакын жайгашкан орбиталдардын тобу үзгүлтүксүз валенттик зонаны түзүшөт. Бул энергетикалык зоналар айрым атомдорго эмес бүтүндөй кристаллга таандык болот. Металлдардын валенттик зонасындагы орбиталдарынын көпчүлүгү же бир бөлүгү бош калат. Бул зоналар өтө жакын жайгашкандыктан аз гана жылуулук энергиясынын таасиринен электрондор жогорку энергетикалык деңгээлчелерге өтө алышат. Демек, абсолюттук нөлдө гана электрондор зонанын эң төмөнкү деңгээлдерин ээлебесе, кадимки шарттарда алар зонанын бардык деңгээлдерине бөлүнүп жайгаша беришет.

Металлдарда өткөргүч зона валенттик зонанын жогорку бөлүгү менен кайрадан жабылып, ал экөө жакын жайгашкан үзгүлтүксүз энергетикалык деңгээлди пайда кылат. Өткөргүч зонадагы электрондор кристаллда эркин жылып жүрүшөт. Кадимки шарттарда металлдардын валенттик электрондору валенттик зонада гана эмес, өткөргүч зонанын төмөнкү деңгээлдеринде да болот (3.6-сүрөт, а).

Металлдардын жылуулукту жана электр тогун жакшы өткөрүү жөндөмдүүлүгүн, алардын кристаллдарынын боштуктарында эркин жылып жүргөн *электрондук газ* жөнүндөгү модель оңой түшүндүрөт.

Иондук жана коваленттик кристаллдарда өткөргүч зонанын энергиясы валенттик зонадан көп айырмалангандыктан, бул экөөнүн ортосунда өтө чоң тыюу салынган зона келип чыгат. Электрондор толук толгон валенттик зонадан электрону жок өткөргүч зонага сырттан энергия бербестен электронду которуу мүмкүн эмес, себеби мындай заттарда тыюу салынган зона абдан чоң ($E > 4,0$ *эВ*). Албетте,

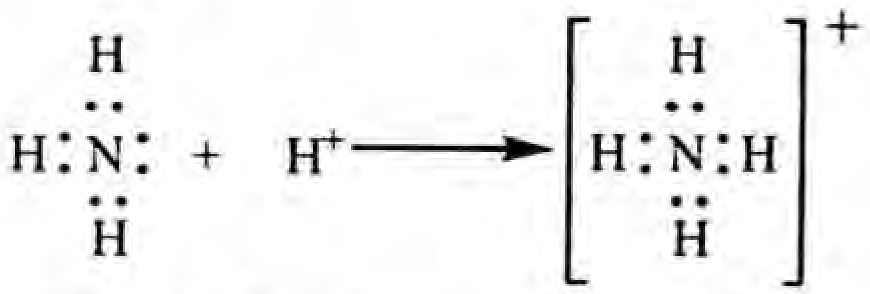


3.6-сүрөт. Өткөргүч (а), жарым өткөргүч (б) жана изоляторлордун (в) энергетикалык деңгээлдеринин зоналык структурасы.

өтө көп энергия же жогорку чыңалуу берүү менен электрондорду валенттик зонадан өткөргүч зонага которуп, затты электр өткөргүч абалга жеткирүүгө болот, бирок мындай шартта изолятор толук бузулуп, зат иондошуп кетет.

Донордук-акцептордук байланыш

Көп убактарда байланыш пайда кылууга катышпаган жуп электрону бар атом бош орбиталдары бар атом же ион менен өзара аракеттешкенде да коваленттүүлүк көбөйүшү мүмкүн. Мындай учурларда жуп электронун жалпы пайдаланууга берген атом – *донор*, ал эми жуп электронду кабыл алган бош орбиталы бар атом – *акцептор* деп аталат. Донордун жуп электрону менен акцептордун бош орбиталынын эсебинен пайда болгон байланыш – ***донор-акцептордук байланыш*** деп аталат. Мисалы,



донор акцептор аммоний

Аммиактын молекуласы менен суутектин иону жакындашканда азоттун жуп электрону суутектин бош орбиталы менен биригип, азоттун коваленттүүлүгү үчтөн төрткө чейин жогорулайт. Азот менен суутектин үч атому ортосундагы байланыштын жаңы пайда болгон байланыштан эч айырмасы болбойт.

§ 7. Атомдук орбиталдардын гибриддешүүсү

Ар түрдүү формадагы электрондук орбиталдардын өзара биригип, баштапкы формаларынан айырмаланган, жаңы геометриялык фигурадагы орбиталды пайда кылышы, **орбиталдын гибриддешүүсү** деп аталат.

Химиялык байланышка көбүнчө таза атомдук орбиталдар катышпастан, гибриддешкендери катышат. Гибриддешкен атомдук орбиталдардын саны алгачкы таза абалдагы атомдук орбиталдардын санына барабар болот.

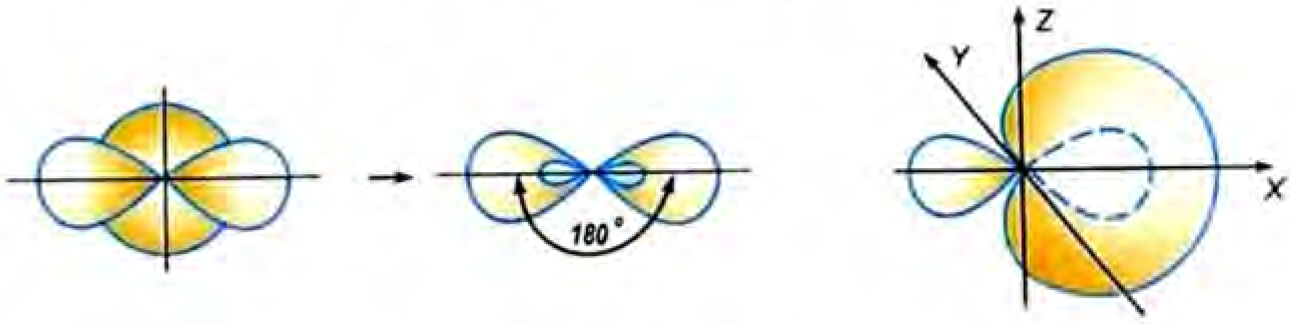
sp-гибриддешүүсү

sp-гибриддешүүсү бериллийдин дүүлүккөн атомунда даана байкалат:

$$Be\ [2s^2 2p^0] \xrightarrow{h\nu} Be^{*}\ [2s^1 2p^1]$$

Натыйжада бир s-жана бир p-орбиталдары гибриддешип эки sp-гибриддешкен жаңы атомдук орбиталга айланат. Алар өзара бир сызыкта 180⁰ бурч боюнча жайгашат (3.7-сүрөт):

s + p ⟶ 2sp -гибрид



3.7-сүрөт. sp-гибриддешүүсү.

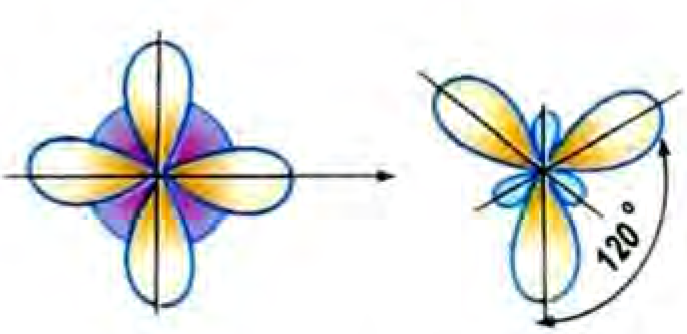
Сүрөттө ядронун бир тарабын көздөй гибриддик булуттун тыгыздыгы кобойгондугу көрүнүп турат. Ошентип, бир эле кванттык деңгээлдеги сфералык симметриялуу s-электрондук булут менен гантель формасындагы p-электрондук булуттун өзара аракеттенишинен формалары бирдей симметриялуу жаңы эки гибриддик электрондук булут пайда болду. Мындай типтеги sp-гибриддешүү бериллий хлоридинде ишке ашат (3.8-сүрөт):

Be + Cl_2 ⟶ $BeCl_2$

3.8.-сүрөт. sp-гибриддүү бериллий хлориди.

sp^2-гибриддешүүсү

Бир s- жана эки p-орбиталдардын комбинациясынан үч жаңы sp^2 гибриддик орбиталь пайда болот. Бул гибриддик орбиталдар бири бирине 120⁰ бурч менен жайгашат. Мисалы, бордун хлориди sp^2 -гибриддешүүнүн натыйжасында үч бурчтуу формадагы молекуланы пайда кылат (3.9-сүрөт).

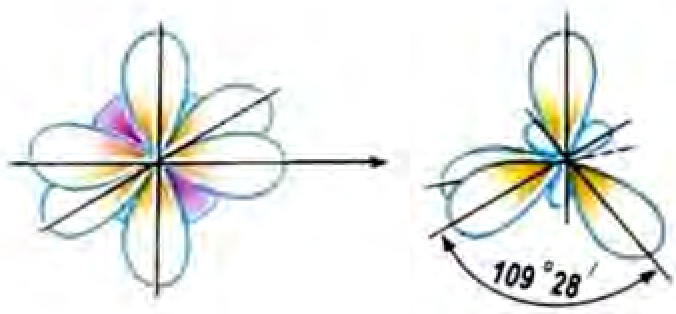


3.9-сүрөт. sp^2-гибриддешүүсү.

sp^3-гибриддешүүсү

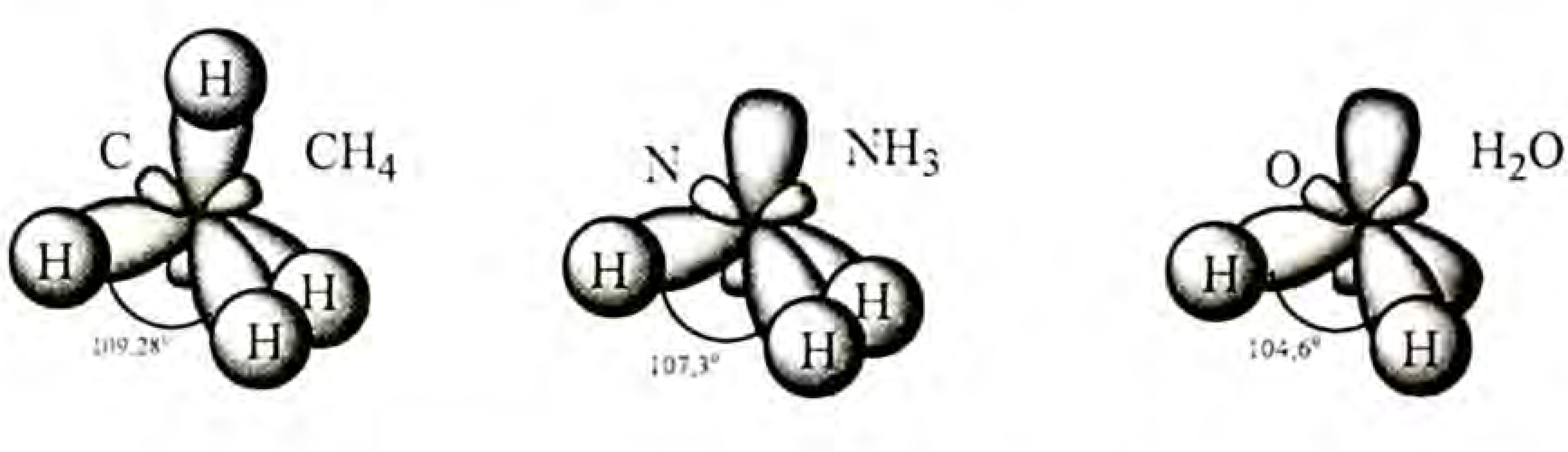
Бир s-, үч р-электрондук булуттардын комбинациясынан жаңы sp^3-гибриддик орбиталдар пайда болот. Жаңы пайда болгон төрт гибриддик орбиталь $109,28^0$ бурч боюнча багытталган симметриялуу тетраэдрди пайда кылат. Мындай гибриддешүү көмүртектин дүүлүккөн атомунда даана байкалат (3.10-сүрөт):

$$C\ 2s^2 2p^2 \xrightarrow{h\nu} C^*\ 2s^1 2p^3$$



3.10-сүрөт. sp^3-гибриддешүүсү.

sp^3-гибриддешүүсү аммиак, суу тибиндеги молекулаларда байкалат. Аммиактын молекуласындагы азотто байланыш пайда кылууга катышпаган бир жуп электрон ($2s^2$) бар. Координаттык октор (x, y, z) боюнча жайгашкан үч р-электрондордун суутектин үч атому менен пайда кылган байланыштарынын бурчу 90^0 болуу керек эле, бирок аммиакта ал бурч $107,3^0$, тетраэдрлик конфигурациянын бурчуна ($109,28^0$) жакын. Бул аммиактын молекуласындагы байланыштар таза р-орбиталдардын каныгуусу менен пайда болбостон, жарым-жартылай sp^3-гибриддешүүгө дуушар болгондугун далилдейт, аммиактагы азоттун атомунун бөлүнбөгөн жуп электрону ($2s^2$) мейкиндикте белгилүү багытты алып турганын көрсөтөт.



3.11-сүрөт. Метандын, аммиактын, суунун тетраэдр түрүндөгү молекулалары.

Азоттун атомундагы пайдаланылбаган жуп электрондун мейкиндикте багыт алуусу аммиактын молекуласынын донор- акцептордук өзара аракеттешүүгө өзгөчө ийкемдүүлүгүн түшүндүрөт. Аз болсо

да sp^3-гибриддешүү суунун молекуласында байкалат, анда кычкылтектин эки жуп электрону таасир этет (3.11-сүрөт).

Химиялык байланышты түшүндүрүүчү валенттик байланыш теориясы (ВБТ)

Бул теорияга ылайык бирикмени түзүүчү атомдор жакындашканда байланыш пайда кылууга алардын валенттик электрондору гана катышкандыктан аракеттешкен атомдор өздөрүнүн жеке касиеттерин сактап калат. Молекуланын түзүлүшүн баяндаган валенттик байланыш теориясынын жоболору түшүнүктүү, элестетүүгө жеңил, бирок колдонгон математикалык ыкмалары өтө татаал. ВБТнын негизги жоболору төмөнкүлөр:

1) коваленттик байланыш спиндери карама-каршы багытталган эки электрондун эсебинен пайда болот;

2) байланыш пайда болгондо электрондук булуттар кайрадан жабылгандыктан эки ядронун ортосунда электрондук булуттардын тыгыздыгы жогорулайт;

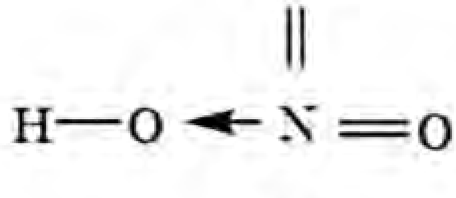
3) электрондук булуттардын кайра жабылуу даражасы канчалык көп болсо, пайда болгон молекуланын энергиясы ошончо аз, туруктуулугу жогору болот. Заттардын пайда болушунда молекулалык орбиталь ыкмасы да колдонулат.

Мындан тышкары, элементтин атомунун сырткы электрондорунун бири, аны менен аракеттешкен терс электрлүүлүгү көбүрөөк элементтин атомуна өтүп кетсе да коваленттүүлүгү жогорулайт. Алсак, азоттун атому реакциянын натыйжасында бир электронун өзүнөн терс электрлүүлүгү көп элементтин атомуна берип, төрт жалкы электрондуу ионго N^+ айланышы мүмкүн:

$$_7N[2s^22p^3]\ \boxed{\downarrow\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow} \xrightarrow{-e^-} N^+\ [2s^12p^3]\ \boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$$

$2s^2$ $2p^3$ $2s^1$ $2p^3$

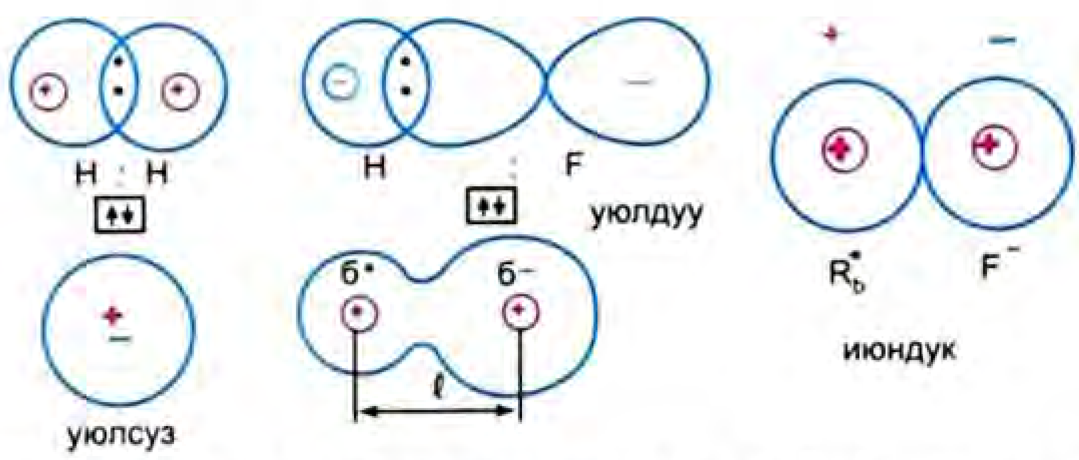
Мындай айлануу азот кислотасы пайда болгондо байкалат, себеби экинчи мезгилдин элементтерининин сырткы валенттик деңгээлдеринде болгону төрт гана орбиталь (бир s-, үч p-орбиталь) болгондуктан азот төрттөн ашык коваленттүүлүктү көрсөтө албайт. Мындай кубулуш нитрат-иондо байкалат. Нитрат-ионду резонанстык системалардын мисалы катарында төмөнкү структура түрүндө жазууга болот:



Бул бирикмеде азоттун валенттүүлүгү 4кө барабар болгону менен окистенүү даражасы +5 ке барабар деп алынат.

Химиялык байланыштын уюлдуулугу

Бир эле элементтин эки атомунан пайда болгон, ядролорунун оң заряды менен электрондорунун терс зарядынын «оордук борборлору» дал келген молекулалар *уюлсуз*, ал эми байланыш – *уюлсуз байланыш* деп аталат. Түрдүү элементтердин атомдорунан пайда болгон молекулаларда, жуп электрондук булут ТЭ аз атомдон ТЭ көбүрөөк атомго жакын жайгашат. Оң жана терс заряддарынын «оордук борборлору» дал келишпей, алардын заряддары белгилүү бир аралыкта (l_i) орун алган молекулалар *уюлдуу* же *диполдор*, ал эми байланыш *уюлдуу байланыш* деп аталат (3.12-сүрөт).



3.12-сүрот. Уюлсуз, уюлдуу жана иондук байланыштардын салыштырмалуу схемалары.

Уюлдуу молекуладагы оң жана терс заряддын оордук борборлорунун аралыгы *уюлдун узундугу* (l) деп аталат. Мындай молекула пайда кылган элементтердин ТЭ айырмачылыгы канчалык чоң болсо, ошончолук химиялык байланыш уюлдуу болот деген корутундуга келебиз. Молекуланын уюлдуулугу анын диполдук моментинин (m) өлчөмү менен аныкталат:

$$\mu = e \cdot l,$$

мында e – элементардык электр заряды, l – диполдун узундугу.

Молекулалардын диполдук моменти *дебай* (D) менен ($1D = 1 \cdot 0^{-20}$ эл. ст. бирдик) туюнтулат.

Уюлсуз молекулаларда $l = 0$, демек, $\mu = 0$, ал эми уюлдуу молекулаларда $l > 0$, демек, $\mu > 0$.

Молекуладагы атомдордун ТЭ айырмасынын байланыштын уюлдуулугуна тийгизген таасирин салыштырып көрүү үчүн 2-мезгилдин элементтеринин фториддерин карап көрөлү:

$$LiF \longrightarrow BeF_2 \longrightarrow BF_3 \longrightarrow CF_4 \longrightarrow NF_5 \longrightarrow OF_2 \longrightarrow F_2$$

Мында атомдордун ТЭ өлчөмүндөгү айырмачылык мезгилде солдон оңго азайган сайын иондук бирикме – литий фторидинен уюлдуу

бирикмелерге, акырында уюлсуз фтордун молекуласына жетип токтойт. Ошентип, молекуладагы байланыштын жаратылышы молекуланы түзгөн атомдордун терс электрлүүлүгүнүн сандык маанилеринин айырмачылыгына көзкаранды.

? Суроолор жана конүгүүлор

1. Атом-молекулалык окуунун негизги жоболорун айтып бергиле?

2. Атомдун татаалдыгы, ядро менен протондун жана электрондун саны эмнеге барабар?

3. Резерфорд, Бор теорияларынын кемчиликтерин көрсөткүлө?

4. Квант теориясынын негизги жоболору жана кванттык сандардын маанисин айтып бергиле.

5. Атомдук орбиталардын толтурулуш ирети: Паули принциби, Гунд эрежеси жана энергиянын азаюу принциби.

6. Д. И. Менделеевдин мезгилдик законго өзүнүн берген аныктамасы жана азыркы мезгилдеги эрежесин айтып бергиле?

7. Элементтердин мезгилдик системасынын түзүлүшү.

8. Атомдун иондошуу энергиясы, электронго тектештиги жана элементтердин терс электрлүүлүгү жөнүндө кандай маалыматыңар бар?

9. Химиялык байланыш жана алардын түрлөрү иондук, коваленттик байланыштардын айырмачылыктарын көрсөткүлө.

10. sp, sp^2, sp^3 гибриддешүүлөрү жана аларга байланыштуу заттардын түзүлүшүн көрсөткүлө.

11. Суутектик, металлдык байланыштардын маанисин айтып бергиле.

12. Li, Na, Ca, Al, Sc, Cu, Zn элементтеринде электрондор атомдук орбиталдарда кандай бөлүнгөн?

13. Эмне үчүн хром подгруппасындагы элементтерде «электрондун кулашы» кубулушу байкалат?

ХИМИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИН НЕГИЗГИ ЗАКОНЧЕНЕМДҮҮЛҮКТӨРҮ

§ 1. Химиялык реакциянын ылдамдыгы жөнүндө түшүнүк

Ар кандай химиялык процесстерди изилдөөнүн натыйжасында реакциялар түрдүү ылдамдык менен жүрө тургандыгы аныкталган. Кээ бир реакциялар көз ирмемде жүрөт. Мисалы: туздар, кислоталар, щелочтордун суудагы эритмелеринин өзара аракеттениши, жарылуу менен жүргөн реакциялар ж. б.

Экинчи бир реакциялар өтө жай жүрөт. Мындай реакцияларда аз эле продуктуну алуу үчүн айлар, жылдар талап кылынат.

Химиялык реакциялардын ылдамдыгын үйрөткөн химиянын тармагы **химиялык кинетика** деп аталат. Демек, химиялык кинетика – химиялык реакциялардын жүрүү ылдамдыгы жана алардын ар түрдүү факторлорго көзкарандылыгы жөнүндөгү окуу.

Химиялык кинетиканын негизги милдети продуктуларды көп өлчөмдө иштеп чыгаруу максатында реакциялардын ылдамдыгын тездетип, химиялык процесстерди туура башкаруу болуп эсептелет.

Реакциянын жүрүшүнө аракеттешүүчү заттардын абалы орчундуу таасирин тийгизет, себеби химиялык реакция өзара аракеттешкен заттардын бөлүкчөлөрү бири бирине тийишкенде гана ишке ашат. Реакцияга катышкан заттардын бири бири менен тийишүү мүмкүндүгүн көбөйтүү үчүн ар кандай ыкмаларды колдонушат: механикалык майдалоо, эритүү жана буугa – газ абалына айландыруу.

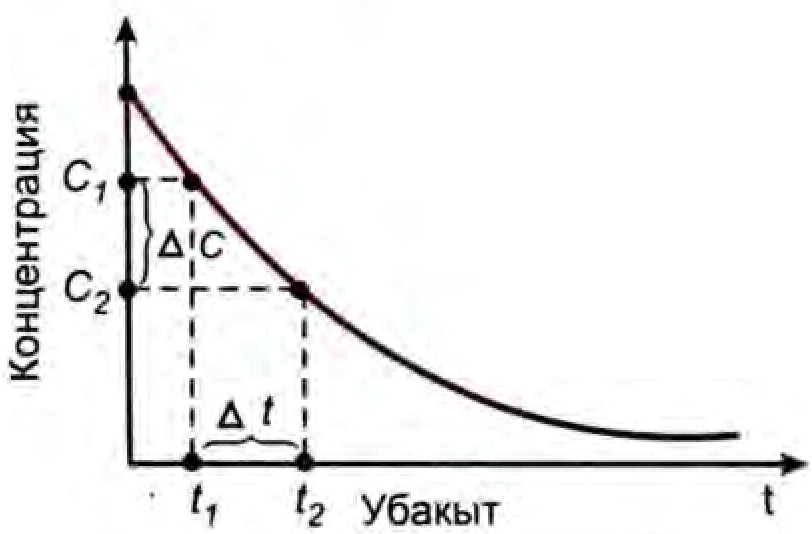
Майдалоонун реакциянын ылдамдыгына таасири төмөнкү тажрыйбада жакшы байкалат: бир кесек көмүр же бир ууч унду күйгүзсөк өтө жай түтөп күйөт, ал эми көмүрдүн же ундун чаңына от койсок алар жарылуу ылдамдыгы менен реакциялашат. Эритмеде жүргөн реакциялардын ылдамдыгы эриткичтин жана реагенттердин жаратылышына көзкаранды болот. Иондук бирикмелер жана молекуласы уюлдуу заттар уюлдуу эриткичтерде өтө тез реакцияга кирет, ал эми уюлсуз эриткичтерде реакция жай жүрөт. Газ, буу абалындагы заттар реакцияга өтө тез кирет. Мисалы, идишке куюлган бензин жай күйөт, ал эми анын аба менен аралашмасы жарылат.

Реакциянын ылдамдыгы убакыт бирдигинде өзара аракеттешкен заттардын же продуктуларынын концентрацияларынын өзгөрүшү менен ченелет.

Мисалы, туруктуу басым жана температура кезинде жүрүүчү $A + B \rightarrow AB$ реакциясынын ылдамдыгын аныктап көрсөк болот. Эгерде убакыттын t_1 кезинде А затынын концентрациясы C_1, ал эми t_2 кезинде C_2 болсо, анда берилген кичинекей убакыттын ичинде $\Delta t = t_2 - t_1$ заттын концентрациясынын өзгөрүшү $\Delta C = C_1 - C_2$ болот. Аныктамага ылайык реакциянын ылдамдыгын төмөнкү теңдештик аркылуу белгилеп алабыз:

$$V = -\frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta C}{\Delta t} \qquad (4.1)$$

Кандай гана реакцияны албайлы, анын ылдамдыгы дайыма оң болгондуктан, теңдештиктин алдыналуу (−) белгиси коюлат. Реакциянын орточо ылдамдыгын убакыттын огу менен ага түшүрүлгөн жаныма сызыктын ортосундагы тангенс бурчу аркылуу таап алууга болот (4.1-сүрөттү карагыла).



4.1-сүрөт. Химиялык реакциянын ылдамдыгы.

Реакциянын чыныгы ылдамдыгы өтө кыска убакыттын Δt маанисиндеги заттын концентрациясынын өзгөрүшүнүн ΔC маанилери аркылуу аныкталат. Лабораторияда реакциянын ылдамдыгы убакытка тескери пропорциялаш деп алууга болот: $V = 1/t$, с. Реакциянын ылдамдыгын таап алууда, анын кандай реакциянын түрүнө кирерин эске алуу зарыл.

Реакциянын ылдамдыгы реакцияга кирүүчү заттын жаратылышына, концентрациясына, температурага, катализаторго ж. б. көптөгөн факторлорго көзкаранды. Ошондуктан бул өңдүү факторлордун ар бирине кыскача токтолуп өтөлү.

§ 2. Ылдамдыктын концентрацияга көзкарандылыгы

Массанын таасир этүү закону

Ылдамдыктын концентрацияга көзкарандылыгы массанын таасир этүү закону аркылуу туюнтулат. *«Химиялык реакциянын ылдам-*

дыгы реакцияга катышкан заттардын концентрациясынын коэффициенттери даража түрүндө көрсөтүлгөн көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш». Мисалы,

$$mA + nB = AB$$

Реакциянын ылдамдыгы (V) реакциялашкан молекулалардын (A жана B) убакыт бирдигиндеги кагылышынын саны менен аныкталат, математикалык түрүндө массанын таасир этүү закону төмөнкүчө туюнтулат:

$$V = K [A]^m \cdot [B]^n. \qquad (4.2)$$

мында $[A]$ менен $[B]$ берилген убакыт ичиндеги заттардын концентрациялары, K – ылдамдык константасы, m жана n – стехиометриялык константалар.

Ылдамдык константасынын физикалык мааниси: эгерде $[A] = [B]=1$ *моль/л* болсо, анда ылдамдык константага барабар болот, $V = K$.

Массанын таасир этүү законунун колдонулушу

Гомогендүү процесс

Суутек менен хлордун өзара аракеттешүү реакциясын карап көрөлү:

$$H_{2(г)} + Cl_{2(г)} = 2HCl_{(г)}$$

Бул реакциянын ылдамдыгы: $V = K[H_2] \cdot [Cl_2]$ менен туюнтулат.

Гетерогендүү процессте реакцияга катышкан заттар ар түрдүү фазада болгондуктан алардын ылдамдыгы фазалардын бөлүнүү бетинин аянтына жараша өзгөрөт. Катуу заттар тийиштүү бети менен гана реакцияга киргендиктен, алардын концентрациясы ылдамдыктын теңдемесине кирбейт:

$$C_{(к)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)} \; ; \; V = K[O_2]$$

Демек, бул реакциянын ылдамдыгы кычкылтектин концентрациясына гана түз пропорциялаш болот. Мисалы, көмүрдүн күйүшү кычкылтектин концентрациясына гана көзкаранды. Бардык мештин иштөө принциптери окшош болот.

§ 3. Ылдамдыктын температурага жана катализаторго көзкарандылыгы. Вант-Гофф закону

Эксперименталдык аныктоолор боюнча температура реакциянын жүрүшүнө чоң таасир этет. Дайыма температуранын жогорулашы реакцияны тездетет, себеби мында өзара аракеттешкен бөлүкчөлөрдүн

энергиясы жогорулап, натыйжада алардын кыймыл ылдамдыгы тездейт, убакыт бирдигинде кагылышуусу көбөйөт.

Көп сандаган реакциялардын ылдамдыгын изилдөөнүн натыйжасында Вант-Гофф эрежеси деп аталган, төмөнкү закончемдүүлүк ачылган: **«Температураны ар бир он градуска жогорулатканда реакциянын ылдамдыгы 2–4 эсе жогорулайт».**

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}, \qquad (4.3)$$

мында t_1 жана t_2 – реакциянын баштапкы жана акыркы абалдагы температуралары, V_1 жана V_2 – реакциялардын ылдамдыктары, γ – температуралык коэффициент.

Температураны 10°ка жогорулатканда берилген реакциянын ылдамдыгы канча эсе жогорулагандыгын көрсөткөн сан реакциянын **температуралык коэффициенти** деп аталат.

Кагылышканда байланыш пайда кыла алган молекулалар активдүү бөлүкчөлөр деп аталат. Температура жогорулаганда реакцияга жөндөмдүү молекулалардын үлүшү жана алардын кинетикалык энергиясы көбөйүп, кагылышуулардын саны да тездейт.

Ылдамдыкка катализатордун таасири

Реакцияны тездетип, бирок реакциядан кийин өздөрү химиялык жактан өзгөрүүсүз калган заттар **катализаторлор** деп аталат. Реакциянын ылдамдыгын басаңдатуучу заттар терс катализаторлор же ингибиторлор деп кабыл алынган.

Мисалы, тетраэтилкоргошун $Pb(C_2H_5)_4$ бензин детонациясын басат (жарылуу менен күйүүсүн басаңдатат) же натрий сульфити эритмеде абанын кычкылтегинин таасиринен жеңил окистенет, ал эми эритмеге бир аз спирт, глицерин же кант кошуп койсо, окистенүү өтө жай жүрөт.

Катализатордун таасири спецификалык болот. Бир эле катализатор бардык химиялык реакциялардын жүрүшүн бирдей ылдамдата бербейт, б. а. универсалдык катализатор болбойт. Сууну бардык реакциялардын ылдамдыгын өзгөрткөн универсалдык катализатор деп айтууга болор эле, себеби көп сандаган реакциялардын жүрүшү үчүн, эч болбогондо суунун бууларынын болушу зарыл, бирок суу кээ бир реакцияларды акырындатат. Мисалы, кургак CO_2 ультракызгылт-көк нурлардын таасири менен көмүртек оксидине (CO) жана кычкылтекке (O_2) ажырайт, ал эми нымдуу көмүркычкыл газы андай ажыроо реакциясына дуушар болбойт.

Катализатордун катышуусу менен жүргөн химиялык реакциялар гомогендүү, же гетерогендүү шарттарда ишке ашышы мүмкүн.

Реакцияга кирген заттар менен катализатор бир фазаны түзсө **гомогендүү катализдик** процесс деп аталат. Гомогендүү катализди аралык бирикмелердин теориясы жакшы түшүндүрөт. Мында катализатор баштапкы заттардын бири менен аракеттенишип туруксуз аралык бирикме (активдүү комплекс) пайда кылат. Бул аралык бирикме экинчи компонент менен аракеттешкенде катализатор кайра калыбына келет:

$A + B \xrightarrow{K} AB$ негизги химиялык процесс;

$K + B = KB$ (активдүү комплекс);

$KB + A = AB + K$ катализатордун процесстен бөлүнүшү.

Мисалы,

$SO_2 + 1/2O_2 \xrightarrow{NO} SO_3$ негизги химиялык процесс;

$2NO + O_2 = 2NO_2$ (активдүү комплекс);

$NO_2 + SO_2 = SO_2 + NO$ катализатордун процесстен бөлүнүшү.

Катализатор спецификалык таасир этет, б. а. бир эле реакцияны катализатордун бардыгы бирдей тездете бербейт. Тескерисинче, түрдүү катализаторлордун таасири менен бир эле зат ар түрдүү продуктуну пайда кылышы мүмкүн. Мисалы, катализатор катарында Al_2O_3 катышса, этил спирти этиленди жана сууну пайда кылуу менен ажырайт:

$$C_2H_5OH \xrightarrow{Al_2O_3} C_2H_4 + H_2O$$

Катализатору жез же күмүш болсо ушул эле спирт уксус альдегидине жана суутекке ажырайт:

$$C_2H_5OH \xrightarrow{Cu} CH_3COH + H_2$$

Катализаторлорго кээ бир заттарды кошкондо, алардын таасири күчөйт. Мындай заттарды **промоторлор** же активдештиргичтер деп аташат. Мисалы, темирге щелочтуу металлдар же щелочтуу жер металлдарынын оксиддерин кошсо, анын катализдоочү таасири абдан күчөйт. Кээ бир реакциялардын ылдамдыгы сырттан катализатор кошулбаса деле тездейт. Мында катализатордун ролун реакциянын натыйжасында пайда болгон продуктулардын бири аткарат. Каталитикалык процесстин бул түрү автокатализ деп аталат. Мисалы, козукулак кислотасын калий перманганаты менен окистенүү реакциясында пайда болгон Mn^{2+} иону ушул эле реакциянын катализатору болуп

эсептелет. Реакция башталганда жай жүрөт, эритмеде Mn^{2+} иондору көбөйгөн сайын реакция тездейт:

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

автокатализатор

§ 4. Химиялык теңдештик жана аны жылыштыруу шарттары

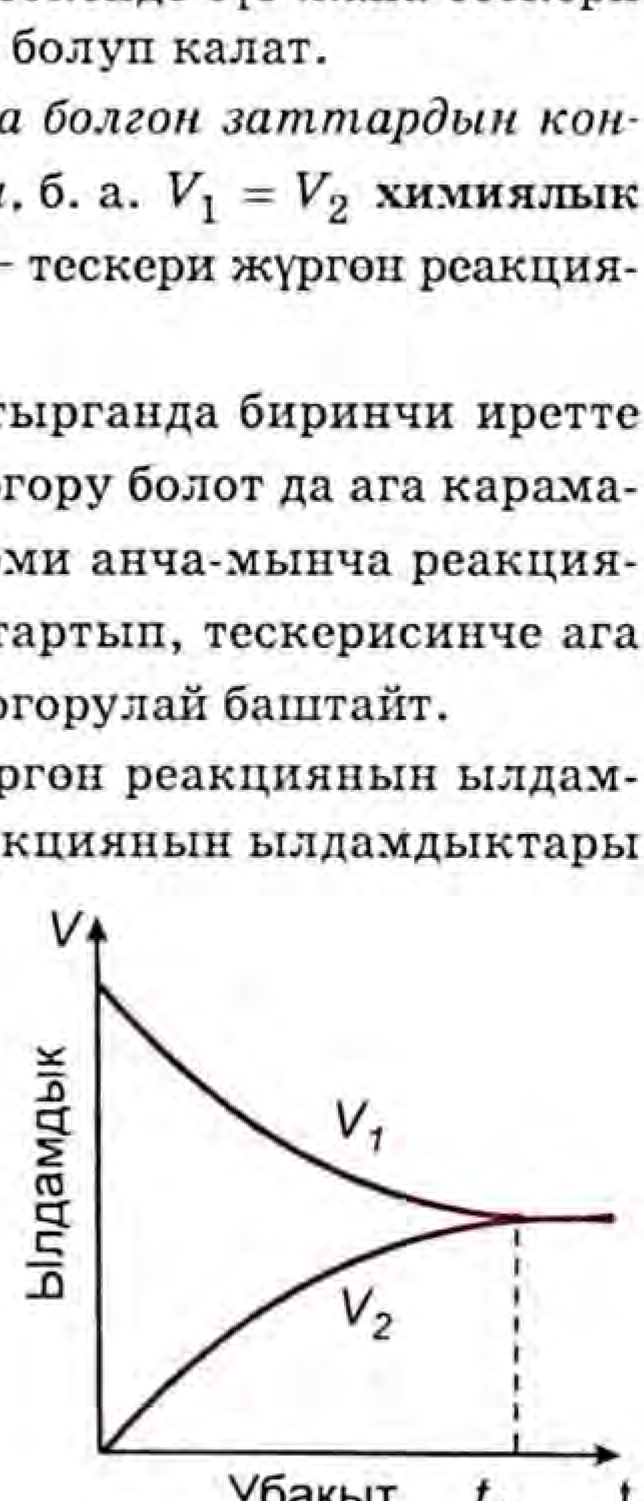
Реакциялардын натыйжасында пайда болгон продуктулардын кайра түздөн-түз өзара аракеттешкен баштапкы заттарга ажырашы кайталанма реакциялар деп аталат. Кайталанма реакцияларга теңдештик абал мүнөздүү.

Кайталанма реакциялардын мүнөздүү бөтөнчөлүгү – жабык системада аягына чейин жүрбөйт. Реакцияга кирген заттар эквиваленттик өлчөмдө алынса да, реакциянын продуктуларын пайда кылууга толук жумшалбайт, белгилүү бир чекке жеткенде түз жана тескери жүргөн процесстердин ылдамдыгы барабар болуп калат.

Реакцияга кирген жана алардан пайда болгон заттардын концентрацияларынын өзгөрбөй турган абалы, б. а. $V_1 = V_2$ **химиялык теңдештик** деп аталат. V_1 – түз жүргөн, V_2 – тескери жүргөн реакциянын ылдамдыгы.

Реакцияга кирүүчү заттарды аралаштырганда биринчи иретте түз жүргөн реакциянын ылдамдыгы V_1 жогору болот да ага карама-каршы жүргөн реакцияныкы $V_2 = 0$. Ал эми анча-мынча реакциянын продуктулары топтоло баштагандан тартып, тескерисинче ага каршы жүргөн реакциянын ылдамдыгы жогорулай баштайт.

Ошентип отуруп бир мезгилде түз жүргөн реакциянын ылдамдыгы менен ага карама-каршы жүргөн реакциянын ылдамдыктары барабар болуп калышат. Бул учурда динамикалык химиялык теңдештик пайда болду деп түшүнүшүбүз керек (4.2-сүрөт).



4.2-сүрөт. Химиялык теңдештиктин шарты.

Теңдештик абалга $V_1 = V_2$ массанын таасир этүү законун пайдалануу менен көпчүлүк химиялык процесске колдонулуучу теңдештик константасы чоңдугун алабыз:

$$mA + nB \underset{V_2}{\overset{V_1}{\rightleftarrows}} pC + qD$$

$V_1 = K_1[A]^m \cdot [B]^n$; $V_2 = K_2[C]^p \cdot [D]^q$

$V_1 = V_2$ болгондуктан $K_1[A]^m \cdot [B]^n = K_2[C]^p \cdot [D]^q$ болот.

Реакциялардын ылдамдыктарынын константаларын өзүнчө топтоп, теңдештик константасын чыгарабыз:

$$K = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^p \cdot [D]^q \text{ (продуктусу)}}{[A]^m \cdot [B]^n \text{ (башт. заттар)}} \qquad (4.4)$$

Аммиактын пайда болуу шартында $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ теңдештик константасы төмөнкүчө туюнтулат:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$$

Суунун диссоциациясы үчүн:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

$$K = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]}$$

Жалпысынын кайталанма реакциялар үчүн массалардын таасир этүү закону төмөндөгүчө окулат:

Реакциянын натыйжасында пайда болгон продуктулардын (коэффициенттери даражага көтөрүлгөн) концентрацияларынын көбөйтүндүлөрү менен реакцияга кирүүчү заттардын концентрацияларынын көбөйтүндүлөрүнүн өзара катышы туруктуу чоңдук.

Теңдештик константасы концентрацияга, басымга жана температурага көзкаранды.

Теңдештикти жылыштыруунун шарттары, Ле-Шателье принциби

Температураны, басымды, реакцияга кирүүчү заттардын концентрацияларын өзгөртүү менен теңдештикти жылыштырууга болот. Бул үчүн реакциянын кандай шартта жүзөгө ашаарын, сырткы чөйрөнүн таасирин эске алышыбыз керек. Жалпысынан теңдештикти керектүү жакка жылыштыруу үчүн Ле-Шателье принцибине таянабыз.

Ле-Шателье принциби: *«Эгерде теңдештик абалдагы турган системага температураны, басымды ж. б. параметрлерди өзгөртүү менен таасир этсек, анда теңдештик таасир эткен факторлорго карама-каршы багытка жылат».*

Бул эрежени толук түшүнүү үчүн кээ бир конкреттүү мисалдарга токтолуп кетели:

а) экзотермикалык реакция үчүн:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 + Q\ (\Delta H < 0)$$

1. **Температуранын таасири.** Реакция өзү жылуулук бөлүп чыгаруу менен жүргөндүктөн, температураны жогорулатсак теңдештик солго жылат, б. а. пайда болгон аммиак ажырай баштайт.

$$N_2 + 3H_2 \xleftarrow{t^\circ \text{жогорулатуу}} 2NH_3$$

Эгерде температураны төмөндөтсөк, анда реакциянын натыйжасында бөлүнүп чыккан жылуулуктун ордун толтурган болобуз, натыйжада теңдештик оң жакты көздөй жылат:

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^\circ \text{төмөндөтүү}} 2NH_3$$

2. **Басымдын таасири.** Реакциянын сол жагында 4 молекула, ал эми оң жагында 2 молекула болгондуктан басымды (P) жогорулатсак, теңдештик басымы аз жакты, б. а. аммиактын пайда болушун көздөй жылат:

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{P \text{ чоңойтуу}} 2NH_3$$

Ал эми тескерисинче басымды төмөндөтсөк, теңдештик сол жакты, б. а., аммиактын ажырашын көздөй жылат:

$$N_2 + 3H_2 \xleftarrow{P \text{ азайтуу}} 2NH_3$$

Жыйынтыктап айтканда, аммиакты көбүрөөк өлчөмдө алыш үчүн басымды белгилүү өлчөмдө чоңойтуп, ал эми температураны азайтышыбыз керек:

$$N_2 + 3H_2 \underset{P \text{ азайтуу } t^\circ \text{ жогорулатуу}}{\overset{P \text{ чоңойтуу } t^\circ \text{ төмөндөтүү}}{\rightleftarrows}} 2NH_3$$

б) эндотермикалык реакцияны карап көрөлү:

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO - Q\ (\Delta H > 0)$$

1. **Температуранын таасири.** Температураны жогорулатсак, термодинамиканын шартына ылайык K чоңоёт, натыйжада теңдештик оңду көздөй, ал эми температураны төмөндөтсөк, тескерисинче солду көздөй жылат:

$$N_2 + O_2 \underset{t^\circ \text{ төмөндөтүү}}{\overset{t^\circ \text{ жогорулатуу}}{\rightleftarrows}} 2NO$$

2. **Басымдын таасири.** Реакцияга катышкан жана пайда болгон молекулалардын саны барабар болгондуктан, теңдештикке басым таасир этпейт.

Химиялык теңдештикке концентрациянын таасири

Мисалы, уксус кислотасынын электролиттик диссоциациясына

$$CH_3COOH \rightleftarrows H^+ + CH_3COO^-$$

$[CH_3COO^-]$ менен $[H^+]$ өзгөрүүлөрү түздөн-түз таасирин тийгизет:

а) продуктунун бири, мисалы $[H^+]$ азайса, диссоциация процесси оңго жылат.

Мындай процесс уксус кислотасына азыраак сандагы щелочту кошкондо ишке ашат: $H^+ + OH^- = H_2O$.

б) продуктунун экинчиси, мисалы CH_3COO^- жогорулатсак, диссоциация процесси солго жылат.

Мындай процесс уксус кислотасынын эритмесине кургак туз CH_3COONa кошсок байкалат. Себеби туз күчтүү электролит болгондуктан $[CH_3COO^-]$ оң жакта көп топтолот:

$$CH_3COOH \underset{+\,туз}{\overset{+\,OH^-}{\rightleftarrows}} H^+ + CH_3COO^-$$

Жогоруда айтылгандарды жыйынтыктап төмөнкү корутундуларга келебиз:

1) реакцияга кирген заттардын бирин толугураак пайдалануу үчүн аны менен өзара аракеттешкен экинчи затты ашыгы менен алуу керек;

2) реакциянын натыйжасында пайда болгон продуктуларды көп өндүрүп алууда аларды реакция жүрүп жаткан чөйрөдөн чыгарып туруу керек;

3) теңдештик константасынын теңдемесин колдонуп реакциянын оптималдуу шарттарын аныктап, анын жүрүшүн башкарууга болот.

Химиялык теңдештиктин илим-изилдөө иштеринде жана ар кандай практикалык милдеттерди аткарууда мааниси чоң. Түрдүү температура менен басымда системанын теңдештик абалын аныктоо химиялык процесстерди жүргүзүүнүн, технологиялык процесстердин схемаларын түзүүнүн, эл чарбасына керектүү заттарды өндүрүүнүн экономикалык жактан арзан шарттарын аныктоого мүмкүндүк берет.

§ 5. Эритмелер жана алардын концентрациялары

Эки же андан көп компоненттен жана алардын продуктуларынан (сольваттар, гидраттар) турган гомогендүү система эритме деп аталат. Эритме катуу, суюк жана газ абалында болуп, эриткичтен

жана анда эриген заттардан турат. Заттардын бардыгы бирдей агрегаттык абалда болсо, көбүрөөк алынган компонент **эриткич**, азыраагы – **эриген зат** болуп эсептелет. Мисалы, 80 *мл* суу жана 20 *мл* спирттен турган эритме болсо, суу – эриткич, спирт – эриген зат болот.

Эреже катары молекулалары уюлсуз эриткичтерде уюлсуз жана аз уюлдуу заттар, ал эми уюлдуу эриткичтерде – иондук жана уюлдуу байланыштуу бирикмелер жакшы эрийт.

Эритменин концентрациясын билбей туруп ага сандык мүнөздөмө берүү мүмкүн эмес. *Эритменин же эриткичтин белгилүү бир өлчөмүндөгү (масса, көлөм) эриген заттын санын (г, г-моль, г-экв.) туюнткан чоңдукту* **концентрация** деп атайбыз.

Концентрацияны туюндуруунун ар түрдүү ыкмалары бар, алардын ичинен лабораториялык практикада көп колдонулгандары төмөнкүлөр: **массалык үлүш же проценттик концентрация. 100 *г* эритмеде эриген заттын грамм саны.**

Эриген заттын массалык үлүшү (N). Эриген заттын массасынын жалпы эритменин массасына болгон катышына барабар, ченем бирдиги жок, чоңдук катары аныкталып жүрөт. Мисалы, 100 *г* эритмеде 5 *г* эриген зат болсо, анын **массалык үлүшү** $N = 5/100 = 0{,}05$ке барабар. Ал эми **проценттик концентрациясы** – 5%.

Айрым окуу китептеринде проценттик концентрация (%) менен эриген заттын массалык үлүшү (N) бирдей чоңдук катары каралып жүрөт. Бирок проценттик концентрация деген түшүнүктү эриген заттын массалык үлүшүнөн айырмалап кароо ыңгайлуу. Мындай болгон учурда жогоруда келтирилген мисалдагы эритменин проценттик концентрациясы $C_{\%} = 5/100 \cdot 100 = 5\%$ке барабар болот.

4.1-маселе. Проценттик концентрациясы 10% болгон 500 *г* кайнатма туздун эритмесин даярдаш үчүн канча грамм туз жана суу алыш керек?

Чыгаруу: а) 100 *г* ___ 10 *г*

500 *г* ___ x

$x = 500 \cdot 10 : 100 = 50$ *г*.

б) 500 *г* – 50 *г* = 450 *г*

Жообу: 500 *г* 10%түү NaCl эритмесин даярдоо үчүн 50 *г* NaCl ду 450 *г* сууга эритишибиз керек.

4.2-маселе. Эгерде 15 *г* NaOH 385 *г* сууга эритсек, анда эритмедеги эриген заттын массалык үлүшү канча болот?

Чыгаруу: а) Эритменин жалпы массасын табабыз:

$15\ г + 385\ г = 400\ г.$

б) Шарт боюнча пропорция түзөбүз:

400 *г* ______ 15 *г*

100 *г* ______ x $\qquad x = 100 \cdot 15 : 400 = 3,75\%$

Жообу: 100 *г* эритмеде 3,75 *г* NaOH эрип жүргөндүктөн NaOH тын массалык үлүшү 3,75 : 100 = 0,0375.

Эритменин молярдуу концентрациясы же молярдуулугу деп 1 литр эритмедеги эриген заттын молунун саны аталат. Мисалы, 1М, 2 М жана 0,1 М күкүрт кислотасынын эритмелери деген 1 литр эритмеде 1 *г-моль* (98 *г*), 2 *г-моль* (196 *г*), 0,1 *г-моль* (9,8 *г*) күкүрт кислотасы эрип жүргөндүгүн көрсөтөт. Эгерде эриген заттын молунун саны (n) жана көлөмү (V) белгилүү болсо, эритменин молярдуулугун төмөнкү формула менен аныктайбыз: M = n/V.

4.3-мисал. 23,4 *г* Na_2SO_4 сууга эриткендеги көлөмү 125 *мл* болгон эритменин молярдуулугун аныктагыла.

Чыгарылышы: а) Na_2SO_4 молунун санын табабыз

$n = m/M = 23,4/142 = 0,165$ *моль*

б) 125 *мл* ______ 0,165 *моль*

1000 *мл* ______ x *моль*

$x = 1000 \cdot 0,165/125 = 1,32$ M

Эритменин нормалдуу концентрациясы же нормалдуулугу деп 1 *литр эритмедеги эриген заттын грамм-эквивалент саны аталат.* Мисалы, 1н, 0,5н, 2н, H_2SO_4 эритмеси 1 *литр* эритмеде 1 *г-экв* (49 *г*), 0,5 *г-экв* (24,5 *г*), 2 *г-экв* (98 *г*) бар экендигин туюнтат. Татаал заттардын грамм-эквиваленттик массасын төмөнкү формулалар аркылуу табууга болот:

$г\text{-}экв_{кисл} = M$ кисл/негиздүүлүк; $г\text{-}экв_{H_2SO_4} = 98 : 2 = 49,$

$г\text{-}экв_{негиз} = M$ негиз/жегичтүүлүк; $г\text{-}экв_{Ca(OH)_2} = 74 : 2 = 37.$

$г\text{-}экв_{туз} = M_{туз}/K_{мет}B_{мет}$; $г\text{-}экв_{Al_2(SO_4)_3} = M : 2 \cdot 3 = 342 : 6 = 56,1.$

Мындан башка, г-эквивалентти табыш үчүн берилген химиялык реакциянын жүрүшүн эске алабыз.

M:, $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 = MgSO_4 + 2H_2O$. Мында $г\text{-}экв_{Mg(OH)_2} = M : 2$. Ал эми $2Mg(OH)_2 + H_2SO_4 = (MgOH)_2SO_4 + 2H_2O$ реакция үчүн $г\text{-}экв_{Mg(OH)_2} = M : 1$. Берилген реакцияда $Mg(OH)_2$ кислоталуулугу анын алмашылган гидроксил группасына барабар болуп алынды. Ушундай эле ыкма менен окистендиргич-калыбына келтиргичтердин эквиваленттик массасын тапсак болот.

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Fe(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2SO_4$$

$Mn^{+7} + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2}$ $\qquad 5 \cdot 2$ окистендиргич

$2Fe^{+2} - 2e^- \longrightarrow Fe^0$ 2 · 5 калыбына келтиргич

г-экв $_{KMnO_4}$ = M : 5; *г-экв* $_{FeSO_4}$ = M : 1

4.4-маселе. 23,4 *г* Na_2SO_4 сууга эриткендеги көлөмү 125 *мл* болгон эритменин нормалдуулугун аныктагыла.

Чыгарылышы:

а) г-экв $_{Na_2SO_4}$ = 142 : 2 = 71 *г*, демек 23,4 : 71= 0,23 *г-экв*.

б) 125 *мл* ________ 0,23 *г-экв*

100 *мл*__________ х *г-экв* х=1000 · 0,23 : 125 = 2,64 *н*.

Жообу: Алынган эритменин нормалдуулугу 2,64 *н* барабар.

Төмөнкү формула менен да чыгарууга болот:

$$C_н = m \cdot 1000/эV \qquad (4.5)$$

m – эриген заттын массасы, *г*; э – эриген заттын эквиваленттик массасы, *г/моль*; V – эритменин жалпы көлөмү, *мл*.

$$C_н = 23,4 \cdot 1000 : (71 \cdot 125) = 2,64\ н$$

Моляддуу концентрация – 1000 *г* таза эриткичте эритилген заттын молунун саны. Мисалы, 1000 *г* сууда 1 *моль* (40 *г*) NaOH эрисе, 1 моляддык эритме алынат:

$$C_{моляддык} = m \cdot 1000 : M \cdot G, \qquad (4.6)$$

m – эриген заттын массасы; *M* – эриген заттын молекулалык массасы; *G* – эриткичтин саны (*г*, *мл* менен).

4.5-маселе. 200 *г* сууда 9,8 *г* H_2SO_4 эритилди. Эритменин моляддык концентрациясын тапкыла.

Чыгаруу: (6.2) формула боюнча: *m* = 9,8; G = 200 *г*

$$C_{моляддык} = 9,8 \cdot 1000 : (98 \cdot 200) = 0,5$$

Эритменин **молярдуу концентрациясы** же молярдуулугу (М) – 1 *л* эритмеде эриген заттын молунун саны менен өлчөнөт. Мисалы, 1 *литр* эритмеде 1 *моль* зат эрисе бир моль, 0,1 *моль* – децимоль (0,1 М); 0,01 *моль* – сантимоль (0,01 М) эритмелерди пайда кылат. Эритмелердин моль концентрациясы төмөнкүдөй катыштан аныкталат:

$$C = m \cdot 1000 : M \cdot V, \qquad (4.7)$$

мында *m* – эриген заттын массасы, *г*; *M* – эриген заттын молекулалык массасы; V– эритменин көлөмү, *л*.

4.6-маселе. 500 *мл* натрий гидроксидинин эритмесинде 2 *г* NaOH бар. Эритменин молярдуулугун тапкыла?

Чыгаруу: 1) 1 *л* эритмеде эрип жүргөн NaOH массасын табабыз.

500 *мл* эритмеде ——— 2 *г* NaOH бар

1000 *мл* эритмеде ——— х *г* NaOH бар

х = 2 · 1000/500 = 4 *г* NaOH

2) эритмедеги молярдык концентрациясын табабыз.

а) 40 $г$ NaOH ——— 1 $м$
 4 $г$ NaOH ——— x $м$

$$x = 1 \cdot 4/40 = 0{,}1 \text{ м эритме}$$

б) Формула боюнча: $C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{2 \cdot 1000}{40 \cdot 500} = 0{,}1$ $м$

4.7-маселе. 35% түү же формула боюнча күкүрт кислотасынын ($\rho = 1{,}26$ $г/мл$) моль концентрациясын эсептегиле.

Чыгаруу: а) 1 $л$ 35% кислотанын массасын табабыз:
$\rho = m/V \rightarrow m = \rho V = 1{,}26 \cdot 1000 = 1260$ $г$

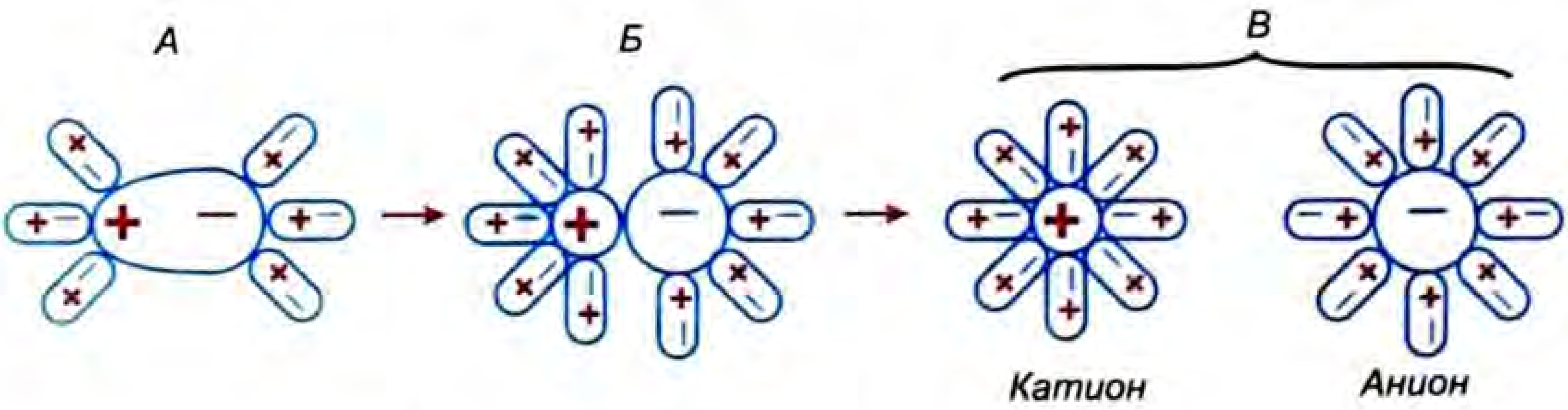
б) 100 $г$ эритмеде ——— 35 $г$ H_2SO_4 болсо
 1260 $г$ эритмеде ——— x $г$ H_2SO_4 бар
 $x = 441$ $г$

в) 98 $г$ H_2SO_4 ——— 1 $м$
 441 $г$ H_2SO_4 ——— x $м$
 $x = 4{,}5$ $м$

Эрүү процессиндеги физикалык, химиялык кубулуштар

Эрүү процессинде химиялык жаратылышы ар түрдүү эриген зат менен эриткичтин бөлүкчөлөрү өзара аракеттенишет. Натыйжада, эриген заттын сырткы бетиндеги иондор же молекулалар кристаллдык торчонун ички бөлүкчөлөрү менен байланышы начарлап, гидраттташкан ион түрүндө суунун молекулаларынын башаламан кыймылынын таасиринен эриткичтин чөйрөсүнө диффузияланышат.

Ошентип, эриген заттын кристаллы айрым гидратташкан ион жана молекулага ажырап суу менен гомогендүү системаны пайда кылат. Эгерде катуу заттын кристаллдары уюлдуу молекулалардан тур-



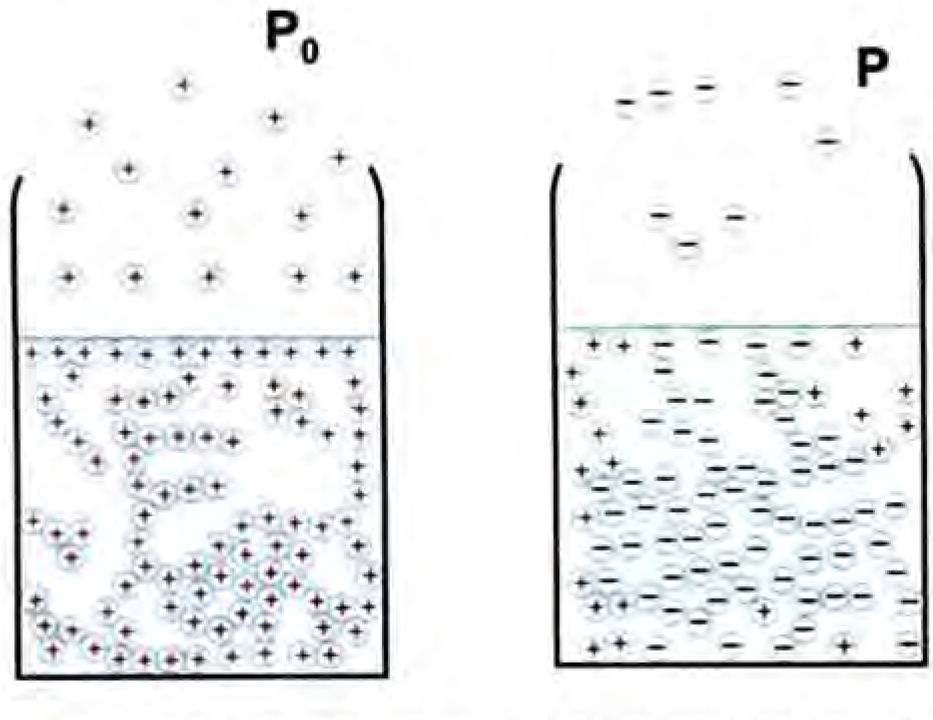
4.3-сүрөт. Иондордун гидратациясы.

са, ал молекулалар менен суунун уюлдуу молекулаларынын ортосунда электр-статикалык диполь-диполдук таасирден бузулуп, **гидратташкан** иондорго ажырайт (4.3-сүрөт). Эгерде эриткич суудан башка зат болсо процесс сольватация деп аталат.

Эритменин буусунун басымы, тоңуу жана кайноо температуралары

Таза суюктуктун үстүндөгү буусунун басымы ар бир температурада белгилүү бир мааниге ээ болот. Эгерде суюктукта кандайдыр бир зат эрип жүрсө, ал суюктуктун бууланууcун азайтат. Ошондуктан, туруктуу температурада эритменин үстүндөгү эриткичтин буусунун басымы (P) таза эриткичтин үстүндөгү басымдан (P_0) дайыма аз болот. Эритменин концентрациясы канчалык жогору болсо, анын үстүндөгү эриткичтин буусунун басымы ошончолук аз болот. Ошондуктан, көлөмдөрү бирдей таза эриткич менен эритмени ачык идиште эркин буулантсак, эритмеге караганда таза эриткич тезирээк бууланат. Демек, эритме пайда болгондо дайыма $P<<P_0$ болот, мында P_0 – таза эриткичтин үстүндөгү эриткичтин буусунун басымы, P – эритменин үстүндөгү таза эриткичтин буусунун басымы.

Эритменин үстүндөгү эриткичтин буусунун басымынын азайышы $P<<P_0$ сольватация же гидратация процесси менен тыкыз байланыштуу (4.4-сүрөт).



4.4-сүрөт. Эриткич жана эритменин үстүндөгү эриткичтин буусунун басымы.

Гидратация процессинин натыйжасында (t = const мезгилде) эриген зат эриткичтин молекулаларынын белгилүү өлчөмдөгү бөлүгүн өзүнүн тегерегинде кармап кала алат. Ошондуктан $P<P_0$, демек басымды жогорулатуу үчүн кошумча дагы ысытуу талап кылынат.

§ 6. Электролит эмес жана электролиттердин касиеттери

Эриген заттын жаратылышына жараша эритме экиге бөлүнөт:

1. Электролит эместер, сууда эригенде молекулаларга ажырайт, электр тогун өткөрүшпөйт:

Электролит эмес + $H_2O \longrightarrow$ молекулалар.

2. Электролиттер, сууда эригенде оң (+) жана терс (–) иондорго ажырагандыктан, алар электр тогун өткөрүшөт:

Электролит + $H_2O \longrightarrow$ оң (+) жана терс (–) иондор.

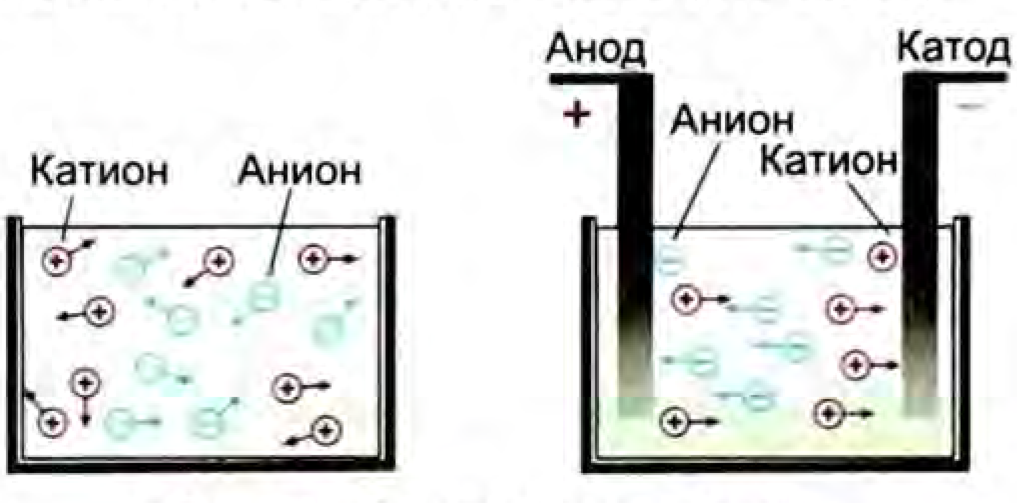
Суусуз кислоталар, кургак туздар, негиздер жана таза дистиллирленген суу электр тогун өткөрбөйт. Эгерде сууга бир аз туз же башка электролит салып эритсек, ошол замат лампочка күйөт, ал эми кайра электроддорду канттын же башка электролит эмес заттын эритмесине салсак лампочка күйбөйт. Ошентип бул тажрыйбалардын негизинде туздардын, кислоталардын, негиздердин суудагы эритмелери электр тогун өткөрөрү аныкталган. Эритмелери электр тогун өткөргөн заттар электролиттер, ал эми электр тогун өткөрбөгөндөр электролит эместер деп шарттуу бөлүнгөн.

Электролиттик диссоциация теориясы

Электролиттер сууда эригенде иондорду пайда кылары жөнүндөгү ойду швед химиги С. Аррениус (1887-ж.) өзүнүн электролиттик диссоциация теориясына негизги жобо кылып алган.

Аррениустун электролиттик же иондук теориясынын негизги жоболору төмөнкүлөр:

1. Электролиттердин молекулалары сууда эригенде иондорго ажырайт. Ар бир электролит оң жана терс заряддуу ион пайда кылат. Мисалы, $HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$ ж. б. Иондор жөнөкөй K^+, H^+, O^{2-}, Cl^-, татаал OH^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ болушу мүмкүн. Иондордун оң заряды менен терс зарядынын суммасы барабар болгондуктан эритме электр жактан нейтралдуу болот (4.5-сүрөт).



4.5-сүрөт. Анион менен катиондордун электр талаасында жылышы.

2. Иондордун касиеттери молекула же атомдордун касиеттерине такыр окшобойт. Мисалы, молекулалык суутек (H_2) сууда эрибейт, ал эми суутектин иондору (H+) сууда өтө көп болушу мүмкүн. Калий иондору (K+) сууга таасир этпейт, ал эми металл түрүндөгү калий (K^0) суудан суутекти сүрүп чыгарып, калий гидроксидин пайда кылат. F^-, Cl^-, Br^-, I^- иондору түссүз, жытсыз бөлүкчөлөр, ал эми эркин абалдагы Cl_2^0 сары суюктук, Br_2^0 кескин жыттуу жеңил учуп кетүүчү кочкул-кызыл суюктук. OH^-, NO_3^- , SO_4^{-2} , PO_4^{-3} иондору эритмелерде гана болот, эркин абалда кездешпейт.

3. Эритме аркылуу ток өткөндө иондор карама-каршы эки багытка: оң иондор катодго (катиондор), терс иондор анодго (аниондор) багытталып жылат. Электроддорго жетип иондор зарядын, аны менен бирге өзүнө мүнөздүү касиеттерин жоготушат.

Эриткичтин таасири менен электролиттердин иондорго ажырашы **электролиттик диссоциация** же **иондошуу** деп аталат, кадимки эле химиялык теңдемелер менен туюнтулат. Мисалы,

$$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-; \qquad KMnO_4 \rightleftarrows K^+ + MnO_4^-$$

Гидроксиддер диссоциациясы. Гидроксид элементтин оксидинин суу менен бирикмеси. Азыркы мезгилде көпчүлүк элементтердин гидроксиддери белгилүү: $Э(OH)_n$, мында Э – гидроксидди пайда кылган элемент, *n* – элементтин окистенүү даражасы жана гидроксид группаларынын саны.

Берилген гидроксиддин кислота же негизге таандык экендиги, анын диссоциацияланую мүнөзүнөн аныкталат. Эгерде берилген гидроксид **OH^- – ионун** пайда кылуу менен диссоциацияланса – **негиз;** **H^+ – пайда кылса – кислота**, шартына жараша OH^- – иондорун да, H^+ – иондорун да пайда кылса, **амфолит** болот;

Негиздин диссоциациясы:	$ЭOH \rightleftarrows Э^+ + OH^-$
Кислотанын диссоциациясы:	$ЭOH \rightleftarrows H^+ + ЭO^-$
Амфолиттин диссоциациясы:	$ЭOH \rightleftarrows Э^+ + OH^-$
	$ЭOH \rightleftarrows H^+ + ЭO^-$

Эгерде элемент бир нече гидроксид пайда кылса, алардын окистенүү даражасынын жогорулашы негиздик касиеттеринин азайып, кислоталык касиеттеринин күчөшүнө алып келет. Алсак, $Fe(OH)_2$нин негиздик касиеттери $Fe(OH)_3$ салыштырма күчтүү; күкүрттүү кислотага (H_2SO_3) караганда күкүрт кислотасы (H_2SO_4) күчтүү кислота.

Натрий ионунун заряды кичине, радиусу чоң болгондуктан NaOH күчтүү негиз:

$$NaOH \rightleftarrows Na^{+} + OH^{-}$$

Натрийге караганда Mg^{2+} заряды эки эсе чоң, радиусу кичирээк болгондуктан магний гидроксиди начар негиз, сууда аз эрийт:

$$Mg(OH)_2 \rightleftarrows MgOH^{+} + OH^{-}$$

Магнийден алюминийдин заряды чоң (Al^{3+}), радиусу кичине болгондуктан типтүү амфолит болуп эсептелет. Андан кийинки элементтердин иондорунун заряддары улам чоңоюп радиустары кичирейип, уюлдаштыруу күчтөрү көбөйүп отургандыктан гидроксиддердин кислоталык касиеттери күчөйт. H_2SiO_3 – начар кислота, H_3PO_4 – орто күчтүү кислота, H_2SO_4 – күчтүү, $HClO_4$ – абдан күчтүү кислота:

$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^{+} + SO_4^{2-}.$$

Негиздик же кислоталык касиеттерди ачык көрсөткөн гидроксиддер сууда жакшы эрийт, алардын диссоциациясын төмөнкүдөй көрсөтүүгө болот:

$$3H^{+} + AlO_3^{3-} \rightleftarrows Al(OH)_3 \rightleftarrows Al^{3+} + 3OH^{-}$$

Күчтүү жана начар электролиттер

Электролиттик диссоциациянын кайталанма процесс экендиги жөнүндөгү окуу С. Аррениус теориясынын эң маанилүү жоболорунун бири болуп эсептелет. Ошондуктан заттын иондорго ажырашы диссоциация деп аталса, иондордун кайра молекулага биригиши моляризация деп аталат.

$$KA \underset{\text{моляризация}}{\overset{\text{диссоциация}}{\rightleftarrows}} K^{+} + A^{-}$$

Моляризация карама-каршы заряддалган иондордун электр-статикалык тартылуу күчтөрү менен шартталат. Ошентип, берилген ар бир моментте электролиттин эритмесинде эриген заттын иондору менен катар «молекулалары» да болот. Иондук бирикмелер үчүн моляризация шарттуу түшүнүк.

Электролиттер эритмесинде теңдештик абал тез эле жетишилет. Мында поляризацияланган бөлүкчөлөр менен гидратташкан иондордун концентрацияларынын ортосунда убакыттын ар бир моментине жооп берген сандык катышы болот. Бул катыш диссоциация даражасын туюндурат да α менен белгиленет.

Иондорго ажыраган молекулалардын жалпы эритүүгө алынган заттын молекулаларынын санына болгон катышы **диссоциация да-**

ражасы деп аталат. Адатта бирдик үлүштөрү же процент менен туюнтулат:

$$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100, \qquad (4.8)$$

мында N – эриген бөлүкчөлөрдүн жалпы саны; n – иондорго ажыраган бөлүкчөлөрдүн саны.

Электролиттик диссоциация даражасына таасир этүүчү негизги шарттар төмөнкүлөр:

1. Электролиттин жаратылышы. Концентрациясы бирдей болгон HCl, CH_3COOH диссоциация даражалары башкача. Электролиттерди диссоциация даражасына жараша күчтүү ($\alpha > 30\%$), орточо күчтүү ($\alpha = 2 - 30\%$) жана начар ($\alpha < 2\%$) электролиттер деп шарттуу бөлүшөт. Электролит эмес заттар иондошпогондуктан $\alpha = 0$ болот.

2. Эриткичтин жаратылышы. Эриткичтин молекулаларынын уюлдуулугу канчалык чоң болсо, ошончолук иондоштуруучу жөндөмдүүлүгү жогору болот. Мисалы, суутек хлориди бензолдо, толуолдо же башка уюлсуз эриткичте эрийт, бирок иондорго ажырабайт, ал эми сууда жакшы иондошот.

3. Эритменин концентрациясы. Электролиттин эритмесинин концентрациясын өзгөртүү диссоциация даражасына абдан чоң таасир этет. Концентрациялуу эритмелерди суюлтуу диссоциация даражасын көбөйтөт. Мисалы, күкүрт кислотасынын концентрациялуу эритмесинин диссоциация даражасы кичине сан. Мындай эритмеде суутек иондору (H+) жокко эсе болгондуктан, ал темир менен реакциялашпайт, демек, суутек бөлүнбөйт, ал эми күкүрт кислотасынын суюлтулган эритмеси менен темир тийишсе, суутекти сүрүп чыгарат. Ошондуктан концентрациясы жогору күкүрт кислотасын темир цистерналарда сакташат. Туз кислотасынын 1 *н* эритмесинин диссоциация даражасы $\alpha = 78\%$, ал эми 0,1 *н* эритмесиники $\alpha = 92\%$.

4. Температура. Ле-Шательенин принцибине ылайык, эритменин температурасын жогорулатуу диссоциациянын даражасын көбөйтөт. Муну менен катар иондордун гидратташуусу жана эритменин илээшкектиги азаят, бул процесстер эритменин электр өткөргүчтүгүн жогорулатат.

5. Бир түрдүү иондорду эритмеге кошуу. Эритмедеги иондордун биринин концентрациясын көбөйтүү электролиттин диссоциация даражасын азайтат. Мисалы, аммоний гидроксидинин эритмесине:

$$NH_4OH_{(э)} \rightleftarrows NH^+_{4(э)} + OH^-_{(э)}$$

аммоний хлоридинин эритмесин куйсак, NH_4^+ концентрациясы көбөйөт. Ле-Шателье принцибине ылайык теңдештик солго жылгандыктан аммоний гидроксидинин диссоциация даражасы азаят.

Электролиттин иондорго ажырашы:

Көп негиздүү кислоталар жана көп кислоталуу негиздер удаалаш баскычтар аркылуу диссоциацияланат:

$$H_2SO_4 \rightleftarrows H^+ + HSO_4^- \qquad \text{1-баскыч}$$

Эми суутектин экинчи ионунун бөлүнүшү кыйындык менен жүрөт, себеби эки терс заряддуу SO_4^{2-} иону HSO_4^- ионуна караганда көбүрөөк кулондук күч менен H^+ тартып турат:

$$HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{2-} \qquad \text{2-баскыч}$$

Ошондуктан күкүрт кислотасынын эритмесинде SO_4^{2-} иондорунун саны аз болот. Ушул сыяктуу эле фосфор кислотасы да бир нече баскычтар аркылуу диссоциацияланат.

Көп кислоталуу негиздер да баскычтуу диссоциацияланат:

$$Ba(OH)_2 \rightleftarrows BaOH^+ + OH^-; \qquad \text{1-баскыч}$$

$$BaOH^+ \rightleftarrows Ba^{2+} + OH^- \qquad \text{2-баскыч}$$

Туздар катуу абалда да иондордон тургандыктан сууда металлдын жана кислоталык калдыктын иондоруна толук ажырашат.

Кычкыл жана негиздик туздар бир нече баскыч менен ионго ажырашат:

$$KH_2PO_4 \rightleftarrows K^+ + H_2PO_4^-$$

$$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$$

$$HPO_4^{2-} \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$$

Ошентип, улам кийинки баскычында диссоциациянын константасы, кислотанын кислоталык күчү, негиздин негиздик күчү кескин азайып отурат.

Диссоциация константасы. Электролиттик диссоциация кайталангыч процесс болгондуктан, начар электролиттердин эритмелерин мүнөздөө үчүн массанын таасир этүү законун колдонуу ыңгайлуу.

Суюлтулган эритмелерде суунун концентрациясы туруктуу чоңдук болгондуктан, аны теңдештик константасына киргизүү керек.

Мисалы, уксус кислотасынын диссоциациясына массанын таасир этүү закону колдонулат:

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$$

$$K = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

§ 7. Суунун диссоциациясы. Суутектик көрсөткүч жана туздардын гидролизи

Өтө тактык менен жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн негизинде таза суу өтө начар болсо да ченөөгө мүмкүн болгудай электр тогун өткөрөөрү аныкталган. Суунун диссоциациясынын даражасы $\alpha = 1{,}8 \cdot 10^{-8}$ (22°C).

Суунун диссоциациясынын механизми төмөнкү теңдеме менен туюнтулат:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

Суу өтө начар электролит болгондуктан анын диссоциациясына массанын таасир этүү законун колдонууга болот:

$$K = \frac{[H^+]\cdot[OH^-]}{[H_2O]} = 1{,}8 \cdot 10^{-16}\ (22^\circ C) \qquad (4.9)$$

Таза суудa $[H^+]$ менен $[OH^-]$ иондордун концентрациясы өтө аз болгондуктан суунун диссоциацияланбаган молекулаларынын молярдык концентрациясы $[H_2O]$ туруктуу сан: $[H_2O] = 1000/18 = 55{,}56$ *моль/л*. Ошондуктан $K_в = K \cdot [H_2O]$, ал эми

$K \cdot [H_2O] = (1{,}8 \cdot 10^{-16}) \cdot (55{,}56) = 10^{-14}$ барабар .

Демек, $K = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ (4.10)

Бул сан кислота, щелочь жана туздардын суудагы эритмелери үчүн туруктуу, ал теңдеме суунун иондорунун көбөйтүндүсү деп аталат. Эритменин чөйрөсү нейтралдуу, кислоталуу (кычкылдуу), щелочтуу болушу үчүн суутек ионунун концентрациясы $[H^+]$ жана $[OH^-]$ гидроксил ионунун концентрацияларынын сандык катыштары төмөнкүдөй болушу керек:

Нейтралдуу чөйрөдө $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ *моль/л*

Кислоталуу чөйрөдө $[H^+] > [OH^-] > 10^{-7}$ *моль/л* $(10^{-6}–10^{-1})$

Щелочтуу чөйрөдө $[H^+] < [OH^-] < 10^{-7}$ *моль/л* $(10^{-8}–10^{-14})$

Жогоруда көрсөтүлгөндөй өтө кичине сандар менен иштөө бир топ кыйынчылыкты туудурат. Ошондуктан суутектик көрсөткүч түшүнүгүн (pH) колдонуу ыңгайлуу.

Суутектик көрсөткүч (pH) деп *суутек ионунун концентрациясынын ондук логарифмасынын терс сандык мааниси* аталат. Математикалык түрдө:

$$pH = -\lg[H^+] \qquad (4.11)$$

Эгерде жогоруда көрсөтүлгөн $[H^+]$ сандык маанилерин (4.11) формулага койсок, анда чөйрөнү аныктоочу pHтын маанилери табылат.

Нейтралдуу чөйрөдө $pH = 7$

Кислоталуу чөйрөдө $pH < 7$

Щелочтуу чөйрөдө $pH > 7$.

$[H^+]=10^{-1}$ ден 10^{-14} *моль/л*ге чейин өзгөргөндүктөн, анда pH шкаласы төмөнкүчө болот:

pH шкаласы

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

кислоталуу нейтралдуу щелочтуу

Чөйрөнүн pH маанисин аныктоонун ар түрдүү ыкмалары бар. Көпчүлүк убактарда эритменин чөйрөсүн индикаторлордун жардамы менен аныкташат. Алардын түсү эритменин pH жараша өзгөрүп турат (4.1-таблица).

4.1-таблица

Индикаторлордун чөйрөнүн pH жараша түсүнүн өзгөрүшү

Индикаторлор, pHтын өзгөрүү чеги	Эритменин чөйрөсү		
	нейтралдуу	кислоталуу	щелочтуу
1. Метилоранж 3.1–4.4	саргыч-кызыл	кочкул-кызыл	сары
2. Лакмус 6.0–8.0	сыя-көк	кызыл	көк
3. Фенолфталеин 8.2–10.0	түссүз	түссүз	күлгүн-кызыл

Туздардын гидролизи

Эриген зат менен эриткичтин өзара аракеттешүү реакциясы, жалпысынан, **сольволиз** деп, эгерде эриткич суу болсо – **гидролиз** деп аталат. Бул процесстер ишке ашканда эриген заттын курамдык бөлүкчөлөрү эриткичтин иондору менен реакциялашып жаңы бирикмелерди пайда кылат, эритменин pH өзгөрөт. Айтылган ойлорду жыйынтыктап гидролиз процессине төмөнкүчө аныктама берүүгө болот:

«Туздардын иондорунун бир бөлүгүнүн суунун уюлдуу молекулалары менен реакциялашуудан начар электролитти пайда кылып,

суутектик көрсөткүчтү өзгөртүү менен жүргөн реакцияларды **гидролиз** деп атайбыз».

Туздар кислота менен негиздердин нейтралдашуу реакциясынын натыйжасында пайда болору белгилүү. Ошондуктан туздардын бардыгы гидролизге учурабайт. Мисалы, күчтүү кислота жана щелочтон пайда болгон туздар гидролиз реакциясына дуушар болбогондуктан чөйрө нейтралдуу бойдон калат.

Төмөнкү туздар гидролизге учурайт:

1. Күчтүү кислота + начар негиз = туз, м: $CuCl_2$, $Al(NO_3)_3$ ж. б.
2. Начар кислота + күчтүү щелочь = туз, м: Na_2CO_3, K_2CO_3, $NaHCO_3$ ж. б.
3. Начар кислота + начар негиз = туз, м: $(NH_4)_2CO_3$, CH_3COONH_4 ж. б.

Күчтүү кислота менен күчтүү негиздин ортосунда пайда болгон туздар гидролизге учурабайт. Себеби химиялык реакциянын негизинде чөкмө, газ же начар электролит пайда болбойт. Мисалы,

$$NaCl + H_2O = NaOH + HCl$$

$$Na^+ + Cl^- + HOH = Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^-$$

$HOH = H^+ + OH^-$, чөйрө нейтралдуу калат.

Калган үч типтеги туздар гидролизге учурайт. Мисалы,

а) Күчтүү кислота жана начар негиздин ортосунда пайда болгон туздар ($CuCl_2$, $Fe(NO_3)_3$, $Al(NO_3)_3$ гидролизге учураганда чөйрө кычкылдуу, $[H^+]$ ашыкча болот.

$$Al(NO_3)_3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3HNO_3$$

$$Al^{3+} + 3NO_3^- + 3HOH = Al(OH)_3 + 3H^+ + 3NO_3^-$$

$Al^{3+} + 3HOH = Al(OH)_3 + 3H^+$ – чөйрө кычкылдуу.

б) Начар кислота менен күчтүү негиздин ортосунда пайда болгон туздардын (Na_2CO_3, K_2CO_3, CH_3COONa) гидролизинин натыйжасында чөйрө щелочтуу, $[OH^-]$ ашыкча болот.

$$K_2CO_3 + 2H_2O = 2KOH + H_2CO_3$$

$$2K^+ + CO_3^{2-} + 2HOH = 2K^+ + 2OH^- + H_2CO_3$$

$CO_3^{2-} + 2HOH = 2OH^- + H_2CO_3$ чөйрө щелочтуу.

в) Начар кислота жана начар негиздин ортосунда пайда болгон туздардын ($(NH_4)_2CO_3$, CH_3COONH_4) гидролизинин натыйжасында кислота же негиздин күчтүүлүгүнө жараша начар щелочтуу, начар кычкылдуу, ал эми кээ бир учурларда нейтралдуу чөйрөлөр кездешет.

$CH_3COONH_4 + H_2O = CH_3COOH + NH_4OH$

$CH_3COO^- + NH_4^+ + HOH = CH_3COO^- + H^+ + NH_4OH$

$NH_4^+ + HOH = NH_4OH + H^+$ – начар кычкылдуу чөйрө.

Гидролиз процессин аягына чейин жүргүзүүгө же токтотуп коюга болот. Ал үчүн шартка жараша, Ле-Шателье принцибине ылайык $[H^+]$ же $[OH^-]$ кошуу, же температураны жогорулатуу керек.

Эгерде бир иондун концентрациясын көбөйтсөк, анда процесс иондорду байланыштыруучу жакты көздөй, ал эми тескерисинче ошол эле иондун концентрациясын азайтсак, анда процесс иондордун жаңы санын пайда кылуучу жакты көздөй жүрөт. Мисалы,

$$CH_3COOH \underset{+CH_3COO^- \text{ дисс. азаят}}{\overset{+OH^- \text{ дисс. жогорулайт}}{\rightleftarrows}} H^+ + CH_3COO^-$$

Начар эриген электролиттердин эригичтиги эритмеге бирдей иондорду кошуудан азаят. Жыйынтыктап айтканда, электролиттердин ортосундагы реакциянын жүрүшүнүн негизги шарты болуп чөкмөнүн түшүшү, газ абалындагы жана аз диссоциацияланган заттардын пайда болушу жана эритмеден иондордун биринин алынып кетиши эсептелинет.

Мисалга амфотердик электролиттерди алып көрөлү:

$$2H^+ + ZnO_2^{2-} \rightleftarrows Zn(OH)_2 \rightleftarrows Zn^{2+} + 2OH^-$$

а) Кислота кошсок чөкмө эрийт, нейтралдашуу реакциясы жүрөт.	эритме ↓↑ чөкмө	б) Щелочь кошсок чөкмө эрийт, бирок цинк аниондун курамында болот.

а) $Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$

б) $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$

Гидролиздин мааниси. Гидролиз процесси глюкозаны, ксилозаны, этил спиртин ж. б. тамакка кошулуучу органикалык кислоталарды алууда кеңири колдонулат. Пероксиддердин жана алардын туздарынын гидролизи өнөржайда полимерлерди, майлардын гидролизинин натыйжасында самынды, глицеринди алууда, ал эми ферменттик гидролиз болсо тамак, текстиль, фармацевттик өнөржайларда кеңири колдонулат.

Буфердик эритмелердеги процесстер түздөн-түз гидролиз реакциясы менен байланышкан. Согуш техникасында ууландыруучу заттар-

дан тазалоодо (дегазация), ичүүчү сууларды жана буу казандарына келүүчү сууларды коррозиялоочу заттардан тазалоодо гидролиздин мааниси өтө чоң.

Минералдардын гидролизинин натыйжасында жер кыртышынын курамы өзгөрөт жана суу менен деңиздерге, көлдөргө агып барып чөкмөлөрдү пайда кылат. Чөкмөдөгү породалар басымдын, температуранын таасири астында дегидратацияга, декарбонизацияга учурайт да, жашоого ыңгайлуу шарттар түзүлөт.

Осмос кубулушу жана осмостук басым.
Вант-Гофф закону

Суюк эритмелерде газдар сыяктуу эле диффузия кубулушу мүнөздүү. Суюктуктарда диффузиянын натыйжасында эриген заттын бөлүкчөлөрү эриткичтин массасына тегиз таралат.

Эгерде эритме менен эриткичти жарым өткөргүч жаргакчалар – мембрана (ичеги, табарсык, пергамент кагазы, целлофан ж. б.) менен бөлүп койсок, диффузия бир багыттуу жүрөт. Жарым өткөргүч жаргакчалардан эриткичтин молекулалары (суу, спирт ж. б.) жеңил өтөт, эриген заттын молекулалары (кант, целлюлоза, карбамид ж. б.) өтпөйт. Мындай мембраналарды химиялык ыкма менен даярдап алууга болот. Өтө майда тешиктери бар фарфор идишти биринчи көкташтын, андан кийин калий ферроцианидинин эритмесине матырсак, орун алмашуу реакциясынын натыйжасында майда тешиктерге жез ферроцианиди чөгөт да, идиш жарым өткөргүч жаргакчанын ролун аткарып калат:

$$2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$$

Эриткичтин молекулаларынын мембрана аркылуу бир тараптуу диффузиясы – **осмос кубулушу**, ал эми *осмос кубулушун токтотуучу, сырткы атмосфералык басымга барабар күч* **осмостук басым** деп аталат. Осмос басымын ченеген аспап **осмометр** деп аталат (4.6-сүрөт).

4.6-сүрөт. Осмометрдин иштөө принциби.

Сүрөттө көрсөтүлгөндөй ички идишке канттын эритмесин куюп, аны бөлөк идиштеги эриткичке матырсак, мембрана аркылуу эриткичтин молекулалары диффузияланып айнек түтүкчө аркылуу көтөрүлөт.

Качан гана гидростатистикалык басым белгилүү бир чекке жетип осмостук басымга теңелгенде осмос токтойт.

Эритменин осмостук басымы Вант-Гофф (1886-ж.) закону аркылуу туюнтулат:

$$\pi_{осм} = CRT, \qquad (4.12)$$

мында С – эритменин молдук концентрациясы.

Жогоруда келтирилген маалыматтарды жыйынтыктап **Вант-Гофф законуна** төмөнкүдөй аныктама берүүгө болот: *«Эриген зат газ абалында болуп (температурасы бирдей шартта) эритменин көлөмүнө барабар көлөмдү ээлеп тургандагы көрсөткөн басым осмостук басымга барабар».*

Эгерде эки эритменин осмостук басымдарын салыштырсак, анда шарттуу түрдө кабыл алынган түшүнүк келип чыгат:

$\pi_1 = \pi_2$ – изотоникалык

$\pi_1 > \pi_2 - \pi_1$ – гипертоникалык

$\pi_1 < \pi_2 - \pi_1$ – гипотоникалык

Осмос кубулушунун турмушта мааниси абдан чоң. Адамдын денесинин температурасы нормалдуу учурда (37°С) осмостук басымы $\pi_{осм.}$ = 7,7–8 *атм* болот. Ошондуктан дарылоо максатында канга суюктук куйганда, сөзсүз анын басымы $\pi_{осм.}$ = 7,7–8 *атм*га барабар болушу керек, б. а. эритме изотоникалык болууга тийиш: $\pi_1 = \pi_2$. Эгерде канга гипертоникалык $\pi_1 > \pi_2$ эритме куюлса, кызылкан денечелеринин челкабыгы аркылуу суу чыгат да, алардын көлөмдөрү кичирейип, бырышат. Тескерисинче, гипотоникалык $\pi_1 < \pi_2$ эритме канга куюлса, кызыл кан денечелерине суу кирип көлөмү чоңоюп, анын челкабыкчасы жарылып кетиши мүмкүн. Чөлдүү же шорлуу жерлерде өскөн өсүмдүктөрдүн клеткаларынын ичиндеги суюктуктарынын осмостук басымы 100 атмга чейин жетиши мүмкүн. Мындай кубаттуу басым тамыр системалары аркылуу жер кыртышынын терең жана нык катмарларынан өсүмдүктөргө керектүү азык заттарды тартып алып синирүүгө, б. а. өсүмдүктөрдүн өсүп-өнүгүшүнө мүмкүндүк берет. Туздуу тамактан кийин суусоо, көпкө чейин суу ичпесе өсүмдүктөрдүн солушу, тамак синирүү ж. б. процесстер осмос кубулушуна байланыштуу ишке ашат.

Буфердик эритмелер

Окшош иондун диссоциация даражасын азайтуучу касиети буфердик эритмелерди даярдоодо пайдаланылат. **Буфердик эритме** деп

суюлтканда, кислота же щелочь кошкондо pH туруктуу, өзгөртпостөн кармап турууга жөндөмдүү эритменин системасын атап жүрүшөт. Жаныбарлардын каны, заарасы, ашказан шireси, кыртыштагы эритмелер ж. б. буфердик эритмелерге мисал болот. Атайын даярдалган буфердик эритмелер аналитикалык химияда колдонулат.

Буфердик эритмелердин курамы :

1. Начар кислота + анын тузу → кычкылдуу буфер

   Мисалы, $H_2CO_3 + MeCO_3$ → карбонаттык буфер

2. Начар негиз + анын тузу → щелочтуу буфер

   Мисалы, $NH_4OH + NH_4Cl$ → аммиактык буфер

Буфердик эритменин алынышы:

Системанын бир компоненти начар электролит болгондуктан, ага массанын таасир этүү законун колдонуп, буфердик эритмени даярдоочу формуланы таап алабыз.

Буфердик касиет, б. а. pH=const сактап калуусу, системанын бир компоненти сырттан кошулган күчтүү кислота же щелочь менен толук нейтралдашып кетмейинче сакталат. Буфердик эритменин pH=const сактап калуу касиети **буфердик сыйымдуулук** деп аталат.

Буфердик сыйымдуулук деп 1 *л* буфердик эритменин pH маанисин 1 чоңдукка өзгөртүүгө кеткен күчтүү электролиттин г-экв. саны аталат.

Буфердик эритмелерди даярдоо, алардын касиеттерин үйрөнүү жана пайдалануу аналитикалык химия курсунда кеңири баяндалат.

Эригичтиктин көбөйтүндүсү

Канчалык начар эриген чөкмө болбосун, эритмеде аз болсо да анын каныккан эритмеси менен теңдеш болот:

$$\text{(чөкмө) AB} \rightleftarrows A^{+} + B^{-} \text{ (эритме)}$$

Теңдештиктин константасын пайдалансак **эригичтиктин көбөйтүндүсү** ЭК (ПР) деген түшүнүк келип чыгат:

$$K = \frac{[A^{+}]\cdot[B^{-}]}{[AB]} \tag{4.13}$$

Эгерде бөлчөктү өзгөртсөк: $K \cdot [AB] = [A^{+}] \cdot [B^{-}]$,

мында $$K \cdot [AB] = ЭК$$

демек, $$ЭК = [A^{+}] \cdot [B^{-}] \tag{4.14}$$

4.13 формуланы пайдаланып, аналитикалык химияда чөкмөнүн пайда болуусун жана эрүү шартын аныктап жүрүшөт:

а) Чөкмөнүн пайда болушу

$$ЭК_{AB} > [A^+] \cdot [B^-]$$

б) Чөкмөнүн эритмеге өтүшү

$$ЭК_{AB} < [A^+] \cdot [B^-]$$

в) Теңдештик абал

$$ЭК_{AB} = [A^+] \cdot [B^-]$$

Аналитикалык практикада эгерде начар электролиттин ЭК белгилүү болсо, ал боюнча анын эригичтиги Рны же тескерисинче заттын таблицадагы эригичтиги боюнча ЭК аныктап жүрүшөт:

$$P = \sqrt{ЭК_{AB}} \qquad (4.15)$$

Мисалы, бирдей заряддуу ионго ажыраган заттын ЭК = $5{,}2 \cdot 10^{-12}$ болсо, анын эригичтиги Р = $2{,}6 \cdot 10^{-6}$ барабар.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Химиялык реакциянын ылдамдыгын жана ага таасир этүүчү факторлорду атагыла.

2. Массанын таасир этүү закону жана анын ар түрлүү процесстерде колдонулушун көрсөткүлө.

$$C_{(к)} + O_{2(г)} \longrightarrow CO_{2(г)} \qquad CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{2(г)}$$

3. Химиялык теңдештик жана аны жылыштыруунун шарттары, Ле-Шателье принцибин айтып бергиле.

4. Эритмелер, алардын пайда болушун түшүндүрүүчү физикалык, химиялык теориялардын маанисин түшүндүргүлө.

5. Сольватация же гидротация кубулушунун кандай мааниси бар?

6. Эритмелердин концентрацияларынын туюнтулушу: проценттик, молдук, нормалдык, моляльдык концентрацияларга мисал келтиргиле.

7. Осмос кубулушу деген эмне? Өсүмдүк кандай кыртышта жакшы өсөт?

8. Осмостук басым жана аны аныктоонун ыкмаларын көрсөткүлө.

9. Мөмө дарактарын эмне үчүн кеч күздө сугарышат?

10. Буфердик эритмелер, алардын курамы, касиеттери, алынышына мисал келтиргиле.

11. Электролиттик диссоциация теориясы. Күчтүү жана начар электролиттердин бир нечесин санап өткүлө.

12. Электролит эритмелеринин баскычтуу диссоциациясын көрсөткүлө. H_3PO_4, H_2SO_4, $Al(OH)_3$

13. Төмөнкү процесстин: $KI + AgNO_3 = \downarrow AgJ + KNO_3$ иондук реакцияларынын теңдемелерин жазгыла.

14. Суунун электролиттик диссоциациясын пайдаланып, суутектик көрсөткүчкө аныктама бергиле.

15. Туздардын гидролизи жана анын мааниси. Соданын гидролиз реакциясынын теңдемесин жазгыла.

16. Шорлуу кыртышта эмне үчүн өсүмдүк жакшы өспөйт?

17. Эригичтик жана эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн маанисин айтып бергиле.

18. 30%түү (d = 1,28) күкүрт кислотасынын молдуу, нормалдуу концентрациясын аныктагыла.

19. 200 *г* сууга 20 *г* кайнатма туз эритилди. Эритменин % концентрациясын аныктагыла.

20. 40%түү спирттин суудагы эритмесинде канча *г* спирт жана суу бар?

21. 1 М, О,1 М щелочтун эритмесин даярдоо үчүн канча *г* NaOH керек?

22. 3 *л*, 0.1 н күкүрт кислотасынын эритмесин даярдоо үчүн 96% (ρ = 1,8) H_2SO_4 кислотадан канча *мл* алуу керек?

23. Суунун электролиттик диссоциациясы үчүн теңдештик константасын тапкыла.

24. Уксус кислотасынын диссоциация константасын туюнткула:

$$CH_3COOH \rightleftarrows H^+ + CH_3COO^-$$

ХИМИЯЛЫК РЕАКЦИЯЛАРДЫН КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

§ 1. Химиялык реакциялардын түрлөрү

Гомогендүү жана гетерогендүү реакциялар

Химик-окумуштуулар химиялык айланууларды изилдөөнү өздөрүнүн бирден-бир илимий аракеттеринин негизги бөлүгү катары эсептешет. Алар илимий-изилдөө иштериндеги коюлган максаттарына жараша, химиялык айланууларды механизмин анын жүрүү себептерин, түрлөрүн, ылдамдыктарын ага таасир эткен факторлорду, айланууларды өзгөртүү багыттарын, аларды башкаруу жана анын жүрүшүн текшерип туруу ыкмаларын изилдешет.

Химиялык айланууларды химиялык реакция деп түшүнөбүз. Ошол химиялык реакцияга агрегаттык абалдары ар түрдүү болгон газдар, суюктуктар жана катуу заттар түрдүүчө айкалышта катышкандыктарына (газ – суюктук, суюктук – катуу зат, газ – катуу зат) жараша реакциянын жүрүү закон ченемдүүлүктөрү да ар башкача болушат.

● *Айлана-чөйрөдөн чектелген заттар же алардын аралашмалары* **система** деп аталат. Система гомогендүү жана гетерогендүү болушат (5.1-схема).

5.1-схема

Системанын түрлөрү

Система

Гомогендүү система → Реакцияларга катышкан заттардын жана продуктулардын агрегаттык абалдары бирдей болот.

Гетерогендүү система → Реакцияларга катышкан заттар жана продуктулары ар башка агрегаттык абалда болушат.

Бирдей курамга жана касиеттерге ээ болгон, башка бөлүктөрдөн беттик чеги менен айырмаланган системанын бөлүгүн фаза деп атайбыз. Гомогендүү системага газдардын аралашмасы, аба жана эритмелер кирет. Абада азот, кычкылтек, асыл газдар жана көмүртек (IV) оксиди аралашып жүрүшөт. Бир эле эриткичте, мисалы, сууда бир канча заттар, натрий хлориди ($NaCl$), магний сульфаты ($MgSO_4$) азот

жана кычкылтек эрип жүрсө гомогендүү системаны пайда кылышат. Бул эки системанын биринчиси газ абалындагы, экинчиси заттардын суудагы эритмеси – суюк фазадагы системалар.

Гомогендүү реакция системанын бардык көлөмүндө жүрөт. Мисалы, күкүрт кислотасына натрий тиосульфатынын эритмесин таасир этсек, эритменин өңү боз чаңгылт болуп өзгөрүп, системанын бардык көлөмүндө байкалат. Боз чаңгылттын пайда болушу реакциянын белгиси болуп, күкүрттүн эркин түрдө бөлүнүп чыгуусу менен байланышат.

$$H_2SO_4 + Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2\uparrow + S\downarrow + H_2O$$

Гетерогендүү системага суу менен муздун, абада көмүр чаңчалары менен күкүрттүн кармалып турушу, суунун, бензиндин аралашмасы мисал боло алат. Гетерогендүү системада жүргөн реакциялар фазалардын чектешкен бетинде жүрөт. Мисалы, туз кислотасы менен цинк металлы аракеттешкенде, реакция цинк металлынын кислота менен тийишкен бетинде жүрөт:

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

Каталиттик жана каталиттик эмес реакциялар

Көпчүлүк химиялык реакциялар өтө жай, айрымдары тез жүрүшөт. Жай жүргөн реакцияларды тездетүүгө, тез жүргөн реакцияларды басаңдатууга болот.

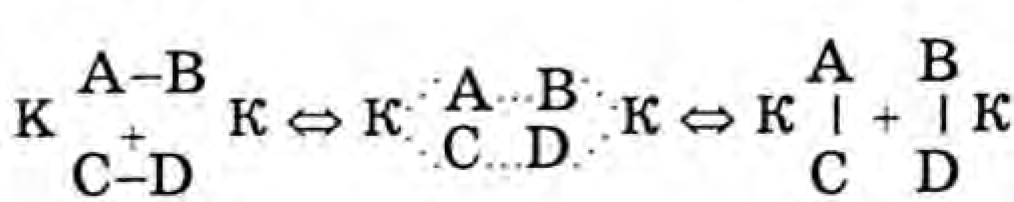
● *Химиялык реакциянын ылдамдыгын аралык активдүү заттарды пайда кылуу менен тездетип, реакциянын акырында өзү коромжуга учурабай, өзгөрүүсүз калган заттар* **катализаторлор** деп аталат. Катализаторлордун катышуусу менен химиялык реакциянын ылдамдыгын өзгөртүүчү процесс катализ, ал эми катализатордун таасири менен жүрүүчү реакция каталиттик деп аталат. Катализаторлордун таасири жекече мүнөздө болуп, универсалдуу катализаторлор кездешпейт. Катализ экиге бөлүнөт: гомогендүү жана гетерогендүү.

5.2-схема

Катализ теориясынын аралык комплекстерди пайда кылуу шарты гомогендүү системаларга мүнөздүү. Реакцияга катышкан заттар менен катализатордун фазалары бирдей, б. а. бирдей агрегаттык абалда болушат.

Гетерогендүү каталиттик реакциялардагы катализатордун ролу активдүү адсорбция теориясы менен түшүндүрүлөт. Заттардын өзүнүн сырткы бетине башка заттардын бөлүкчөлөрүн сиңирип алуу касиети адсорбция деп аталат. Орус академиги А. А. Баландин активдүү адсорбция теориясынын негизинде гетерогендүү каталиттик реакция үчүн мультиплет теориясын иштеп чыккан. Катализатордун химиялык реакцияны ылдамдатуу жөндөмдүүлүгү реакцияга катышкан заттардын молекулаларынын мейкиндиктик структурасына жана катализаторлордун бетиндеги активдүү борборлордун геометриясына байланыштуу болот. Реакцияга катышуучу заттардын молекулалары активдүү борболорго (атомдорго) сиңирилет. Мультиплет теориясы боюнча активдүү борбордун геометриялык жайгашышы катализдешүүчү молекуладагы атомдордун беттик түзүлүшү менен дал келүүсү зарыл. Молекулалар бир канча активдүү борборлорго сиңирилет да, реакцияга катышуучу заттардын ортосундагы химиялык байланышты начарлатат. Начарлап калган химиялык байланыштар реакцияга катышуучу баштапкы заттардын молекулаларынын ортосунда кайрадан бөлүштүрүлөт.

Ар түрдүү химиялык реакциялардын каталиттик борборлорунда сиңирилген атомдордун сандары 2, 4, 6га ж. б. барабар болушат. Мында борборлор (2) – дуплет, (4) – квадратадуплет жана (6) – секстет деп аталат, жалпысынан булар мультиплет деп аталат. Ушул теориянын негизинде алмашуу реакциясынын механизмин карайлы. Катализаторлордун эки атому дуплетти түзгөн реакциянын механизмин схемалык түрдө туюнталы. Реакцияга *AB* жана *CD* заттары катышып, *AC* жана *BD* заттарын пайда кылышат. Бул реакциядагы катализатордун ролу көрсөтүлөт.



Бул реакциянын схемасынан реакцияга катышкан заттардын атомдорунун жайгашуулары өзгөрбөстөн, алардын ортосундагы химиялык байланыштар кайрадан бөлүштүрүлүп жаңы заттар пайда болуп, ал эми реакция аяктаганда катализатор бошонуп өзгөрүүсүз мурунку абалына келди. Каталиттик гетерогендүү реакцияга вана-

дий (V) оксиди катализатор болгон күкүрт (IV) оксидинин кычкылтек менен окистенүүсү мисал боло алат.

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3$$

Химиялык өнөржайларда каталиттик реакциянын мааниси зор. Алардын 70% тен ашыгы катализаторду колдонушат: нефтехимиялык, фармацевттик, синтетикалык заттарды өндүрүүчү өндүрүштөр, тамак-аш өнөржайлары ж. б. болуп саналат. Көпчүлүк заттарды өндүрүү: аммиак, күкүрт кислотасы, азот кислотасы, суутек, щелочтор, синтетикалык заттарды (органикалык жана органикалык эмес синтездөөдө) каталиттик реакциянын негизинде өндүрүп алышат. Химия илиминде катализатор катышпай жүргөн реакциялар да белгилүү. Мындай реакцияларды каталиттик эмес реакциялар деп аташат. Каталиттик эмес реакцияларга көпчүлүк окистенүү (күйүү), ошондой эле алмашуу реакциялары кирет. Алардын мисалдары менен силер таанышасыңар.

Кайталануучу жана кайталанбоочу реакциялар

Химиялык реакциялар кайталанбоочу жана кайталануучу болуп экиге бөлүнөт. Кайталанбоочу химиялык реакция бир багытта жүрөт. Реакцияга катышкан заттар же алардын бири толук жумшалып аягына чейин жүргөн реакцияны кайталанбоочу деп аташат. Мисалы, аммоний дихроматынын $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ажырашы. Натрий сульфатынын Na_2SO_4 барий хлориди менен аракеттенүүсү ж. б.

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2\uparrow + 4H_2O;$$

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$$

$$2Na^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2Na^+ + 2Cl^-$$

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$

Бул реакциялар бир багытта болуп, баштапкы заттар толук реакцияга киргенге чейин жүрдү. Реакциялардын продуктуларынан кайра баштапкы заттарды ала албайбыз. Мындай реакциялар аз санда болот. Көпчүлүк иондук реакциялар акырына чейин жүрө турганы силерге тааныш.

Кайталануучу реакциялар кайталанбоочу реакцияларга салыштырганда көптүк кылат. Мисалы, бөлмө температурасында эле йоддун буусу менен суутекти аралаштырсак, алардын ортосунда реакция жүрүп йоддуу суутек пайда болот:

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$$

Эгерде йоддуу суутекти идишке толтуруп оозун жаап койсок, бир канча убакыт өткөндөн кийин эркин йоддун буусу байкалат.

$$2HI \rightarrow H_2 + I_2$$

Реакциянын кайталангыч мүнөзүн туюнтуу үчүн карама-каршы багыттагы жебелер колдонулат:

$$H_2 + I_2 \underset{\text{кайталануучу реакция}}{\overset{\text{түз реакция}}{\rightleftarrows}} 2HI$$

Бир канча убакыт өткөндөн кийин эки реакциянын ылдамдыктары бирдей болуп, реакцияга чейинки баштапкы заттардын концентрациялары реакциянын продуктуларынын концентрациялары менен бирдей абалга келет. Бул учурда үзгүлтүксүз молекулалардын пайда болуусу жана ажыроосу жүрөт.

Экзотермиялык жана эндотермиялык реакциялар

Силерге белгилүү болгондой, айрым химиялык реакциялар жылуулук бөлүп чыгаруу менен жүрсө, айрымдары жылуулук бербейинче жүрбөйт.

Химиялык реакция учурунда бөлүнүп чыккан же сиңирилип алынган жылуулук санын реакциянын жылуулук эффектиси дешет. **Химиялык реакциянын жылуулук эффектисине жараша экзотермикалык жана эндотермикалык болуп бөлүнүшөт.**

Жылуулукту бөлүп чыгаруу менен жүргөн реакциялар экзотермикалык деп аталат. Сыртка жылуулук бөлүп чыгаруу менен жүрүүчү реакцияларга мисал келтирели:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184{,}6\ \textit{кДж/моль}$$

$$CH_4 + 20_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 880\ \textit{кДж/моль}$$

Жылуулукту сырттан сиңирип алуу менен жүргөн реакциялар эндотермикалык деп аталат. Эндотермикалык реакцияларга төмөнкүлөр мисал боло алат.

$$2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2 - 180\ \textit{кДж/моль}$$

$$\frac{1}{2}N_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO - 90{,}4\ \textit{кДж/моль}$$

Иш жүзүндө «заттын пайда болуу жылуулугу» жана «күйүү жылуулугу» деген түшүнүктөр колдонулат. Заттын пайда болуу жылуулугу жөнөкөй заттардан татаал заттар пайда болгондо бөлүнүп чыккан жылуулук. 25°С жана 0,1 *МПа* басым кезинде жөнөкөй заттар-

дын ажыроо жылуулугун жана зат пайда болуу жылуулугун нөлгө барабар деп эсептөө кабыл алынган.

Жөнөкөй заттардан бир моль бирикме пайда болгон кезде бөлүнүп чыккан же сиңирилип алынган жылуулук **заттын пайда болуу жылуулугу** деп аталат. Мисалы, суутектин бир молу 0,5 *моль* кычкылтек менен аракеттешкенде 285,8 *кДж/моль* заттын пайда болуу жылуулугу бөлүнүп чыгып, бир моль суу пайда болот:

$$H_{2(г)} + \frac{1}{2}O_{2(г)} \rightarrow H_2O_{(суюк)} + 285{,}8 \ кДж/моль$$

Бир моль зат кычкылтекте күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны күйүү жылуулугу деп аталат. Ацетилендин бир молу кычкылтекте күйгөндө күйүү жылуулугу 1300 *кДж /моль* болот:

$$2C_2H_{2(г)} + 5O_{2(г)} \rightarrow 2H_2O_{(г)} + 4CO_{2(г)} + 1300 \ кДж/моль.$$

Химиялык реакция мезгилинде сиңирилип алынган же бөлүнүп чыккан жылуулук саны теңдемеге кошо жазылса, ал термохимиялык деп аталат. Бул пайда болуу жана күйүү жылуулуктарынын мааниси атайын маалымдамаларда берилет. Алар физикалык чоңдуктарды эсептөө учурунда колдонулат. Жогору жакта жазылган суутек, ацетилен, магнийдин кычкылтекте күйүшү жана сымап (II) оксидинин ажыроосун көрсөтүп жазган теңдемелер термохимиялык теңдемелерге мисал болот.

§ 2. Химиялык реакциянын типтери

Реакцияга катышкан заттардын молекулаларынын өзгөрүшүнө жараша химиялык реакциялар бир канча типтерге бөлүнөт. Химиялык процесске катышуучу жана пайда болгон заттардын курамындагы айрым атом-иондордун окистенүү даражасынын өзгөрүшү менен жүргөн реакциялар окистенүү-калыбына келүү деп аталат. Реакцияга катышкан жана пайда болгон заттардын сандарына жараша: кошулуу, ажыроо, орун алмашуу, алмашуу деп бөлүнөт. Санап өткөн реакциялардын айрымдары боюнча сөз кылып өтөлү.

Кошулуу реакциясы

Эки же андан көп заттар аракеттенишип, реакциянын натыйжасында бир затты пайда кылган реакцияны кошулуу реакциясы деп билебиз:

$$4Al^0 + 3O_2^0 \rightarrow 2Al_2^{+3}O_3^{-2};$$

$$Zn^0 + S^0 \rightarrow Zn^{+2}S^{-2};$$

$$C^0 + 2H_2^0 \rightarrow C^{-4}H_4^{+}$$

Реакцияга эки зат катышып, бир эле реакциянын продуктуларын: алюминий оксидин, цинк сульфидин жана метан газын пайда кылышты. Реакцияга жөнөкөй зат катышып, алардын курамындагы атомдор окистенүү даражасын өзгөрткөнүн байкадык. Реакцияга татаал эки зат катышып бир эле реакциянын продуктусун пайда кылган учурлар да белгилүү. Мисалы, кальций оксиди суу жана көмүртектин (IV) оксиди менен аракеттенишет:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2; \ CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

Бул учурда реакцияга катышкан заттардын курамындагы химиялык элементтер окистенүү даражасын өзгөрткөн жок. Демек, бардык эле кошулуу реакциясы окистенүү-калыбына келүү реакциясына кире бербейт.

Орун алмашуу же сүрүп чыгаруу реакциясы

Химиялык реакцияга татаал жана жөнөкөй заттар катышып, жөнөкөй заттын атому татаал заттын курамындагы бир химиялык элементтин атому менен орун алмашса ал орун алмашуу реакциясы болот.

$$2CH_3COO\overset{+}{H} + \overset{0}{Zn} \rightarrow (CH_3COO)_2\overset{+2}{Zn} + \overset{0}{H_2}\uparrow$$

$$\overset{+2}{Cu}SO_4 + \overset{0}{Fe} \rightarrow \overset{+2}{Fe}SO_4 + \overset{0}{Cu}$$

Биздин мисалдарда цинк кислотанын курамындагы суутектин атомдору жана химиялык активдүүлүгү жогору болгон темир, жез (II) сульфатынын эритмесиндеги жез иону (Cu^{2+}) менен орун алмашты.

Ажыроо реакциясы

Химиялык реакцияга бир татаал зат катышып, реакциянын натыйжасында бир канча жөнөкөй жана татаал заттар пайда болот:

$$2Na\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3} \rightarrow 2Na\overset{+3}{N}O_2 + \overset{0}{O_2}\uparrow$$

$$2K\overset{+7}{Mn}\overset{-2}{O_4} \rightarrow K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + \overset{+4}{Mn}O_2 + \overset{0}{O_2}\uparrow$$

Жогорку реакцияларда кычкылтек электронун бөлүп чыгарып окистенди. Сымап, азот жана марганецтер электронду кошуп алышып калыбына келишти. Химиялык реакцияга бир эле татаал зат катышып, реакциянын натыйжасында эки же андан көп татаал заттар пайда болгон учурлар бар. Бул учурда баштапкы жана акыркы

продуктунун курамындагы химиялык элементтердин окистенүү даражасы өзгөрбөйт:

$$2Fe^{+3}(O^{-2}H)_3 \xrightarrow{t^\circ} Fe_2^{+3}O_3^{-2} + 3H_2O$$

$$(Cu^{+2}OH)_2 \cdot C^{+4}O_3^{-2} \xrightarrow{t^\circ} 2Cu^{+2}O + C^{+4}O_2 \uparrow + H_2O^{-2}$$

Ошентип кошулуу реакциясындай эле, ажыроо реакциялары окистенүү даражасын өзгөрткөн жана өзгөртпөй жүргөндөрү болот. Кошулуу жана ажыроо реакциясы бири бирине карата карама-каршы процесстер. Ушул процесстер бизди курчаган айлана чөйрөдө белгилүү теңдештикте жүрүп турат. Ошондуктан жаратылыш, дүйнө дайыма өзгөрүүгө дуушар болуп бир түрдүү заттардан башка түрдөгү заттар тынымсыз пайда болот жана ажырашат.

Алмашуу реакциясы

Реакция эки татаал заттын ортосунда, суу эритмелеринде жана кургак абалдарында жүрөт. Алмашуу реакциясы иондордун алмашуусу менен жүрүп, реакциянын натыйжасында пайда болгон заттардын бири реакциянын системасынан начар эриген чөкмөнү, газды же диссоциация даражасы төмөн болгон заттарды пайда кылат. Мисалы, натрий сульфаты менен барий хлоридинин, уксус кислотасы менен натрий гидроксидинин жана натрий корбанаты менен туз кислотасынын ортосунда жүргөн реакциялар:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O \quad (\text{Т.М.Т.})$$

$$CH_3COO^- + H^+ + Na^+ + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + Na^+ + H_2O \quad (\text{Т.И.Т.})$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O \quad (\text{К.И.Т.})$$

Окситтенүү-калыбына келүү реакциялары

Жогоруда силер окситтенүү-калыбына келүү реакциясын эсиңерге түшүрдүңөр. Эми төмөнкү берилген реакцияларды электрондук жана иондук теориялардын негизинде анализдеп, тиешелүү жыйынтык чыгаргыла:

$$\overset{0}{Zn} + 2\overset{+}{H}Cl^- \rightarrow \overset{+2}{Zn}Cl_2^- + \overset{0}{H_2} \uparrow$$

Бул реакцияга цинктин атому менен суутектин жана хлориддин иондору катышты. Реакциянын жүрүшүндө цинктин окситтенүү даражасы 0дөн +2ге чейин жогорулап, ал эми суутектин иону +1ден 0гө чейин төмөндөдү. Цинк электронун берип, окситтенүү даражасын

жогорулатты. Суутек иону электронду кошуп алып, окситтенүү даражасын төмөндөттү, натыйжада цинк окситтенип – калыбына келтиргич, ал эми суутек иону калыбына келип, окистендиргич болду.

Практикада кеңири колдонулуп жүргөн күчтүү окистендиргичтер галогендер (F_2, Cl_2, Br_2, I_2), марганец (VI) оксиди, калий перманганаты ($KMnO_4$), хром (VI) оксиди (CrO_3), азот кислотасы, кычкылтек, озон ж. б.

Күчтүү калыбына келтиргичтер щелочтуу жана щелочтуу жер металлдары болуп саналат. Окистенүү- калыбына келүү реакциялары реакцияга катышкан заттардын жаратылышына, жүргөн шарттарга жараша үч типке бөлүнөт; молекулалар ортосундагы, молекула ичиндеги жана өзү окистенүү жана өзү калыбына келүү (диспропорциялануу) реакциялары.

Молекулалар ортосундагы ОКК реакциялар

Окистендиргичтер жана калыбына келтиргичтер реакцияга катышкан ар түрдүү молекулалардын ортосунда жүрөт. Мисалы,

$$Mn^{+4}O_2 + 4H^{-}Cl \rightarrow Mn^{+2}Cl_2 + Cl_2^0 + 2H_2O$$

2	$Mn^{+4} + 2e^- \rightarrow Mn^{+2}$	калыбына келди; окистендиргич
2	$2Cl^- - 2e^- \rightarrow 2Cl^0$	окистенди; калыбына келтиргич

Бул кошуп алган жана бөлүп чыгарган электрондордун санын көрсөткөн теңдеме электрондук баланс теңдемеси деп аталат. Электрондук баланс теңдемеси боюнча кошуп алган жана бөлүп чыгарган электрондордун сандары бирдей. Мында эки моль марганец (IV) оксиди туура келери байкалды. Бирок пайда болгон марганецтин эки ионун байланыштырууга дагы эки молекула туз кислотасы керек. Ошондуктан калыбына келтиргичтин ролун аткарган туз кислотасынын алдына төрт коэффициенти коюлуп, калган реакцияга катышкан атомдор ошого карап теңделди.

Электрондук-баланс ыкмасын пайдаланып, окистенүү-калыбына келүү реакциясына дагы бир мисал жазып теңдейли:

$$H_2\overset{-2}{S} + H_2S^{+4}O_3 \rightarrow \overset{0}{S} + H_2O$$

Эми окистенүү даражасын өзгөрткөн элементтерди белгилеп, электрондук-баланс теңдемесин жазалы.

4	$\overset{-2}{S} - 2e \rightarrow$	$\overset{0}{S}$ окистенди – калыбына келтиргич
2	$\overset{+4}{S} + 4e \rightarrow$	$\overset{0}{S}$ калыбына келди – окистендиргич

Электрондук-баланс теңдемесинен көрүнүп тургандай калыбына келтиргич эки электронун бөлүп чыгарды, окистендиргич төрт электронду кошуп алды. Аларды кыскартып, алмаштырып жазганда электрондук баланс түзүлөт, келип чыккан сандарды калыбына келтиргич жана окистендиргичтерге коэффициент түрүндө жазылып, теңдемедеги калган атомдор теңделип коюлат:

$$2H_2\overset{-2}{S}+H_2\overset{+4}{S}O_3 \rightarrow 3\overset{0}{S}+3H_0O$$

Келтирген окистенүү – калыбына келүү реакциясынын теңдемеси көрсөтүп тургандай, ар башка заттарда кармалып жүргөн бир эле элемент – күкүрттүн окистенүү даражасы ар түрдүү экенин көрсөттү. Ошол окистенүү даражасы ар түрдүү болгон күкүрттүн атомдорунун ортосунда электрондор бир атомдон экинчисине өтө ала турганына мисал болду.

Молекула ичиндеги ОКК реакциялары

Окистендиргич жана калыбына келтиргич бир эле заттын молекуласында кармалып жүрсө, андай реакцияларды молекула ичиндеги ОКК реакциялар деп аташат. Мындай реакцияларга көпчүлүк термикалык ыкма менен ажырай турган процесстер мисал боло алышат.

$$2KCl^{+5}O_3^{-2} \rightarrow 2KCl^- + 3O_2^0$$

$$\begin{array}{c|l|l} 2 & Cl^{+5}+6e^- \rightarrow Cl^- & \text{калыбына келди, окистендиргич} \\ 3 & 2O^{-2}-4e^- \rightarrow O_2^0 & \text{окистенди, калыбына келтиргич} \end{array}$$

Диспропорциялануу же өзү окистенүү өзү калыбына келүү реакциялары

Бирикменин курамында бир түрдүү химиялык элементтин атомдорунун окистенүү даражасынын жогорулашы жана төмөндөшү менен жүргөн реакциялар бар. Диспропорциялануу реакцияларына катышкан баштапкы бир заттан реакциянын натыйжасында эки же андан көп жаңы зат алынат. Мисалы, азоттуу кислотанын, натрий гипохлоритинин ажыроо теңдемесин жазалы.

$$3HN^{+3}O_2 \rightarrow HN^{+5}O_3 + 2N^{+2}O + H_2O$$

$$\begin{array}{c|l|l} 1 & N^{+3}-2e^- \rightarrow N^{+5} & \text{окистенүү – калыбына келтиргич} \\ 2 & N^{+3}+e^- \rightarrow N^{+2} & \text{калыбына келүү – окистендиргич} \end{array}$$

Бир бирикменин курамындагы бир эле химиялык элементтин атомдорунун окистенүү даражасынын жогорулашы жана төмөндөшү менен жүргөн реакциялар диспропорциялануу реакциясы деп аталат.

§ 3. Аллотропиялык айланыштар, изомерлешүү, полимерлешүү реакциялары

Бир эле химиялык элементтин атомунун бир канча жөнөкөй затты пайда кылуу кубулушун **аллотропия,** ал эми ошол пайда болгон жөнөкөй заттарды элементтин аллотропиялык түр өзгөрүшү деп коюшат.

Кычкылтек элементинин эки аллотропиялык түрү белгилүү: кычкылтек жана озон. Кычкылтек белгилүү шартта озонго өтө алат. Кычкылтекке жогорку электр разряддарын таасир эткенде озон пайда болот. Лабораторияда озонатор куралы менен озонду алсак, жаратылышта чагылган чартылдап, жогорку электр разряддары пайда болгондо абадагы кычкылтек озонго айланат. Ушундай эле кычкылтектин озонго айлануу процессин ийне жалбырактуу токойлордогу карагай чайырлары абадагы кычкылтекти озонго айландырат.

$$3O_2 \xrightarrow{\text{электр учкуну}} 2O_3$$

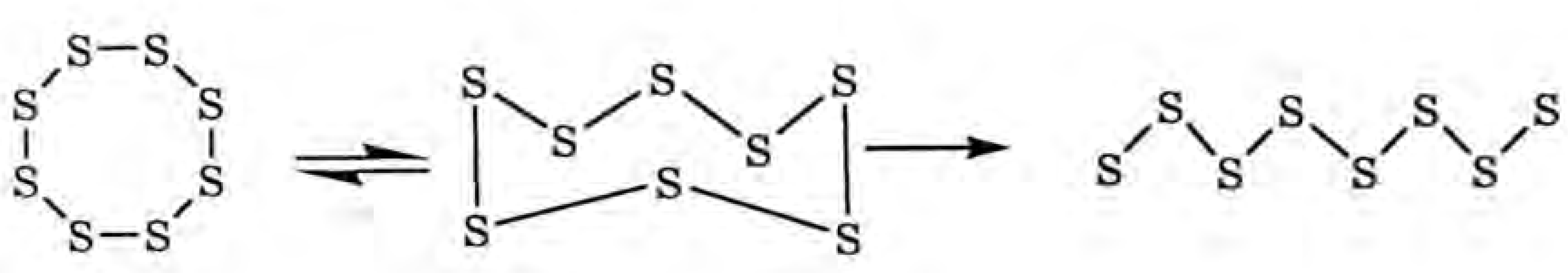
Озон өзгөчө химиялык активдүүлүккө ээ болгон кычкылтектин аллотропиялык түр өзгөрүшү. Анын молекуласы жеңил ажырап, атом түрүндөгү кычкылтекти пайда кылат.

$O_3 \rightarrow O_2 +$ «O» атомардык кычкылтек.

Реакциянын натыйжасында пайда болгон атомардык кычкылтек көпчүлүк заттарды окистендирет.

Аллотропиялык өзгөрмөлөргө көпчүлүк химиялык элементтер дуушар болушат. Мисалы: күкүрт, фосфор, кремний, көмүртек ж. б. бир канча жөнөкөй заттарды пайда кыла алышат. Күкүрттүн кристаллдык, пластикалык, фосфордун ак, кара жана кызыл түрлөрү, көмүртектин алмаз, графит, карбин кристаллдык жана аморфтук кремний аллотропиялык айлануулардын негизинде пайда болушат. Мындай аллотропиялык айлануулар учурунда структуралык өзгөрүүлөр болуп, байланыштары жана атомдордун мейкиндиктеги жайгашуу орундары өзгөрөт.

Мисалы, сегиз атом күкүрттөн турган кристаллдык торчо ысытуудан бузулуп ар башкача жайгашып калаарын билесиңер (сүрөттү кара). $S_8 \rightarrow S_6 \rightarrow S_2$ өтүшү ыктымал.



Изомерлешүү реакциялары

Заттардын касиеттери алардын курамындагы атомдордун санына эле байланыштуу болбостон, ал атомдордун мейкиндикте жайгашуу тартибине байланыштуу болот. Мындай өзгөрүүнү изомерия кубулушу түшүндүрөт.

Курамы, молекулалык массалары бирдей болуп, молекулалык түзүлүштөрү менен айырмаланган бир эле заттын ар түрдүү заттарды пайда кылуу кубулушу изомерия же изомерлешүү деп аталат. Изомерия кубулушу органикалык заттардын бардык класстарына мүнөздүү. Изомерия кубулушу бирикмедеги көмүртек атомунун чынжырына, кош жана үчтүк байланыштардын ордуна, функционалдык топтордун жайгашышына, бензол шакекчесиндеги орун алмаштыргычтардын жайгашуу тартибине, ошондой эле мейкиндиктик стереоизомерияларга байланыштуу болот. Мисалы, пентанга туура келген изомерлерди жазалы.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$ – н-пентан

$$\overset{1}{CH_3}-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{2}{CH}}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$$ – 2-метил бутан

$$\overset{1}{CH_3}-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{2|}}{C}}-\overset{3}{CH_3}$$ – 2,2-диметил пропан

Органикалык заттардын курамындагы функционалдык топтордун жайгашкан орундарына жараша изомерлер пайда болот.

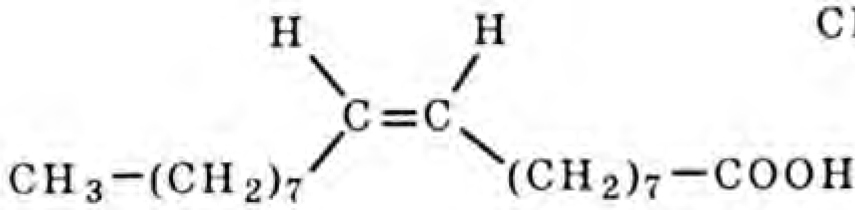
$$CH_3-CH_2-CH_2-OH$$ – 1-пропанол

$$\overset{1}{CH_3}-\underset{\underset{\displaystyle OH}{|}}{\overset{2}{CH_2}}-\overset{3}{CH_3}$$ – 2-пропанол

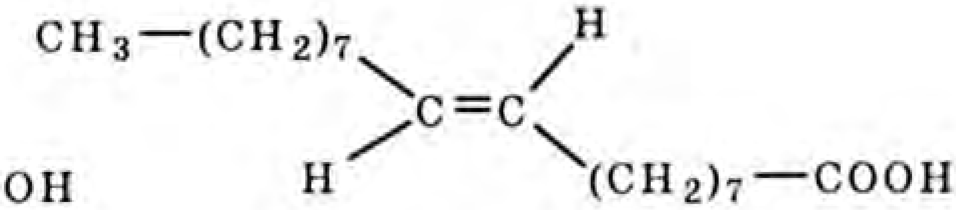
C_4H_6 формуласы менен туюнтулган углеводороддун курамындагы үчтүк байланыштын жайгашуусу боюнча пайда болгон изомерлерге мисал келтирели:

$$\underset{\text{1-бутин}}{\overset{4}{CH_3}-\overset{3}{CH_2}-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{CH}};\qquad \underset{\text{2-бутин}}{\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_3}}.$$

$C_{17}H_{33}COOH$ формуласына туура келген молеин кислотасы мейкиндик эки изомерди пайда кылат. Ал төмөнкүдөй жазылат:

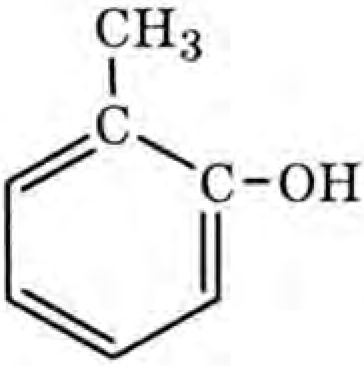


цис-изомери

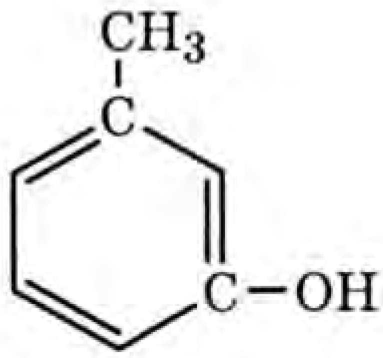


транс-изомери

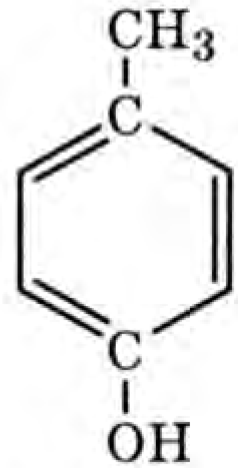
$C_6H_5CH_3$ – толуолдун курамындагы бензол шакекчесинде орун алмаштыргычтардын жайгашышы боюнча ар түрдүү заттар пайда болушат.



о-крезол



м-крезол



п-крезол

Полимерлешүү жана поликонденсация реакциялары

Молекуласынын курамында кош жана үчтүк байланыштары бар углеводороддор полимерлешүү реакцияларына катышып ири макромолекулалуу заттарды пайда кылышат. Мисалы: этилен, пропилендин полимерлешүү реакциялары:

$$nH_2C = CH_2 \xrightarrow{t^\circ \text{ кат}} (-CH_2 - CH_2 -)n$$

$$nH_2C = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} \xrightarrow{t^\circ \text{ кат}} \left(-CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} -\right)n$$

Полимерлердин касиеттери анын курамындагы мономерлердин санына, алардын түзүлүшүнө, мейкиндиктик структураларына жараша болот. Мисалы, этиленди полимерлештирүүдө полимерлешүү даражасы 20га жакын болсо, анда илээшкек суюктук алынат. Башка шартта полимерлешүү даражасы 100гө чейин болсо, жумшак чайыр сыяктуу зат алынса, шартты өзгөртүү менен полимерлешүү даражасы 1000ге жетсе, катуу полимер алынат.

Диендик углеводороддор дагы полимерлешүү реакцияларына жөндөмдүү болушат. Жогорку молекулалуу заттарды алуунун башка

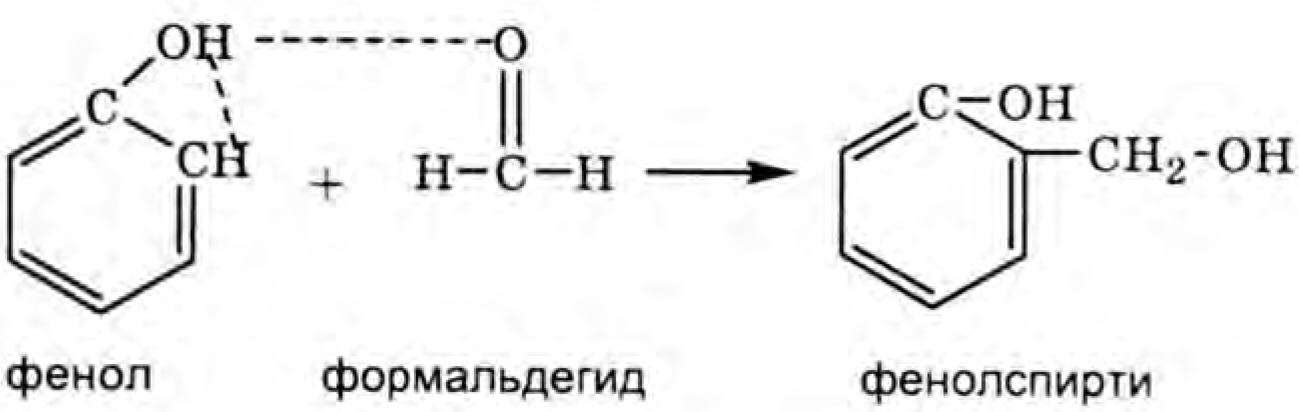
дагы бир ыкмасы бар, ал поликонденсация реакциясы болуп саналат.

Жогорку молекулалуу заттарды, төмөнкү молекулалуу заттардан алууда кошумча продуктуну пайда кылуу менен жүргөн процесс поликонденсация реакциясы деп аталат. Поликонденсация реакциясы учурунда баштапкы заттын молекуласы экиден кем эмес заттар менен аракеттенишет. Мындай биригүү кош байланыштын эсебинен эмес, эки башка функционалдык топтордун аракеттешүүсүнөн жүрөт. Силер поликонденсация реакциясы менен полисахариддерди, аминокислоталарды өткөндө тааныш болгонсуңар.

Аминоуксус кислотасынын бир канча молекуласы аракеттенишип (амин тобу менен карбоксил топторунун аракеттенүүсү) жогорку молекулалуу бирикме жана төмөнкү молекула сунуу пайда кылды. Пайда болгон макромолекуланын курамында көп жолу кайталануучу элементардык звено сакталат: $-\overset{H}{\overset{|}{N}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$.

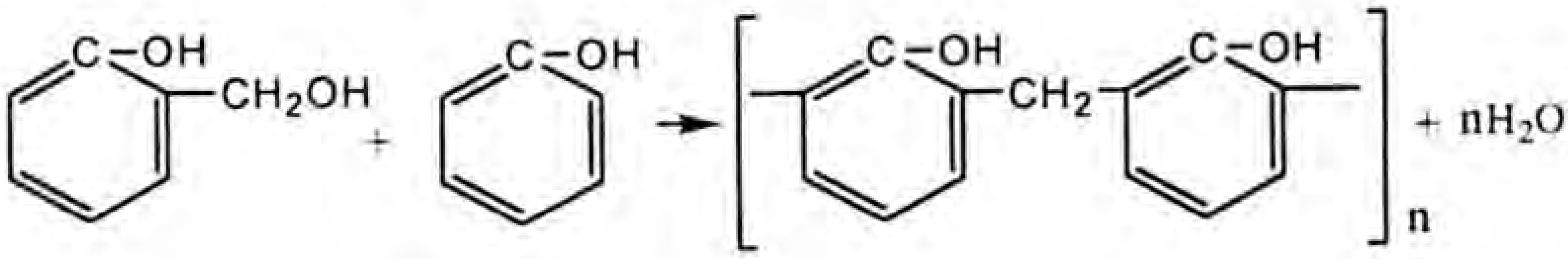
Поликонденсация реакциясына ар түрдүү функционалдык топтору бар заттардан тышкары бир функционалдык топтору бар заттар дагы катыша алат. Мындай учурда чынжырдын узарышы үчүн экинчи башка заттын функционалдык тобу биринчи реакцияга катышкан заттын курамдык бөлүгү менен өзара аракеттешкендей болот. Буга мисал катары фенол менен формальдегиддин аракеттешүүсүн карайлы.

Фенолдун молекуласындагы атомдордун топторунун өзара таасирлеринин натыйжасында фенолдун молекуласындагы 2, 4, 6 көмүртек атомдору менен байланышкан суутек атомдору кыймылдуу келип, альдегид тобу менен реакцияга кирет.



фенол формальдегид фенолспирти

Реакциянын натыйжасында пайда болгон аралык зат фенолспирти кайра фенолдун молекуласы менен аракеттенишип, суу жана жогорку молекулалуу зат пайда болот. Пайда болгон продукту метаналь менен кошулуп, андан алынган зат кайра фенол менен аракеттенишип, натыйжада фенолформальдегид чайыры алынат.



Фенолформальдегид полимеринин түзүлүшү мейкиндик торчо болот. Мейкиндиктик түзүлүштөгү полимер термопластикалуулугун жоготуп, бекем болуп калат.

Термопластикалуулуктан айырмаланып, жогорку температурада эрибей жана жумшарбай турган полимерлер термореактивдүү полимерлер деп аталат. Фенолформальдегид полимери термореактивдүү. Фенолформальдегид полимерине (чайырына) ар түрдүү толуктоочторду кошуу менен (жыгач таарындылары, айнек буласы, ар түрдүү боёчу заттарды, пахтадан жасалган кездемелердин үзүндүлөрүн ж. б.) фенолформальдегид пластмассасы алынат, иш жүзүндө фенопласт деп аталат. Кошулган толуктоочторго карата фенопластардын түрлөрү пайда болот. Алар текстолит, волокнит, гетинакс, айнекпласт, карболит ж. б. деп аталышат. Алар сапатына, касиетине жараша түрдүү тармактарда колдонулат.

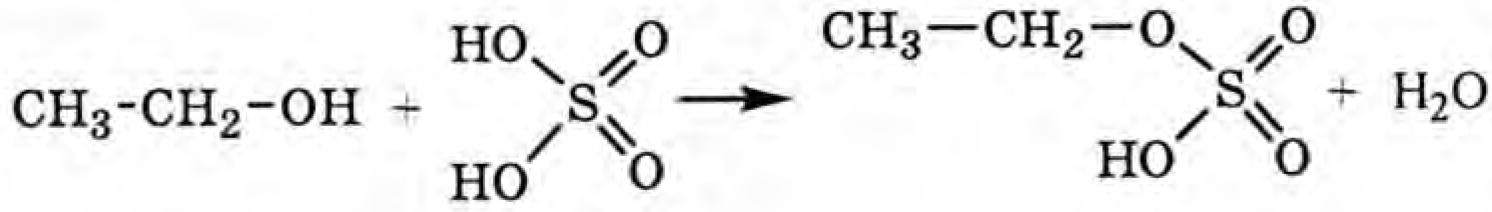
Текстолиттен машиналардын тетиктерин, шарик-подшипниктерин даярдашат. Булар чоң күчкө туруштук берүүчү жерлерде колдонулат. Мындан жасалган машинанын тетиктерин суу менен майлашат ж. б. Гетинакс радио-электротехникада электроизоляциялык материал катары колдонулат. Айнекпластан чоң өлчөмдөгү автомобилдердин кузовдору, автоцистерналар, карболиттен телефон аппараттары ж. б. жасалат. Кыскасы фенопласт эл чарбасынын түрдүү тармактарына кулачын кенен жайып кирип келген полимер.

Ошентип полимерлешүү, поликонденсация реакцияларынын жардамы менен өндүрүлгөн полимерлер эл чарбасынын, техниканын талаптарын канааттандыруучу тармактарда кеңири колдонулуп, айрымдары металл конструкцияларын алмаштырууга чейин пайдаланылууда. Бул полимерлер полиэтилен, полипропилен, полихлорвинил, полиметилметакрилат, полистирол жана фенолформальдегид полимерлери ж. б. Полимерлешүү реакцияларынын натыйжасында синтетикалык каучуктар, синтетикалык булалар, кир кетирүүчү каражаттар өндүрүлөт.

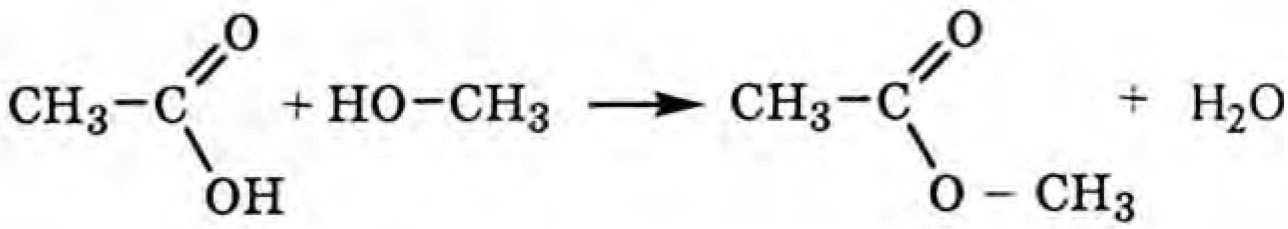
Этерификация реакциялары

Кислоталар менен спирттер аракеттешип татаал эфирди жана сууну пайда кылган реакция этерификация **реакциясы** деп аталат. Этерификация процесси кайталануучу процесс. Спирттер орга-

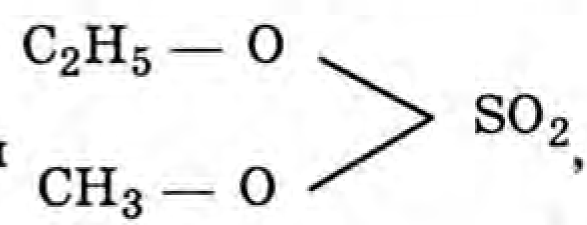
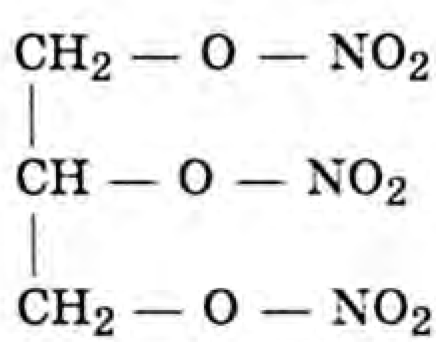
никалык эмес жана органикалык кислоталар менен аракеттешип, татаал эфирлерди жана сууну пайда кылышат.



күкүрт кислотасынын этил эфири



уксус кислотасынын метил эфири

Этерификация реакциясынын продуктулары көптөгөн татаал эфирлер болот. Мисалы, кумурска метил эфири $H-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$, уксус этил эфири $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$, уксус амил эфири $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-C_5H_{11}$, күкүрт кислотасынын этил, метил эфири , үч нитроглицерин  ж. б. заттар.

Этерификация реакциясынын продуктуларынын колдонуу тармактары өтө кеңири. Татаал эфирлердин көпчүлүгү эриткич болгондуктан органикалык заттарды эритет. Көпчүлүк татаал эфирлер жемиштердин эссенцияларын даярдоодо жана медицинада, парфюмерияда, лак өндүрүүдө, айрымдары пластмассаны, ацетат жибектерин алууда, жарылгыч заттарды даярдоодо колдонулат.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Системага аныктама бергиле. Система канчага бөлүнөт?
2. Гомогендүү реакцияга мисал келтирип, аныктама бергиле.

3. Гетерогендүү реакцияны кандай түшүнөсүңөр? Мисал келтиргиле.

4. Катализатор жана катализдик реакция жөнүндө билген маалыматыңарды айтып бергиле.

5. Кайталанбоочу реакцияга аныктама берип мисал менен далилдегиле.

6. Кайталануучу реакцияны кандай түшүнөсүңөр? Мисал келтиргиле.

7. Химиялык реакциянын жылуулук эффектиси кандай?

8. Термохимиялык теңдемени кандай түшүнөсүңөр?

9. Окистенүү даражаларын өзгөртүү менен жүргөн кошулуу жана ажыроо реакцияларына мисал келтиргиле.

10. Реакцияга катышкан заттардын курамындагы атомдор окистенүү даражаларын өзгөртпөй жүргөн кошулуу жана ажыроо реакцияларына мисал келтиргиле.

11. Орун алмашуу жана алмашуу реакцияларына мисал келтирип, аныктама бергиле.

12. Окистенүү-калыбына келүү реакцияларынын кандай түрлөрү бар?

13. Аллотропиялык айланууларды кандай түшүнөсүңөр? Мисал менен далилдегиле.

14. Изомерлер кандай топторго бөлүнөт? Мисал келтиргиле.

15. Полимерлешүү реакциясы деп эмнени айтабыз? Полимерлердин кандай түрлөрүн билесиңер?

16. Полимерлер эл чарбасынын кандай тармактарында колдонулат?

17. Поликонденсация реакциясынын натыйжасында алынган полимерлердин практикалык ролу кандай?

18. Полимерлешүү жана поликонденсация реакцияларынын окшоштук жана айырмачылык жактары кайсылар?

19. Этерификация реакциясынын натыйжасында алынган заттардын айрымдарын атагыла.

20. C_5H_8 - затынын мүмкүн болгон изомерлерин жазгыла.

21. 0,25 *моль* натрийгидрокарбонатын ажыратканда (н.ш.) бөлүнүп чыккан көлөмдөгү көмүртектин (IV) оксидин, акиташ суусу аркылуу өткөзгөндө канча грамм кальций карбонаты пайда болот?

22. 9 *г* алюминий кычкылтек менен аракеттешкенде 273,5 *кДж* жылуулук бөлүнүп чыккан. Бул реакциянын термохимиялык теңдемесин түзгүлө.

23. Күкүрттү кычкылтекте күйгүзгөндө 16 *г* күкүрт (IV) оксиди пайда болуп, ошол реакция учуруна 73,15 *кДж* жылуулук бөлүнүп чыккан. Ушул реакциянын термохимиялык теңдемесин түзгүлө.

24. 0,25 моль сымап (II) оксиди ажыраганда 22,5 *кДж* жылуулук талап кылынды. Ажыроо реакциясынын термохимиялык теңдемесин түзгүлө.

25. Төмөнкү берилген теңдемедеги окистенүү даражасын өзгөрткөндөрдү белгилеп, электрондук баланас ыкмасынын негизинде теңдегиле. Окистендиргич жана калыбына келтиргичтерди көрсөткүлө:

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + KI = Cr_2(SO_4)_3 + I_2 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2S = K_2SO_4 + MnSO_4 + S + H_2O$$

Лабораториялык тажрыйбалар

Полиэтилендин касиеттери менен таанышуу

1. Полиэтилендин үлгүсүн спирт шамына ысыткыла. Эмнени байкадыңар? Жумшарган полиэтилендин формасын айнек таякчанын жардамы менен өзгөрткүлө. Өзгөргөн формадагы полиэтилен үлгүсүн муздаткыла. Андан кийин ал үлгүнү бөлмө температурасында өзгөртүүгө аракет жасагыла. Тажрыйбадан алынган маалыматтарды иш дептериңерге жазгыла. Жыйынтык чыгаргыла.

2. Полиэтилендин үлгүсүн күйгүзгүлө. Жалындын түсүнө, күйүү продуктуларына көңүл бургула. Эмнени байкадыңар?

3. Калий перманганатынын эритмеси жана бром суусу куюлган эки пробиркадагы заттардын өңүнө көңүл бургула. Андан кийин экөөнө тең бирдей өлчөмдө полиэтилен кесекчесин салгыла. Бир канча минута чайкагыла. Байкаган маалыматтарды эсиңерге туткула.

4. Күкүрт кислотасынын жана натрий щелочунун эритмелери куюлган эки пробиркага полиэтилен кесекчесинен 2–3тү салгыла. Чайкагыла. Эмнени байкадыңар? Өзгөрүү байкалдыбы?

Тажрыйбадан алынган маалыматтарга таянып, полиэтилендин касиеттери боюнча жыйынтык чыгаргыла. Иш орундарыңарды иретке келтирип койгула.

5. Жогорку молекулалуу бирикмелерден даярдалган пластмассаларды лабораторияда кантип таанып-билүүгө болот?

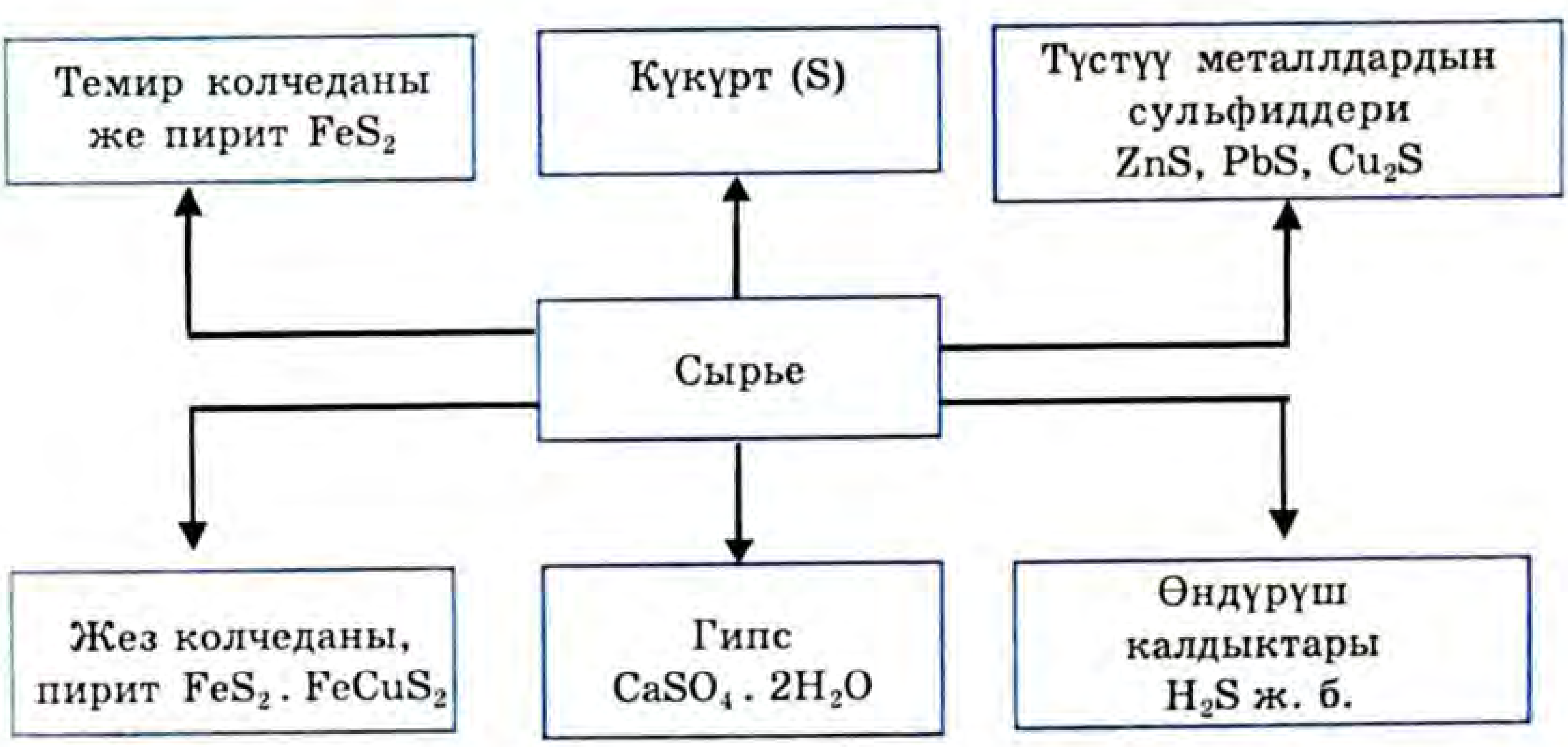
АЙРЫМ ЗАТТАРДЫН ӨНДҮРҮШТӨ АЛЫНЫШЫ

§ 1. Күкүрт кислотасын өндүрүү

Күкүрт кислотасы химия өнөржайынын негизин түзөт десек жаңылбайбыз. Анткени химия өнөржайында күкүрт кислотасы технологиялык процесстерде колдонулат. Күкүрт кислотасынын касиеттерине байланыштуу ар түркүн өндүрүштө, турмушта кеңири колдонулгандыктан, анын өзүн көп өлчөмдө өндүрүп алуу зарылчылыгы келип чыгат. Күкүрт кислотасын өндүрүүдө анын жаратылышта кеңири таркалган бирикмелери жана эркин түрдөгү күкүрт, айрым түстүү металлдарды өндүрүүдөгү өндүрүш калдыктары ж. б. сырьелор пайдаланылат (6.1-схема). Күкүрт жер кыртышынын (массасы боюнча) 0,05% ин түзөт.

6.1 - схема

Күкүрттүн жаратылыштагы сырьелору

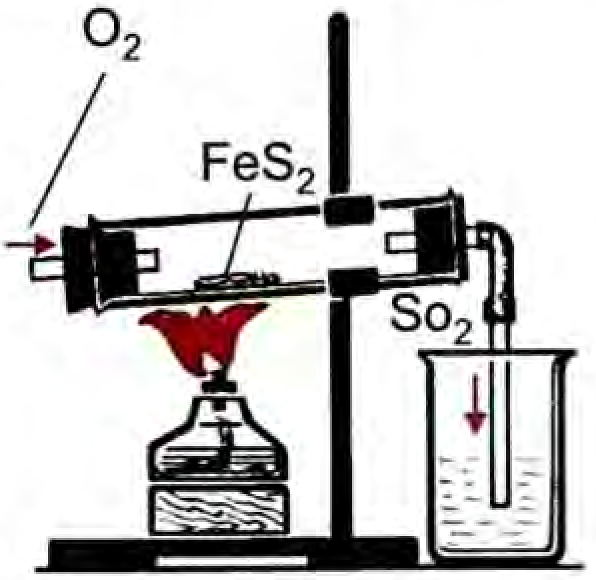


Акыркы жылдары күкүрт кислотасын өндүрүүгө комплекстүү мамиле жасоо багыты басымдуулук кылууда. Мисалы, түстүү металлдарды алардын сульфиддерин өндүрүүдө пайда болгон күкүрт (IV) оксиди (SO_2) жана күкүрттүү суутек (H_2S) сырье катары колдонулууда. Мында ар түрдүү химиялык өндүрүштөрдүн биргелешип иштөө принциби иш жүзүнө ашырылууда. Күкүрт кислотасын өндүрүүчү көп заводдордо темир колчеданын – пиритти күйгүзүү менен күкүрт (IV) оксиди алынат.

Темир колчеданынан күкүрт (IV) оксидин алуу

Лабораториялык шартта SO_2 ни 6.1-сүрөттө көрсөтүлгөн курал менен алабыз.

Айнек түтүккө темир колчеданынын бир канча бөлүгүн салып, аны ысытуу керек. Ысыган түтүк аркылуу аба же кычкылтек жиберилет. Ысыган темир колчеданы кычкылтек менен тийишкенде окистенүү реакциясы жүрүп, кескин жыттуу күкүрт (IV) оксиди пайда болот, ал айнек түтүктүн экинчи жагындагы газ өтүүчү түтүк аркылуу стакандагы сууга сиңирилет. Стакандагы сууга индикатор аралаштырып коюлган. Анын өңүнүн өзгөрүшү менен күкүрттүү кислотанын пайда болгонун билебиз.



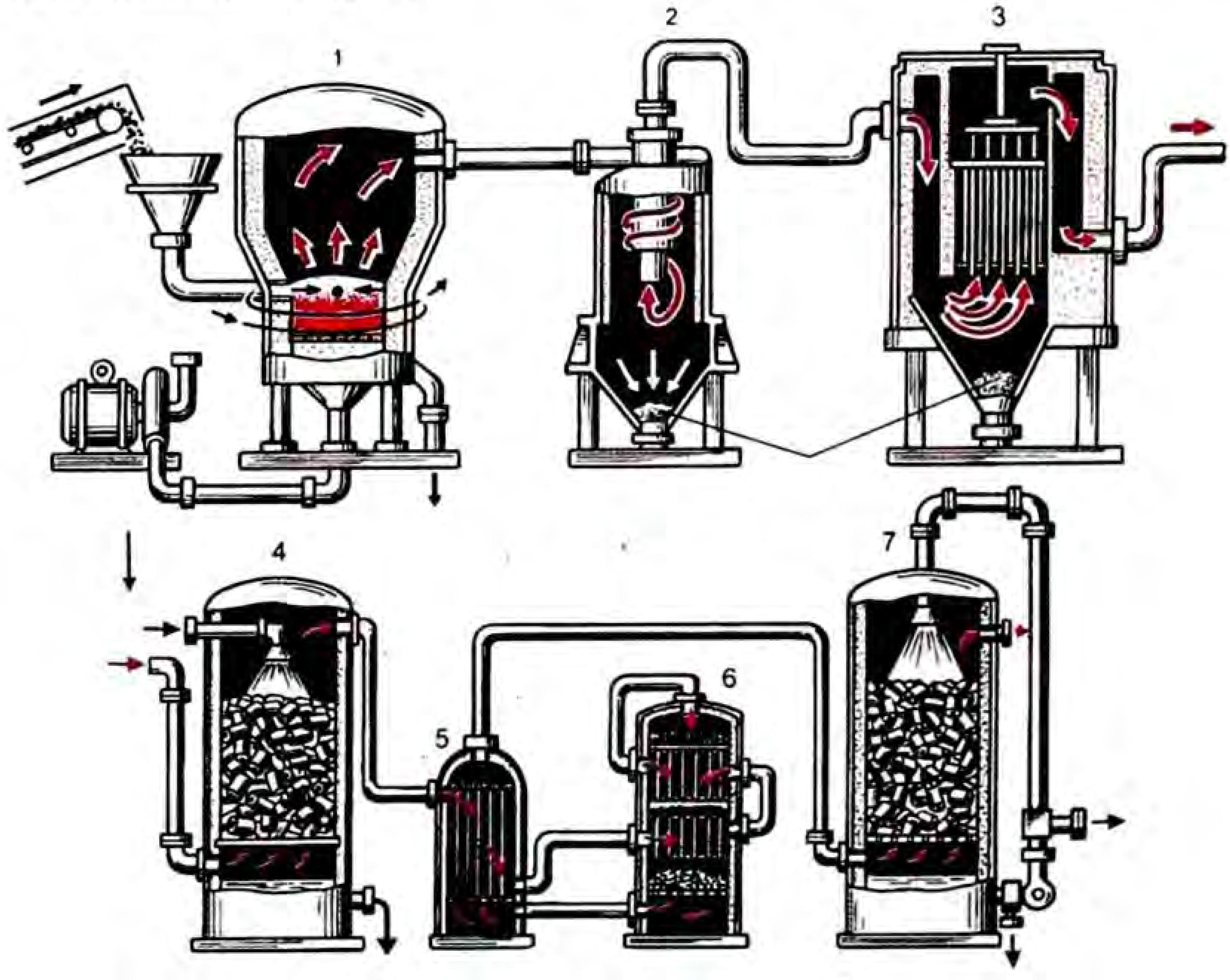
6.1-сүрөт.
Күкүрт (IV) оксидинин лабораторияда алынышы.

Күкүрт кислотасын өндүрүүчү заводдо темир колчеданы – пирит FeS_2 атайын меште күйгүзүлөт. Күйгүзүүчү меште темир колчеданынын күйүү ылдамдыгы төмөнкү шарттарга байланыштуу: күйүү зонасындагы абанын курамындагы кычкылтектин кармалып туруу концентрациясына, колчедандын майдаланган бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрүнө (2–3 *мм*), аларды аралаштырып туруу даражасына жана колчедандын жеке касиеттерине жараша болот.

Азыркы химия өндүрүшүнүн негизги принциптеринин бири темир колчеданын – сырьёну толук, үзгүлтүксүз күйгүзүп, күкүрт (IV) оксидин көп өндүрүү болуп саналат. Ага жетишүү максатында күйдүрүүчү мештин өндүрүмдүүлүгүн жогорулатуу керек. Меште жүргөн химиялык реакция экзотермикалык болгондуктан реакция учурунда бөлүнүп чыккан энергияны системадан чыгарып, аны максаттуу пайдаланган дурус. Химиялык процесстерди оптималдаштыруу, башкаруу жана текшерүү автоматтык аспаптарды туура пайдалана билүү менен жүргүзүлөт. Мештин ишин оптималдаштыруу үчүн сырье катары жаратылыштан алынган пиритти эмес, аны флотациялык ыкма менен тазартылган, бош породасынан ажыратылган таза пиритти күйгүзүү талапка ылайыктуу. Реакциянын ыкчам жүрүшүн камсыз кылуу үчүн реакцияга катышкан заттардын тийишүү бетин көбөйтүү максатында темир колчеданын майда бөлүкчөлөргө талкалайт. Талкаланганда бөлүкчөнүн өлчөмү бир *мм*ден болсо, ал мештин ичиндеги кайноочу катмарда жакшы күйөт. «Кайноочу катмар» колчедандын өтө майдаланган бөлүкчөлөрү жана анын кычкылтек менен байытылган аба аралашмасынын кыймылы – кайнап жаткан суюктукту элестет. Мындай шартта бөлүкчөлөр бири-бири менен жабышып калганга үлгүрбөй реакция тез жүрөт. Абанын курамында кычкылтектин кармалып жүрүшүн 60% жогорулатканда ысытууга жумшалуучу жылуулук сакталат.

Мештен алынган физика-химиялык маалыматтардын негизинде оптималдуу температура 800°Сге экени белгилүү. Эгерде меште жүргөн химиялык реакция учурунда бөлүнүп чыккан жылуулукту, системадан чыгарып кетпесе температура 1400°Сге жогорулап кетет. Оптималдуу температураны күйдүрүүчү меште кармап туруу үчүн «кайноочу катмардын» ичиндеги бөлүкчөлөрдү тынымсыз аралаштырып турса, анда мештин бардык жеринде температура бирдей сакталып жүрөт. Системадан ашыкча жылуулук буу казанына баруучу түтүктөр аркылуу чыгарылып турат. Аба күйгүзүү талап кылган өлчөмдөн ашыкча жиберилет. Меште күйүү реакциясы аяктагандан кийин сырткы атмосферага көлөмү боюнча 14,5% күкүрт (IV) оксиди, ар кандай өлчөмдөгү күкүрт чаңдары, мышьяк (III) оксиди As_2O_3, азыраак сандагы күкүрт (VI) оксиди жана катализаторду уулантуучу башка аралашмалар бөлүнүп турат.

Акыркы жылдары суткасына 2000 *т* темир колчеданын күйгүзүүчү мештер иштетилет. Оптималдуу шарттарды толук пайдаланып, темир колчеданын күйгүзгөндө кенде кармалып жүргөн күкүрт 98% күкүрт (VI) оксидин пайда кылат. Ал эми темир колчеданында кармалып калган күкүрттүн калган бөлүгү өндүрүш калдыгы менен кошо калат (6.2-сүрөт).



6.2-сүрөт. Күкүрт кислотасынын өнөржайда алынышы.
1 – кайнаган катмарда күйгүзүүчү меш; 2 – циклон аппараты;
3 – электр чыпкасы; 4 – кургатуучу мунара; 5 – жылуулук алмаштыргыч;
6 – контакт аппараты; 7 – сиңирүүчү мунара.

Күкүрт (IV) оксидин тазалоо

Меш газында кармалып жүргөн күкүрт (IV) оксиди менен чогуу аралашып жүргөн аралашмалар катализаторду ууландырып, анын каталиттик таасирин төмөндөтөт. Аралашмада кармалып жүргөн газдар циклон аппараттарында тазартылат.

Ал бири бирине кийгизилген эки цилиндрден турат. Газдардын аралашмасын сырткы цилиндрге жогортон төмөн карай жиберет. Газдар спираль боюнча төмөн жылат. Газдардын молекулаларынын кыймылынын таасири астында чаңдын бөлүктөрү сырткы цилиндрдин бетине ыргытылып, чаңдын чоңураак бөлүктөрү ылдый кулап түшөт. Алар чогулгандан кийин сыртка чыгарылып салынат. Циклон аппаратынан чыккан чаңдын эң майда бөлүкчөлөрү меш газынын курамында калып калат. Мындан кийин меш газынын аралашмасында кармалып жүргөн чаңдын эң майда бөлүкчөлөрүнөн тазартуу үчүн аралашманы электр сүзгүчүнө жиберет. Электр сүзгүчү араларына ичке зым тартылган металл торчолорунан турат. Металл торчолоруна жогорку чыңалуудагы (60000 *В*) турактуу электр тогу жиберилет. Ошол учурда торчолордун араларында жаткан зымдар терс, ал эми тордун өзү оң заряддалат. Газдардын аралашмасы электр сүзгүчүнүн камерасына астыңкы жагынан жиберилет.

Күчтүү электр талаасынын таасири менен эң майда чаңчалар терс заряддалып оң зарядга ээ болгон торчого тартылып, өзүнүн зарядын жоготуп, атайын бункерге барып түшөт. Ошентип меш газдарынын аралашмасы электр сүзгүчүнөн өткөндөн кийин чаңдардан тазаланат.

Эми газдардын аралашмасын суу бууларынан тазартуу үчүн кургаткыч мунарага жиберилет.

Кургатуучу мунаранын ичи кислотага чыдамдуу керамика менен капталган. Мунаранын төмөнкү жагында керамикалык плитадан жасалган торчолору мамычага бекитилген. Торчолор кислота менен газдардын тийишүү беттерин көбөйтүү үчүн керамикалык шакекчелер менен толтурулган. Кургатуучу мунаранын жогорку жагына 98%түү күкүрт кислотасы шакекчелерди аралап агып келет, ал эми меш газынын аралашмасы төмөн жактан жогору карай жиберилет. Бул учурда карама-каршы агым принциби сакталат. Концентрацияланган күкүрт кислотасы меш газынын аралашмасында кармалып жүргөн сууну сиңирип алат. Сууну сиңирилип алган күкүрт кислотасынын концентрациясы 97,2% ке чейин төмөндөйт. Кислотанын концентрациясын жогорулатуу үчүн концентрациясы жогору кислотадан кошуп, кайра сиңирүүчү мунарага кайтарып жиберилет.

Меш газы кармалып жүргөн аралашмадан тазартылгандан кийин кычкылтек менен байытылган аба жана күкүрт (IV) оксиди кон-

такт аппаратына жиберилет. Күкүрт (IV) оксидин окистендирүү менен күкүрт (VI) оксидине айландыруу каталиттик кайталанма реакциянын натыйжасында ишке ашырылат. Ошондуктан катализаторду жана оптималдуу температураны туура тандап, күкүрт (VI) оксидин өндүрүп алуунун өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга болот.

Күкүрт (IV) оксидин анын (VI) оксидине окистендирүү реакциясынын ылдамдыгына платина, темир (III) оксиди жана ванадий (V) оксиди таасир этет. Платина кымбат металл, ал эми темир (III) оксидине салыштырганда өндүрүштүк шартта ванадий (V) оксидинин (V_2O_5) каталиттик аракети жогору. Ошондуктан контакт аппаратында катализатор катары ванадий (V) оксиди колдонулат. Контакт аппаратында катализатордун катышуусу менен окистенүү реакциясы жүрөт:

$$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3 + Q$$

Ванадий (V) оксиди V_2O_5 аппараттагы текчелерге катмарлап жайгаштырылат. Катализатордун таасири менен окистенүү процесси кыйла төмөнкү температурада жүрүп, реакциянын теңдештиги солдон оңго жылып, күкүрт (VI) оксидинин өндүрүлүшүн бир кыйла жогорулатат.

Күкүрт кислотасын күкүрт (VI) оксидин гидратациялоо менен алуу. Контакт аппаратынан чыккан белгилүү температурага чейин муздатылган реакциянын продуктусу күкүрт (VI) оксиди сиңирүүчү мунарага жиберилет.

Сиңирүүчү мунарада күкүрт (VI) оксиди сууну сиңирип 98%түү күкүрт кислотасына чейин эрийт. Күкүрт (VI) оксиди суунун бетиндеги майда тамчыларга кошулуп, сууга сиңбей турган күкүрт кислотасынын майда тамчыларын – туманды пайда кылат. Ушул себептен сиңирүүчү мунарада 98%түү күкүрт кислотасы алынат, анын үстүнкү бетинде суу буулары болбойт. Реакциянын теңдемеси төмөнкүдөй туюнтулат:

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + Q$$

Сиңирүүчү мунарадан чыккан күкүрт кислотасы концентрацияланган болот да, «олеум» деп аталат.

Күкүрт кислотасын контакт ыкмасы менен өндүрүүдөгү негизги процесстер үзгүлтүксүз, бардык аппараттардын иштөөсү механизациялаштырылган жана автоматташтырылган. Негизинен химиялык окистенүү жана сиңирүү, эритүү процесстери күйгүзүүчү меште, контакт аппаратында жана сиңирүүчү мунарада жүрөт. Циклон аппараты, электр сүзгүчү меш газын калган чаңдардан тазартат, кургатуучу мунара меш чаңында кармалып жүргөн суу буусунан кургатылат.

Күкүрт кислотасын өндүрүүдө башка өндүрүштөр менен бирдиктүү иштөө принциби, химиялык реакциялардын жүрүшү үчүн оптималдуу шарттарды түзүү (температура, катализаторду туура тандоо, реакцияга катышкан заттарды тазалоо жана тийишүү бетин көбөйтүү ж.б.)

гетерогендүү катализ теориясы, реакциянын жылуулугун натыйжалуу пайдалануу, карама-каршы агым принциби, өндүрүштүк процесстерди уюштуруу жана аны башкарууну механизациялаштыруу жана автоматташтыруу менен таанышасыңар. Биз санап өткөн бул принциптер химиялык өндүрүштүн илимий негизин түзөт.

Мындан тышкары, күкүрт кислотасын контакт ыкмасы аркылуу өндүрүү менен таанышууда анда иштеген кызматкерлер: инженер-технологдор, аппаратчылар, лаборант-аналитиктер ж. б. квалификациялар боюнча маалымат алдыңар. Күкүрт кислотасын өндүрүүчү заводдордо иштеген бардык кызматкерлердин эмгеги корголот жана алар эмгек коопсуздук техникасынын эрежелери менен тааныш болуп, өз иш орундарында аларды так сакташат. Күкүрт кислотасын өндүрүүчү заводдордо иштеген жетекчилер жана башка кызматкерлер айлана-чөйрөнү коргоого көңүл буруп, анда пайдаланылган аппараттарды жылчыксыз кармоого жана өндүрүш таштандыларын тазарткычтар аркылуу өткөзүп, зыянсыздандыруу милдеттерин так аткаруулары тийиш.

§ 2. Аммиакты жана азот кислотасын өндүрүү

Биз азотту камтыган аба деңиз-океанынын түбүндө жашайбыз. Көлөмү боюнча азот абанын 78% ин түзөт. Жер кыртышында массасы боюнча 0,02% азот кармалып турат. Азот жашоонун булагы болгон белок затынын курамдык бөлүгү. Өсүмдүктөр белокту синтездөөдө тамырлары аркылуу топурактан аммонийди жана нитрат иондорун – азотту тартып алышат.

Көпчүлүк өсүмдүктөр (чанактуу өсүмдүктөрдөн башкасы) эркин азотту сиңирип ала алышпайт. Ошол абанын курамындагы эркин азоттун молекуласын байланышкан азотко өткөзүүнүн үстүндө көптөгөн окумуштуулар иш аракеттерди жасашууда. Ушул суроону чечүүнүн бир ыкмасы азотту суутек менен байланыштырып, аммиакты синтездөө болуп саналат. Өндүрүштө аммиакты синтездөө эки негизги процесстин негизинде жүрөт:

1. Белгилүү температурага чейин азот менен суутектин аралашмасын ысытып, туруктуу басым астында кысуу менен синтездөө колоннасына жиберүү.

2. Синтездөө колоннасынан чыккан газдардын аралашмасын муздатып, аммиакты конденсациялап, суюктукка айландыруу.

Реакцияга катышпай калган азот менен суутектин аралашмасын сырттан келген газдар менен чогуу синтездөөчү колоннага кайрадан кайтарып жиберүүчү технологиялык процесс циркуляциялык принципте болушу керек.

Биз байкагандай аммиакты синтездөөчү сырьёнун бири сууну ажыратуудан, ал эми азот абаны суюктукка айландыруудан бөлүнүп

алынат. Ошентип азот менен суутектен аммиакты синтездөө төмөнкү реакция боюнча ишке ашат:

$$N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3+Q$$

Силер реакциянын теңдемесинен анын кайталанма экендигин байкадыңар. Ошондуктан химиялык реакциянын ылдамдыгы анын продуктусунун көбөйүү жагына жылышы зарыл. Бул реакция экзотермикалык болуп, газдардын көлөмү кичирейүү менен жүргөндүктөн, жогорку басымда, төмөнкү температурада жүргүзүүгө жетишүү керек. Өнөржайлык шартта температуранын төмөндөшү 400°С реакциянын ылдамдыгынын азайышына алып келет. Ал эми температураны жогорулатсак аммиак баштапкы заттарга ажырап, продуктунун чыгышы төмөндөйт. Бул учурда химиялык өндүрүш үчүн жалпы принциптердин бири оптималдуу температура, басым жана катализатор туура тандалышы зарыл. Аммиакты синтездөөдө активдүүлүгү жогору болгон катализаторду табуу жеңил иштерден эмес. 450–500°Сде катализатордун каталиттик таасири жогорулайт, бирок өндүрүш үчүн бул температура жогорку деп эсептелинет. Ошондуктан синтездөө колонналарын куруу кымбатка турганына карабастан басымды жогорулатуу менен аммиактын чыгышы көбөйтүлөт. Химиялык реакциянын ылдамдыгына температура жана басымдын тийгизген таасирин 6.1-таблицадан байкай аласыңар.

6.1-таблица

Теңдештик абалда аммиактын синтезделиши

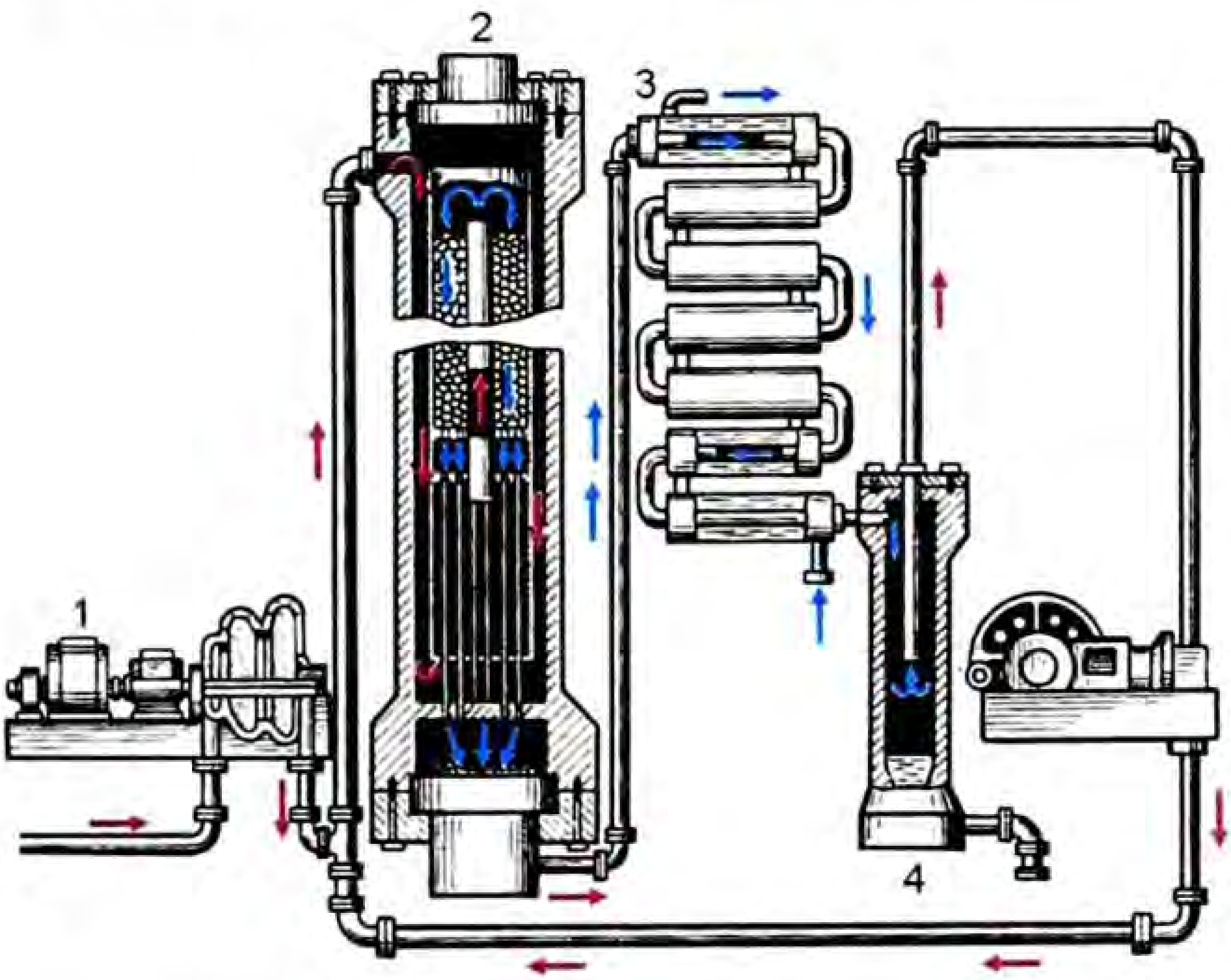
Басым (МПа)	(°С) температурада аммиактын чыгышы, % менен			
	400	450	500	550
10	25,12	16,43	10,61	6,82
30	47,00	35,83	26,44	19,13
100	79,82	69,69	57,47	41,16

Аммиакты синтездөөдө колдонулуп жаткан катализатор ар кандай металлдардын оксиддери кошулган темир порошогу. Синтез атайын бийиктиги 20 *м*ге жеткен колоннада жогорку температурада жүргүзүлөт (6.3-сүрөт).

Синтездөөчү колоннада температура, жогорку басым колдонулгандыктан, материалды узак сактоо үчүн, катализаторлор толтурул-

ган цилиндр кутусу менен колоннанын тулкусунун ортосуна боштук калтырышат. Сырттан келген азот-суутек аралашмасы ушул боштук боюнча келип, колоннанын дубалдарын өтө ысып кетүүдөн сактайт.

Азот менен суутектин аралашмасы экзотермикалык реакция болгондуктан жылуулук алмаштыргычтар пайдаланылат. Синтездөөчү колоннадан чыккан газдардын аралашмасы, жылуулук алмаштыргычта сырттан келген аба белгилүү температурага чейин ысытылат. Контакт аппаратындагы жылуулук алмаштыруучу принцип, аммиакты синтездөөдө дагы колдонулаарын байкадыңар. Лабораторияда аммиакты алууну эсиңерге түшүргүлө.



6.3-сүрөт. Аммиактын өнөржайда алынышы:
1 – турбокомпрессор; 2 – синтездөөчү колонна;
3 – муздаткычтар; 4 – сепаратор.

Аммиак өндүрүшүндө ар түрдүү кесиптеги кызматкерлер жана жогорку квалификациялуу операторлор, компрессорчулар, аппаратчылар, катализаторчу жана заводдук химия лабораториясынын лаборанты иштейт. Мындан тышкары, аммиак заводундагы технологиялык функцияны автоматтык аппараттар аткарат. Оператор ошол автоматтык куралдардын жардамы менен негизги сырьёнун сарпталышын, температураны, басымды, газдардын агымдарын жөнгө салып турат. Компрессорчу азот-суутек аралашмасынын оптималдуу басымын компрессордун жардамы менен камсыз кылат ж. б.

Азот кислотасын өндүрүү

Азоттук жер семирткичтерди өндүрүүдө азот кислотасынын 80% ке жакыны жумшалат. Күкүрт кислотасын ар кандай ыкмалар менен өндүрүүдө дагы азот кислотасы керектелет. Азот кислотасынан айрым органикалык нитробирикмелер алынып, алардан боёк, дарылык жана жарылгыч заттар даярдалат. Минералдык кислоталардын ичинен колдонулушу боюнча үчүнчү орунду ээлейт. Азот кислотасы активдүү реагент катарында белгилүү. Ал алтын, платина, тантал, родий жана иридийден башка бардык металлдар менен аракеттенишет. Ушундай ар тармактуу колдонулган азот кислотасын өндүрүштө көп өлчөмдө өндүрүп алуу талабы келип чыгат. Өндүрүштө азот кислотасын өндүрүүдөгү сырьёлорго аммиак жана аба кирет. Аммиактан азот кислотасын өндүрүү үч стадияга бөлүнөт:

1. Катализатордун катышуусу менен аммиакты азоттун (II) оксидине чейин окистендирүү, б.а. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{t^{\circ}C\ kat} 4NO + 6H_2O$;

2. Азот (II) оксидин кычкылтектин катышуусунда анын (IV) оксидине чейин окистендирүү, б. а. $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$;

3. Пайда болгон азот (IV) оксидин сууга сиңирүү, б. а.

$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$$

Сырттан келген аммиак менен аба (белгилүү көлөмдүк катышта-сүрөттө көрсөтүлгөн) аралаштыргычка жиберилип, андан кийин газдардын аралашмасы контакт аппаратына берилет. Аба кычкылтек менен байытылып, азоттун проценттик курамы төмөндөтүлгөн абалда жүргөн болот.

Контакт аппаратында жүргөн реакция экзотермикалык, гетерогендүү, каталиттик катализ болгондуктан реакция жүрүшү үчүн оптималдуу шарттарды түзүү талабы турат. Ошолордун бири катализаторду туура тандап алуу. Көптөгөн катализаторлордун ичинен аммиакты азот (II) оксидине чейин окистендирүү үчүн платина-родий катализатору пайдаланылат. Алар торчо түрүндө даярдалып контакт аппаратына горизонталь абалдагы бир нече катмарды пайда кылып жайгашат. Платина-родий катализатору химиялык реакциянын ылдамдыгын жогорулатат. Катализатор өзүнүн каталиттик касиетин узак убакка чейин сактап калат. Платина-родий катализаторунун катышуусунда аммиакты азот (II) оксидине чейин окистендирүү үчүн оптималдуу температура 800°С экенин эксперимент

көрсөттү. Атмосфералык басымда аммиактын окистенүүсү жогору болот. Ал эми басым 0,3–1 *МПа* болгондо, окистенүүсү төмөндөйт, мында азот (II) оксидинин чыгышы 96% ке чейин төмөн болот. Демек, басымдын жогорулашы менен аммиактын окистенүүсү төмөндөйт деген жыйынтыкка алып келет. Аммиак-аба аралашмасында аммиактын өлчөмү 15% тен төмөн болууга тийиш, андан жогорулап кетсе, газдардын аралашмасы жарылып кетүү коркунучун туудурат. Контакт аппаратынан чыккан газдардын аралашмасы окистендиргич мунарага жиберилет.

Окистендиргич мунарада азот (II) оксиди анын (IV) оксидине чейин окистениши кадимки температурада жүрөт. Бул эки газ тийишкен жерде эле реакция төмөнкү теңдемеде көрсөтүлгөндөй жүрөт:

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

Окистендиргич мунарадан чыккан газдардын аралашмасы сиңирүүчү мунарага жиберилет. Сиңирүүчү мунаранын ичи фарфордон жасалган шакекчелер менен толтурулган. Мунаранын жогору жагынан суу, төмөн жагынан газ жиберилет. Мында карама-каршы агым пайда болуп шакекчелерди аралап өтүүдө суу менен газдын тийишүү мүмкүнчүлүктөрү жогору болот.

Сиңирүүчү мунарада азот (IV) оксиди суу менен реакцияга катышып, эки кислотаны; азот жана азоттуу кислоталарды пайда кылат.

$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$$

Азоттуу кислота кычкыл чөйрөдө туруксуз, ажырап кетет.

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

Азоттуу кислота ажыраганда пайда болгон азот (II) оксиди газдардын аралашмасында ашыкча болгон кычкылтек менен биригип, азот (IV) оксидин пайда кылат. Эки теңдемени бириктирип, төмөнкүдөй жазсак болот.

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

Жогору жакта айткандай баштапкы газдардын аралашмасында ашыкча кармалып жүргөн кычкылтек менен азот (II) оксиди кайрадан кошулуп дагы азот (IV) оксидин пайда кылат:

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

Акыркы эки теңдемени бириктирип, төмөнкү теңдемени алабыз:

$$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$$

Кадимки басымда азот кислотасын өндүргөндө концентрациясы анча жогору эмес 50–60%түү кислота алынат. Айрым заводдордо

басымды 5 *МПа*га чейин жогорулатып 98% концентрацияга ээ болгон азот кислотасын өндүрүшөт.

Жыйынтыктап айтканда оптималдуу шарттарды: азоттун реакция учурунда пайда болуу мүмкүнчүлүгүн төмөндөтүү, азот (II) оксидинин өндүрүштө алынышын жогорулатуу, катализатордун каталиттик касиеттерин жакшыртуу, оптималдуу температура 800°С кармалып, аралашмада аммиакка салыштырганда кычкылтектин ашыкча алынышы, контакт аппаратына келүүчү газдардын аралашмасын чыпкадан өткөзүү (катализатор ууланбас үчүн), басымды жогорулатпоо ж. б. у. с. түзүү менен өндүрүштүн өндүрүмдүүлүгүн жогорулатып, иштелип чыккан продукциянын өзүнө турган наркын төмөндөтүүгө болот.

§ 3. Чоюн өндүрүү

Дүйнөлүк химия өнөржайынын негизги милдеттеринин бири – химия илиминин жетишкендиктерин, химиялык өндүрүштү эл чарбасынын бардык тармактарына колдонууга багыттоо болуп саналат. Металлдарды жана алардын куймаларын өндүрүүнү тездетилген темп менен өнүктүрүп, өнөржайдын талаптарын канааттандыруу керек. Анткени оор өнөржайынын өнүгүшү темир жана анын куймаларынын: чоюн, болоттун өндүрүлүшүнө байланышкан.

Химиялык жактан таза темир – күмүштөй жалтырак, ийилчээк металл, жеңил магниттелет, $\rho = 7870\ кг/м^3$, эрүү температурасы 1539°С, кайноо температурасы 2740°С. Жылуулук жана электр тогун жакшы өткөзөт, жеңил иштетилет. Өтө таза темир абада оксид катмары менен капталып туруктуу болот. Эгерде темирде башка заттардын аралашмасы кармалган болсо, аны тез дат басат.

$$4\overset{0}{Fe} + 6H_2O + \overset{0}{O_2} \rightarrow 4\overset{+3}{Fe}(\overset{-2}{O}H)_3$$

Темир жаратылышта кеңири таркалган элемент. Ал кычкылтек, кремний, алюминийден кийинки жер кыртышында (массасы боюнча) 5% кармалган жана төртүнчү орунду ээлейт.

Темирдин жаратылыштагы бирикмелери кендер түрүндө кездешет:

Fe_3O_4 – магниттүү темир, Fe_2O_3 – гематит (кызыл темир),

$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ – лимонит (күрөң темир), $FeCO_3$ – сидерит (темир шпаты), FeS_2 – пирит (темир колчеданы) жана мышьяк күкүрт менен аралашкан кендер түрүндө болот.

Темир жана анын куймалары эл чарбасынын бардык тармактарында кеңири колдонулат. Өнөржайда темирдин өзүнө караганда анын куймалары кеңири пайдаланылат. Айрыкча өндүрүштө легир-

ленген болотту колдонуу тармагы кенен. Колдонуу тармагына жараша болотту үч топко бөлүп жүрүшөт:

1) Конструкциялык. Вагон жасоодо, деңизде сүзүүчү кеме, көпүрө курууда, курулуш ишинде колдонулуучу конструкцияларды жасоочу.

2) Инструменталдык. Ар кандай тармактарда колдонулуучу аспаптар жасоочу.

3) Болот өзгөчө касиетке ээ, дат баспайт, кислота жана ысыкка чыдамдуу.

Бирикмелеринин ичинен айрым туздары, мисалы, жети молекула сууну камтыган темир (II) сульфаты ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) темир купоросу деген ат менен айыл-чарба зыянкечтерине каршы күрөшүүдө, сыя жана минералдык боекторду өндүрүүдө колдонулат.

Темир (III) сульфаты $Fe_2(SO_4)_3$ сууну тазалоодо чөктүргүч (коагулятор), темир (III) хлориди алты молекула сууну кармап жүрсө ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) көпчүлүк химия өнөржайынын технологиялык процесстеринде катализатордун ролун аткарышат. $K_4[Fe(CN)_6]$ – сары кан тузу жана $K_3[Fe(CN)_6]$ – кызыл кан туздары темир иондорун *(Fe^{3+}, Fe^{2+})* таанып-билүүдө реактив катары пайдаланылат.

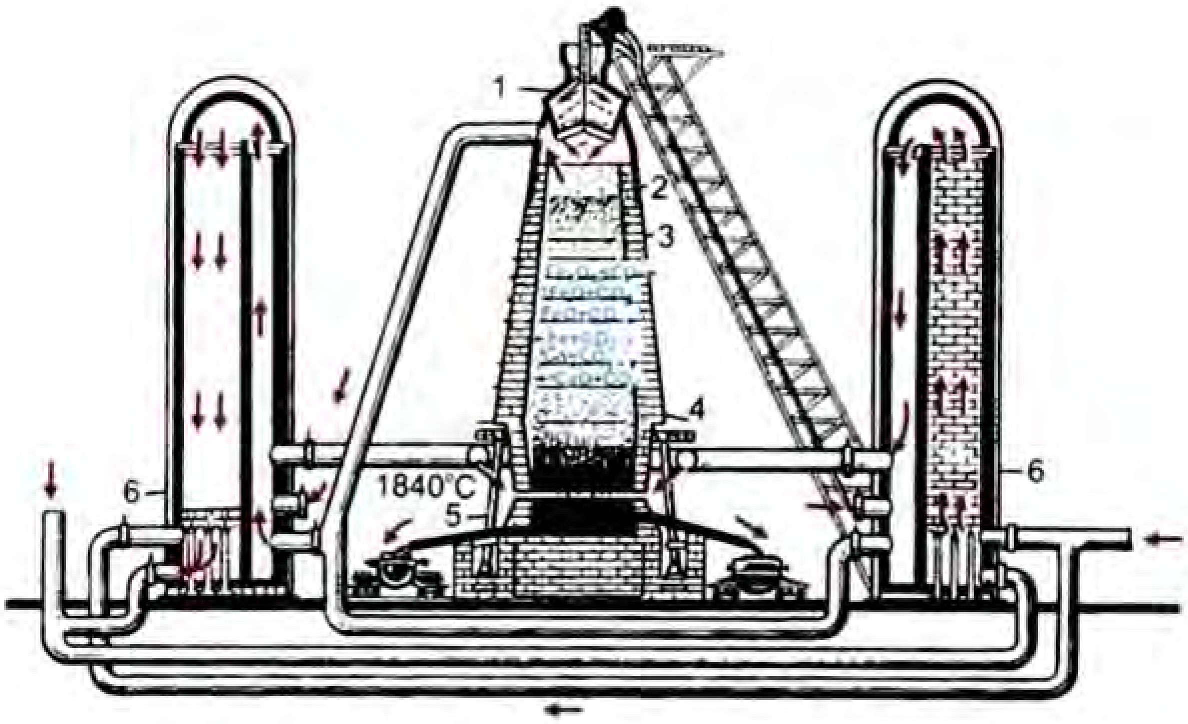
Жогорку айтылгандардын негизинде темир, анын куймалары жана бирикмелери эл чарбасынын өнүгүшүндө белгилүү орунду ээлей турганын билдиңер. Темир анын жаратылышта таркалган бирикмелеринен металлургиялык ыкма менен бөлүнүп алынат.

● *Жаратылыш бирикмелеринен металлдарды алуунун өнөржайлык ыкмалары жөнүндөгү илимди* **металлургия** деп атайбыз. Металлургия эки чоң топко бөлүнөт (6.2-схема).

6.2-схема

Чоюн өндүрүү

Чоюнду домна мештеринде темир кенинен өндүрүп алышат. Домна меши конус формасында жасалып, бийиктиги 60 *м*, диаметри 10 *м*ге жетет. Анын ички керегесине отко чыдамдуу кыш тизилип, сыртынан болот каңылтыры менен капталат (6.4-сүрөт).



6.4-сүрөт. Домна мешинин түзүлүшү:
1 – колошник; 2 – шихта; 3 – распар; 4 – көөрүк; 5 – горн; 6 – регенератор.

Домна мешинин жогорку бөлүгү – колошник, ортоңку бөлүгү – шихта, бир кыйла кеңейтилген бөлүгү – распар, эң төмөнкү бөлүгү – көөрүк (горн) болот. Көөрүктүн эки жагында тешиктер бар. Алар аркылуу чоюн жана шлак чыгарылып турат. Көөрүк очогунун жогору жагында мешке абаны үйлөтүүчү тешиги да бар.

Домна мешинин үстүңкү жагы биринин үстүнө бири жайгаштырылган автоматтык жүктөөчү эки сүзгүчтөн турат. Кен, кокс жана флюс ($CaCO_3$ же SiO_2) үстүңкү чанактан салынып, андан кийин экинчи чанакка түшүрүлөт. Ылдыйкы чанактан кен, кокс жана флюстар катмар-катмар болуп, мешке түшөт. Жогорку жана ылдыйкы конустардын кезектешип иреттүү иштешинин натыйжасында, кен менен жүктөө убагында меш жабык болуп, газ регенераторго берилет. Регенератордун ичинде газ күйүп жогорку температурага чейин ысытуу менен домна газы жана аны күйгүзүүгө зарыл болгон аба башка регенераторго берилет. Ушул учурда биринчи регенератор аркылуу муздак аба жиберилет, ал регенератордон белгилүү температурага чейин ысытылгандан кийин мешке жиберилет. Домна газынын жана абанын агымы автоматтык түрдө жөнгө салынат.

Домна мешинде жүрүүчү химиялык реакциялар жана алардын ылдамдыктарын тездетүүчү шарттар

Домна мешинин өндүрүмдүүлүгү анын өлчөмүнө гана жараша болбостон андагы жүргөн химиялык реакциялардын ылдамдыктарына да байланыштуу болот. Химиялык реакциянын ылдамдыгын тездетүүчү негизги факторлору реакцияга катышкан заттардын концентрациясын жогорулатуу, тийиштүү беттерин көбөйтүү, мешти реакция жүрүүгө ыңгайлуу температура менен камсыз кылуу ж. б.

Химиялык реакциянын ылдамдыгын тездетүүчү санап өткөн факторлорго кайрылып өтөлү. Реакцияга катышкан заттардын тийиштүү беттерин көбөйтүү үчүн мешке келүүчү абаны кычкылтек менен байытып, анын концентрациясын жогорулатат же мешке жаратылыш газы жиберилет. Белгилүү температурага чейин ысытылган ташкөмүрдөн алынган кокс абанын курамындагы кычкылтек менен реакцияга кирет, б. а. күйөт:

$$C^0 + O_2^0 \rightarrow C^{+4}O_2^{-2} + Q$$

Реакция экзотермикалык, анын натыйжасында бөлүнүп чыккан жылуулуктун эсебинен мештин ичиндеги катмарлап салынган бардык заттар ысытылат, ошондо реакциянын продуктусу болгон көмүртек (IV) оксиди чок болуп ысытылган кокс менен өзара аракеттешет:

$$C^0 + C^{+4}O_2 \rightarrow 2C^{+2}O$$

Мындан кийин мештин ичиндеги темир кени (Fe_2O_3) белгилүү температурага (450°C – 500°C) чейин жеткенде көмүртек (II) оксиди менен реакцияга кирет. Темирге чейин калыбына келтирүү бир нече баскычты ичине камтыган ар түрдүү температуралык режимде жүргөн реакциялардын продуктусу болот. Домна мешинде жүргөн көпчүлүк реакциялар гетерогендүү. Реакцияга кирген заттардын тийиштүү бетин көбөйтүү үчүн кычкылтектин концентрациясын жогорулатуудан тышкары, реакцияга катышкан катуу заттарды белгилүү өлчөмдөргө чейин майдалашат. Кендин жана флюстун өтө майда чаңчаларын бириктирип «бышырып», андан кийин мешке толтурушат.

Домна мешинин өндүрүмдүүлүгүн жогорулатуучу дагы бир шарт, темир кенин байытып, темир (III) оксидин башка аралашмалардан ажыратып, анын концентрациясын жогорулатат. Кенди тазартуунун жогорку эффективдүү ыкмасын пайдаланышат. Домна мешинде жогортон кен, кокс жана флюс жүктөлөт, төмөнтөн кычкылтек менен байытылган аба үйлөтүлөт (карама-каршы агым принциби).

Домна мешинде жүргөн реакциялардын теңдемелери төмөнкүдөй биринин артынан экинчиси удаалаш жүргөндүгү көрсөтүлүп жазылат:

$$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$$

Температура 600°Сге жогору болгондо пайда болгон темир окалини (Fe_3O_4) көмүртек (II) оксиди менен реакцияга кирет:

$$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$$

Калыбына келүү реакциясы температура жогорулаганда (700°Сге чейин) андан ары жүрөт:

$$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

Ошентип, меште жүргөн калыбына келүү реакциялары баскычтуу, белгилүү температуралык режимде (1100°C) аяктап, темир өндүрүлүп алынат. Жогору жакта жүргөн реакцияларды бириктирип төмөнкүдөй жазсак болот:

$$Fe_2^{+3}O_3^{-2} + 3C^{+2}O \rightarrow 2Fe^0 + 3C^{+4}O_2$$

$$Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$$

Калыбына келген темир кенде аралашма түрүндө кармалып жүргөн кремний, фосфор жана күкүрттү эритип чоюнду пайда кылат. Темир кенинде кыйындык менен эрий турган аралашмалар кармалып жүрөт. Аларды ажыратып бөлүп алуу үчүн домна мешине темир кени, кокстан тышкары, флюс же плавинилер кошулат. Флюстун ролун кальций карбонаты $CaCO_3$ аткарат. Ал кендеги кармалып жүргөн аралашмалар менен жеңил эрий турган шлактарды – бирикмелерди пайда кылат.

Мештеги кармалып турган температуранын эсебинен кальций карбонаты ажырап кетет:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

Пайда болгон кальций оксиди кенде кармалып жүргөн кремний (IV) оксиди менен реакцияга кирет:

$$CaO + SiO_2 = CaSiO_3 \quad \text{(шлак)}$$

Кендин курамында аралашма түрүндө кармалып жүргөн фосфордун кандайдыр бир бөлүгү кычкылтек менен аракеттенишет:

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

Жогорку реакциянын натыйжасында пайда болгон фосфор (V) оксиди кальций оксиди менен аракеттенишип, кальций фосфатын пайда кылат:

$$3CaO + P_2O_5 = Ca_3(PO_4)_2 \quad \text{(шлак)}$$

Пайда болгон кальций фосфаты да шлакка кетет. Мештин ар кандай бөлүктөрүндө түрдүүчө реакциялар жүрөт. Мештеги жүргөн реакциялардын натыйжасында пайда болгон шлактар балкып эрип, алар чоюндан жеңил болгондуктан мештин төмөнкү очогунда (горн) чоюндун үстүндө жайгашат. Очоктогу тешиктин жогоркусунан шлакты, төмөнкүсүнөн чоюнду агызып куюп алышат.

Мешти кен, кокс жана флюстар менен толтуруу, шлак жана чоюнду куюп алуу механизациялаштырылган. Домна мешиндеги процесстерди башкаруу андагы оптималдуу шарттарды кармап туруу автоматтык өлчөөчү, текшерүүчү аспаптардын жардамы менен жүргүзүлөт.

Домна мешинде, кокстун ордуна курамында метанды кармап жүргөн жаратылыш газы дагы колдонулат. Анда кандай химиялык реакциялар жүрөт? Бул коюлган суроого төмөнкүчө жооп берсек болот. Метан күйүүчү газ, ал күйгөндө көмүртек (IV) оксиди жана суу пайда болот. Меште көмүртек (IV) оксидинин көп пайда болушу анын (II) оксидинин концентрациясынын өсүшүнө алып келет. Жогоруда аталган реакциялардын теңдемелери төмөнкүдөй туюнтулат:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad C + CO_2 \rightarrow 2CO$$

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2\uparrow$$

Бул реакциянын продуктусунан байкалып тургандай көмүртек (II) оксидинен башка кошумча калыбына келтиргич-суутек пайда болду. Кокстун ордуна жаратылыш газын домна мешинде пайдаланганда анын өндүрүмдүүлүгү жогорулайт.

Домна мешинен чыгарылган чоюнду муздатуу шартына жараша ак же боз чоюн болушу мүмкүн. Боз чоюнда 1,7–4,3% ке чейин көмүртек, 1,25–4% ке чейин кремний, 1,5% марганец болот. Чоюнда кремний көп кармалып жүргөндүктөн, көмүртектин эриши төмөндөп, көмүртек графит түрүндө бөлүнөт.

Ак чоюн. Кремний аз санда кармалат. Курамы 1,7–4,3% ке чейин көмүртек, 4% тен жогору марганецтен турат. Көмүртек темир карбиди (Fe_3C) цементит түрүндө болот. Ак чоюн катуу, морт. Бул касиетти цементит берет. Ак чоюндан болот өндүрүлөт.

Боз чоюн салыштырмалуу жумшагыраак, механикалык жактан жеңил иштетилет. Эркин көмүртек чоюнга жумшактыкты берет. Андан машинанын ар кандай тетиктери (дөңгөлөк, түтүктөр ж. б.) жасалат.

§ 4. Болот өндүрүү

Чоюндан болотту өндүрүү негизинен үч ыкма менен жүргүзүлөт (6.3-схема).

6.3-схема

Болот өндүрүүнүн ыкмалары

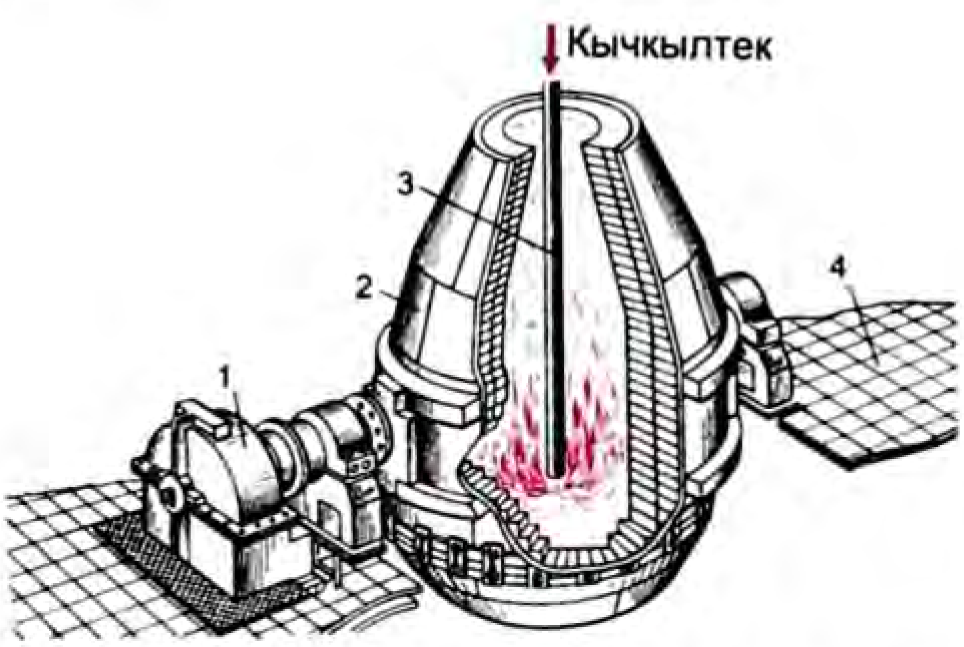
Болот өндүрүү

- Кычкылтек-конвертор ыкмасы
- Мартен ыкмасы
- Электр мешинде өндүрүү ыкмасы

Болот өндүрүүдөгү сырье ак чоюн. Чоюнда кармалып жүргөн көмүртекти жана башка аралашмаларды окистендирүү менен алардын санын азайтуу керек. Флюстун жардамы менен кремний, марганецтин кармалышын өтө аз санга чейин төмөндөтүүгө болот.

Кычкылтек-конвертордук ыкма

Чоюнду болотко айландыруу ыкмасы (латын сөзүнөн convertere – айландыруу). Бул ыкмада аралашмаларды күйгүзүү конвертордо жүргүзүлөт. Англиялык окумуштуу Г. Бессмер (1856-ж.) конвертордук ыкма менен чоюндан болотту алган. Чоюнду болотко иштетүүдө аралашманын окистенүү процесси конвертор (6.5-сүрөт) деп аталган, алмурут сымал формадагы металл менен капталган чоң куралда (идиште) ишке ашырылат.



6.5-сүрөт. Бессмер конвертору: 1 – аңтаргыч түзүлүш механизми; 2 – конвертор; 3 – фурма; 4 – чоюнду куюучу аянт.

Конвертор ич жагы отко чыдамдуу кыш, сырты жука металл менен капталган. Конвертор мезгил-мезгил менен иштей турган

аппарат. Ага балкыган чоюнду оозунан куюшат. Чоюнга металлдардын сыныктары (100 т) жана акиташ кошо салынат. Фурма аркылуу кычкылтекти чоюндун эритиндисине үйлөткөндө көмүртек, фосфор, кремний, күкүрт жана марганецтер менен кошо темир дагы окистенүү реакциясына катышып, алардын оксиддери пайда болот. Конвертордо төмөнкүдөй окистенүү реакциялары жүрөт:

$$C + O_2 \rightarrow 2CO \qquad Si + O_2 \rightarrow SiO_2$$

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5 \qquad S + O_2 \rightarrow SO_2$$

$$Mn + O_2 \rightarrow 2MnO \qquad 2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO$$

Реакциялардан бөлүнүп чыккан жылуулуктун эсебинен конвертордо өтө жогорку температура кармалып тургандыктан чоюнду болотко айландыруу процесси тез темп менен жүрөт. Акиташ-флюс ажыраганда пайда болгон кальций оксиди кислоталык оксиддер менен аракеттенишет:

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 \qquad 3CaO + P_2O_5 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

Реакциянын натыйжасында пайда болгон кальций силикаты жана фосфаты оңой балкып эрүүчү заттар болгондуктан шлак түрүндө болоттун үстүндө калкып калат. Күкүрт дагы кальций сульфиди түрүндө шлакка өтөт:

$$FeS + CaO \rightarrow FeO + CaS \text{ (шлак)}$$

Болотто анын сапатын төмөндөтүүчү темир (II) оксиди бир аз өлчөмдө калып калат. Болотту андан тазалоо үчүн марганецти кошот. Марганец темир (II) оксиди менен реакцияга кирет:

$$FeO + Mn \rightarrow MnO + Fe$$

Реакциянын натыйжасында пайда болгон марганец (II) оксиди кремний (IV) оксиди менен реакциялашат:

$$MnO + SiO_2 \rightarrow MnSiO_3 \text{ (шлак)}$$

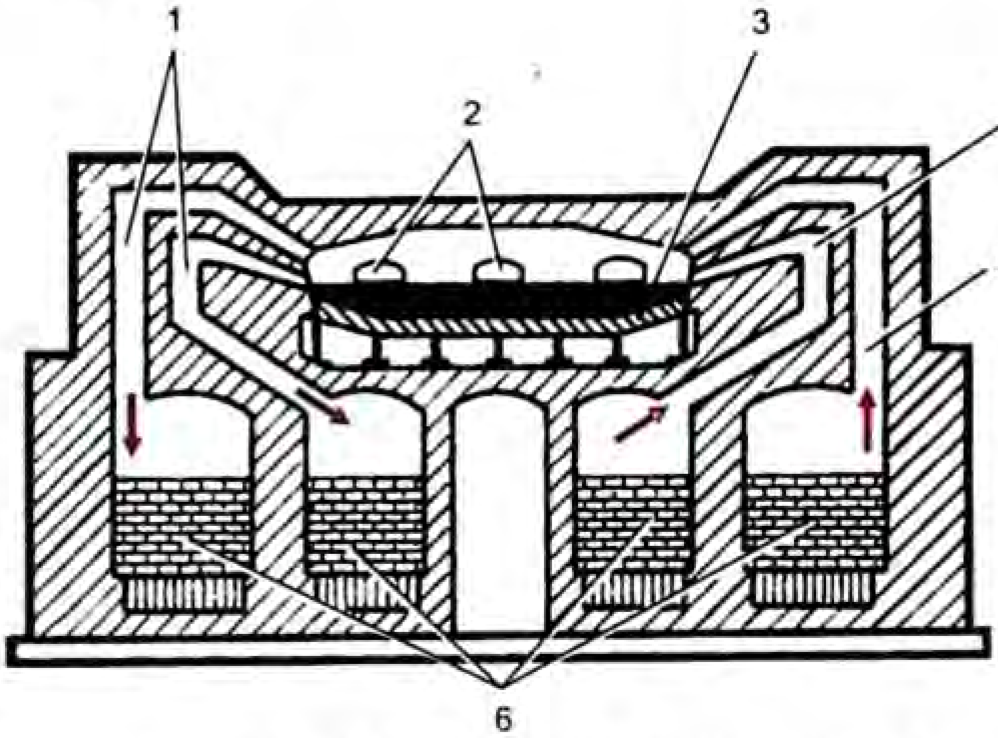
Пайда болгон марганец (II) силикаты дагы шлак түрүндө болоттон бөлүнүп чыгат.

Чоюнду өндүрүүнүн калган эки ыкмасында дагы калыбына келүү процесси жогоркудай реакцияларга негизделген. Окистенүү-калыбына келүү процесси аяктагандан кийин конверторду жантайтып, шлакты биринчи, андан кийин болотту куюп алышат.

Мартен ыкмасы

Мартен ыкмасы менен болотту өндүрүүдө мартен мешинде окистенүү-калыбына келүү процесси жүрөт. Мартен мешинде чоктой какшыта ысытылган чоюн аркылуу аба же кычкылтек жиберилет. Чоюнга темир (III) оксиди, темирдин сыныктары кошулат, алар да окистенүү-калыбына келүү

процессине катышат. Мартен мешинин калган мештерден айырмасы темир кени да калыбына келип, болоттун түрдүү маркалары алынат. Мартен мешинде мурунтан белгиленген өлчөмдө көмүртек, кремний жана легирлештирүүчү (марганец, молибден, вольфрам) металлдар кошулат (6.6-сүрөт).



6.6-сүрөт. Мартен мешинин түзүлүшү:
1 – күйүү продуктусу; 2 – терезе;
3 – ванна; 4 – газ; 5 – кычкылтек жана аба; 6 – регенераторлор.

Мартен меши эки бөлүктөн турат.

1. Ванна. Анын ичи отко чыдамдуу кыш менен кыналып төшөлгөн, төбөсү казанбак формасында болуп ийилип, жабылууга ыңгайлуу. Ага шихтаны, темир кени, чоюн, сыныктар, темир жүктөмө терезелери аркылуу салышат. Процесстерди байкоочу терезелерди тешиктери бар капкактар менен жабышат. Мештин арт жагында болотту агызып алуучу түтүктөр бар.

2. Регенераторлор. Мартен мешинин төрт регенератору бар. Анын экөө аркылуу отундун күйүшүнүн натыйжасында пайда болгон газды өткөзүшөт. Температурасы жогору болгон газдар регенератордун керегесин абдан ысытат. Андан кийин ысык абанын агымын муздак эки регенераторго багыттайт. Ал эми ысыган регенераторго сырттан аба жана кычкылтек жиберилет. Ошентип, регенератор сырттан жиберилген муздак газды белгилүү температурага чейин ысыганда мешке жиберип турат. Мындай ыкма менен окистенүү процессинин натыйжасында бөлүнүп чыккан жылуулук сырттан келген муздак газды ысытууга пайдаланылат. Регенераторлорду кезектештирип ысык жана муздак аба жиберип, ишин жөнгө салып турушат. Мештеги температура 1700–1750°Сге чейин жетет. Мартен мешинде кычкылтек менен байытылган абаны үстүнөн өткөзүшөт. Ушул учурда анын үстүңкү бетинде жайгашкан аралашмалар гана окистенет. Ал эми балкыган чоюндун терең катмарындагы аралашмалар темир

оксидинин курамындагы кычкылтек менен окистенишет. Көпчүлүк учурда чоюнга темир кенин кошуп жаткан себептери да ушунда.

Мартен мешинде чоюнду болотко айландырууда жүргөн химиялык процесстер оңой көзөмөлдөнүп, болоттун ар түрдүү маркаларын өндүрүп алууга шарт түзүлгөн. Ошондуктан бул ыкма башкалардан айырмаланат. Бул меште, биз жогору жакта айткандай, темирдин сыныктарын кайра иштетүүгө болот. Ал эми темир кенин калыбына келтирип, анда кармалып жүргөн кычкылтекти, чоюндун терең катмарындагы аралашмаларды окистендирүүгө колдонушат.

Электр мешинде болотту өндүрүү

Электр меши эң жогорку температурада иштейт. Жаа ыкмасынын жардамы менен электр мешиндеги эң жогорку (2000°Сге жакын) температура кармалып турат. Бул меште жогорку температуранын кармалып турушу балкуу температурасы жогору, мыкты сапатка ээ болгон легирленген болотту алууга мүмкүндүк берет. Мартен мешин курууга караганда электр мешин куруу арзанга турат.

§ 5. Химия өндүрүшүнүн илимий негиздери

Мектеп программасында химия өндүрүшү боюнча белгилүү көлөмдөгү материалдар берилген. Силер химиялык өндүрүштүн айрымдары менен таанышып, ошонун негизинде жалпы химиялык өндүрүш жөнүндө ар түркүн маалыматтарды алдыңар. Химиялык өндүрүштөрдүн көпчүлүгү жаратылышта таркалган сырьелорду химиялык жактан кайрадан иштетип, эл чарбасынын өнүгүшү үчүн зарыл болгон материалдар менен камсыз кылууда. Ушул аздыркөптүр билиминерге таянып жалпы химиялык **өндүрүштүн илимий негиздери** менен силерди тааныштырып өтөлү:

1. Иштетилүүчү табигый кендерди өзү менен кошо жүргөн «куру тектерден» тазартып (флотациялык ыкма, калкытып чыгаруу, магнитке тарттыруу ж. б.), кенди байытуу. Мисалы, күкүрт кислотасын өндүрүүдөгү темир колчеданын байытып тазартуу.

2. Реакцияга катышкан заттардын тийиштүү беттерин көбөйтүү максатында кендерди белгилүү өлчөмдөргө чейин майдалоо, абаны кычкылтек менен байытуу же жаратылыш газын пайдалануу.

3. Химия өндүрүшүндө жүрө турган процесстерди тездетүүчү оптималдуу шарттарды туура тандоо.

4. Ар бир өндүрүш үчүн оптималдуу температура, басым жана катализаторду тандоо.

5. Химиялык реакция учурунда бөлүнүп чыккан жылуулукту жылуулук алмаштыргычтарда пайдалануу.

6. Карама-каршы агым жана циркуляция принциптерин туура пайдалануу (аммиакты, күкүрт жана азот кислоталарын өндүрүүдө).

7. Химия өндүрүшүндөгү аппараттарды, алардын түзүлүштөрүн жана иштөө принциптерин үйрөнүү.

8. Өндүрүштөгү химия-технологиялык процесстерди уюштуруу, башкаруу жана текшерүү (өндүрүштү механизациялаштыруу, автоматташтыруу жана роботтоштуруу).

9. Химия өндүрүшүнүн үзгүлтүксүз иштөөсүнө жана башка өндүрүштөр менен байланышына шарт түзүү.

10. Өндүрүш калдыктарын, таштандыларын кармап калууга же чыпкадан өткөзүп тазартууга жетишүү.

11. Өндүрүш калдыктарынан айлана-чөйрөнү коргоо, эмгекти сактоо, коопсуздук эрежелерин туура колдонууга жетишүү.

12. Өндүрүш иштеп чыккан продуктунун наркын төмөндөтүүгө аракет кылуу.

13. Өндүрүш иштеп чыккан продуктуларды сарамжалдуу, үнөмдүү пайдалануу.

Химия өндүрүшү органикалык эмес химиянын жалпы түшүнүктөрүнө таянат жана аны системалаштырып өнүктүрөт. Химия өндүрүшү жана технологиялык процесстер таяна турган жалпы түшүнүктөргө төмөнкүлөр кирет: «адсорбция», «гомогендүү жана гетерогендүү реакциялар», «химиялык реакциялардын ылдамдыгы жана теңдештик», «теңдештиктин жылышына таасир эткен факторлор», «катализ», «гомогендүү жана гетерогендүү катализ», «катализатор жана анын көп түрдүүлүгү», «окистенүү жана калыбына келүү реакциясы», «электролиз» ж.б.

Жогоруда биз санап өткөн түшүнүктөр химия өндүрүшүнүн илимий фундаменттери болуу менен өндүрүштүк процесстердин негизинде ал түшүнүктөрдүн мазмуну тереңдеп, көлөмү кеңеет. Өндүрүш шартына ылайыктуу анда жүргөн химиялык реакциялардын ылдамдыгын тездетүүгө жетишүү үчүн реакцияга катышкан заттардын концентрациясын, температурасын жана басымын туура пайдаланышат. Ушул түшүнүктөр технологиялык процесстердин теориялык негизин түзөт.

Мисалы, «аммиакты өндүрүү» аммиакты өндүрүштүк шартта синтездөө үчүн температура, басым жана катализаторлордун ролу боюнча билимиңерди эске түшүргүлө. Дагы бир мисал, түстүү металлдарды өндүрүүдө (коргошун, цинк жана жез), алардын кендерин бышырууда күкүрт (IV) оксиди пайда болот. Өндүрүш таштандысы катары пайда болгон бул күкүрт (IV) оксиди айлана-чөйрөгө чоң зыян келтирет. Азыркы учурда айлана-чөйрөнү бузган өндүрүш таштандылары атайын түзүлүштөгү аспаптардын жардамы менен тосулуп кармалат. Ушул өндүрүш таштандыларынан кошумча кирешe өндүрүлүп алынат. Мисалы, жез сульфидинен 1 *т* жезди өндүрүп алууда пайда болгон күкүрт (IV) оксиди (таштанды) тосулуп кармалса, андан 10 *т* күкүрт кислотасын алууга болот.

Күкүрт кислотасын өндүрүүдөгү сырье пирит өзү менен чогуу жез, цинк, коргошун, кобальт жана башка металлдардын бирикмелерин кармап жүрөт. Калдыксыз өндүрүштү уюштурганда бул металлдарды өзүнчө бөлүп алуу мүмкүнчүлүгү пайда болот. Ал эми чоюн жана болот өндүрүүдө пайда болгон шлактарды цементтин ар кандай түрлөрүн өндүрүүгө пайдаланса болот. Демек, келечекте калдыксыз өндүрүштөрдү курууга жетишүү зарыл.

Кара металлургиянын алдындагы дагы бир ири максаттары болуп, чоюн жана анын куймаларын өндүрүүнү өзгөртүү менен кендин өзүнөн эле болотторду өндүрүүгө жетишүү керек. Домна процессин аттап өтүп, кенден болотту алууга жетишүү кара металлургия өнөржайын түп-тамырынан бери өзгөртүүнү талап кылат. Мындай иштер башталып калды.

Алсак, темир кенин жаратылыш газы менен калыбына келтирүү. Реакциянын теңдемеси төмөнкүдөй:

$$4Fe_2O_3 + 3CH_4 \rightarrow 8Fe + 6H_2O + 3CO_2 \uparrow$$

Жогорку процесс айланып туруучу цилиндрдик меш аркылуу ишке ашат. Мештеги температура темирдин балкып эрүү температурасынан төмөн болот. Мында көпшөк темир алынат. Аны электр мешинде иштетип болот өндүрүлөт. Мындай ыкма менен өндүрүлгөн болоттун өзүнө турган наркы арзан болот.

§ 6. Кыргызстандагы химия өндүрүшү, анын негизги проблемалары

Кыргызстан минералдык кенбайлыктарга бай өлкө. Геологиялык чалгындоолордун натыйжасында көптөгөн табигый минералдык кендердин запастары табылган. Кендерди шарттуу түрдө үч топко бөлсө болот: кендик, кендик эмес, күйүүчү (6.4-схема).

6.4-схема

Көпчүлүк учурда кендик минералдарды химиялык продуктуларды жана металлдарды өндүрүүдө колдонушат. Санап өткөн минералдык кенбайлыктардын бардык түрлөрү Кыргыз өлкөсүндө кеңири таралган жана алардын өнөржайды иштетүүчү запастары көп. Геологиялык чалгындоонун натыйжасында 26дан ашык ар түрдүү металлдарды өндүрүүчү кенбайлыктар жана 100дөн ашык көмүр, нефть, газ, минералдык жана жер астындагы суулар табылды. Азыркы учурда казып алуучу кендердин 40тан ашыгы иштетилүүдө. Кыргыз Республикасынын төмөнкү аймактарында казып алынуучу кенбайлыктардын орчундуу өлчөмү жайгашкан. Алар төмөнкүлөр:

1. Чаткал, Нарын зоналарында сурьма, вольфрам, мышьякты камтыган кендер жана сейрек кездешүүчү элементтердин кендери, темир кендери (Жетим темир кени), нефелин жана сиенит кендери, поташ, аморфтук (кендик эмес), көмүрдүн ар кандай түрлөрү, кум, шагыл-таштар ж.б. таркалган.

2. Фергана-Какшаал зонасында сурьма, сымап, мышьяк, вольфрам, кобальт кендери, көмүрдүн бардык түрлөрү. Өзгөн, Көкжаңгак, Фергана өрөөндөрүндө нефтинин запастары бар.

3. Ысыккөл облусунун Сарыжаз зонасында калайды камтыган кендер жана Жыргалаң айлында таш көмүр, ар кандай минералдык булактар ж. б. бар.

4. Хайдархан жана Кадамжай кен талааларында сымап, сурьма кендери кеңири таралган, ал кендердин запастары көп.

5. Кан-Сумсар зонасында коргошун-цинк жана жез кендери, алардан кошумча күмүш, кадмий, алтын өндүрүлөт.

6. Ачыкташ (Талас району), пирит, халько пирит; карбонаттуу породалардан: акиташ, доломит, мергель ж. б.

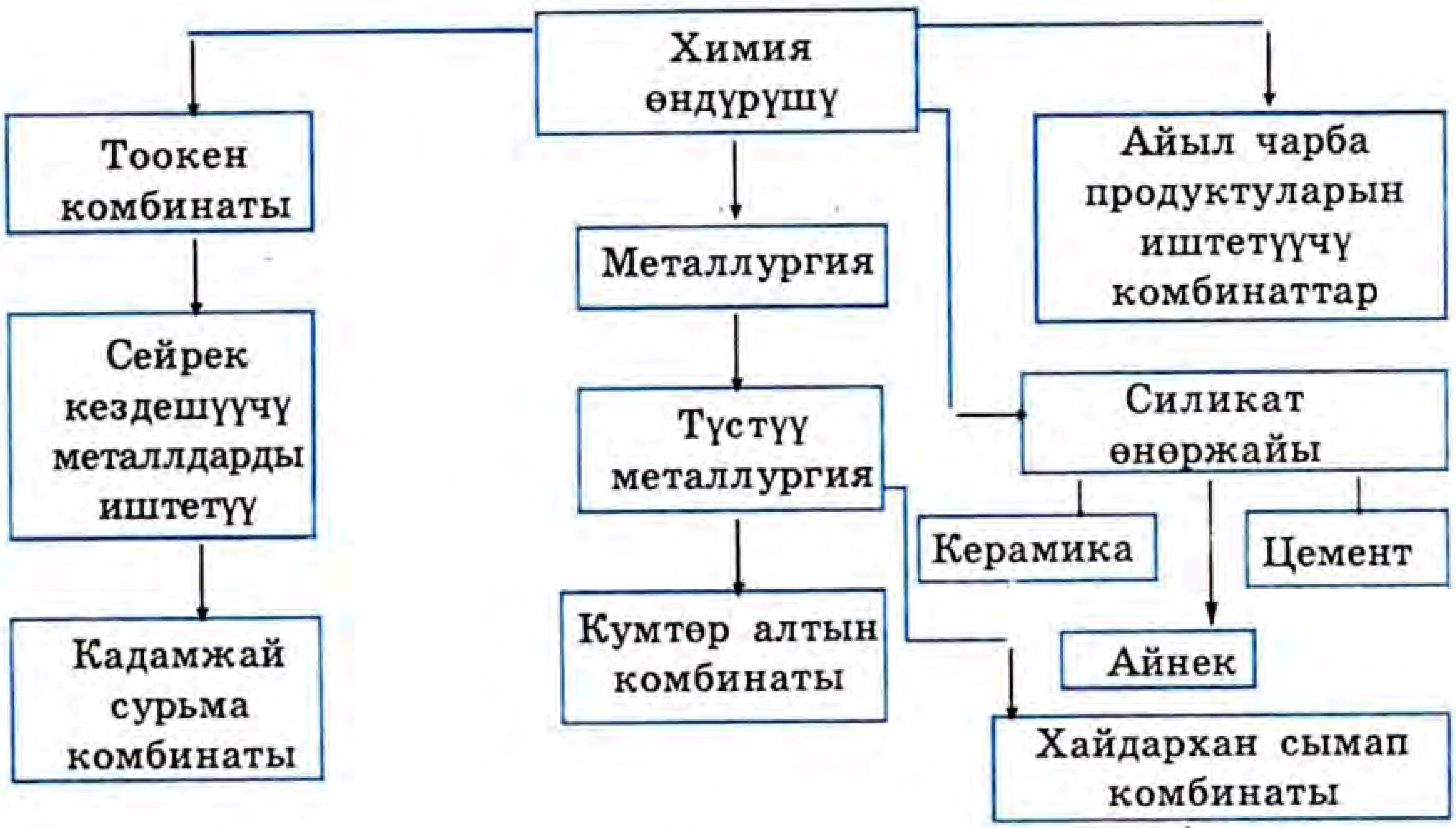
7. Ысыккөл, Нарын, Талас облустарында алтын кендери ачылып, ишке киргизилүүдө.

8. Түштүк-Тяньшань, Кабак, Түштүк Ысыккөл аймактарында көмүрдүн ар түрдүү түрлөрү, Жумгал районунда нефелин жана сиенит (алюминийди өндүрүүчү сырье), республиканын бардык райондорунда отко чыдамдуу топурак (Кызылкыя), кум-шагыл таш породалары кеңири таралган. Геологиялык чалгындоо иштери улантылууда, келечекте дагы көптөгөн табигый минералдык кенбайлыктар ачылышы ыктымал.

Эл чарбасынын талабын канааттандыруу үчүн кенбайлыктарды жана жергиликтүү сырьелорду иштетүүчү химия өндүрүштөрү иштейт жана жаңылары ишке киргизилмекчи (6.5-схема).

6.5-схема

Жергиликтүү сырьелорду иштетүүчү химия өндүрүшү



Алардын айрымдарына токтолуп өтөлү:

1. Тоокен комбинаттары. Мында кендик-сейрек кездешүүчү металлдардын концентраттары даярдалат. Бул комбинатта селен, кадмий өндүрүлөт. Алар менен бирге эле кремний, анын ири кристаллы өстүрүлөт (Орловкадагы сейрек металлдардын концентратын рафинирлөө, Карабалтадагы рафинирлөө комбинаттары кирет).

2. Түстүү металлдарды өндүрүүгө Кадамжай сурьма, Хайдархан сымап, Кумтөр алтын жана сейрек металлдарды өндүрүү комбинаттары кирет. Булар иштете турган сырьелору сурьма (III) оксидинин коюуланган концентраты, киноварь ж. б.

Кадамжай сурьма комбинаты жаңы технологиялык процесстерди өндүрүшкө киргизүү менен өндүрүлүп чыгарылган продукциянын – сурьманын сапатын жогорулатууга жетишти. Бул комбинатта сырьену комплекстүү пайдаланууга жетишип, сурьма-сымап өндүрүшүнүн калдыктарынан, кымбатка турган сурьма сырьесун кайра иштелген калдыктан бөлүп алууга жетишти.

Сурьма-сымап өндүрүшүнүн таштандыларын жаратылыш газын пайдаланып, атайын мешти кайрадан иштетип, түстүү металлдарды бөлүп алышты. Комбинаттын металлургдары электрдик ыкма менен сурьманы өндүрүп, өтө таза сурьма алышты. Комбинат 20дан ашык өндүрүшкө өз продукциясын берет жана 12ден ашык четөлкөлөргө сатат.

Сурьма (III) оксидинен (Sb_2O_3) таза маркадагы Су – 00099,999% сурьмасы өндүрүлөт. Су – 00 жана Су – 000 маркасындагы сурьмалар жогорку категорияга киргизилген.

Улуттук илимдер академиясынын окумуштуулары менен бирдикте сурьма комбинатынын инженер-металлургдары өтө таза «экстра» сурьманы өндүрүп алуу технологиясын иштеп чыгып, айлануучу меште оксиддик кенди иштете алышты. Комбинат иштеп чыгарган продукциясын Лейпцигде, Броно, Осако, Дамаск жана Брюсселде өткөрүлгөн эларалык көргөзмөлөргө койгон жана алардын сапаттык эталондоруна татыктуу болгон.

Ушундай жогорку жетишкендикке ээ болгон комбинат кийинки кайра куруу жылдарында башынан көп кыйынчылыктарды өткөзүп, мурункудай өлчөмдө сурьма өндүрбөй калган. Азыркы кезде инвесторлорду таап, ишин кайра жандандыра баштады.

Хайдархан сымап комбинаты жаңы технологиялык процесстерди механизациялаштырып, көптөгөн рационализатордук сунуштарды киргизүү менен өндүрүмдүүлүктү жогорулатып, бир топ экономикалык ийгиликке жетишкен. Хайдархан сымап комбинаты иштеп чыгарган продукция биздин өлкөдөн башка да чет мамлекеттерге жиберилет. Азыркы учурда бул комбинаттын алдында дагы көптөгөн суроолорду чечүү ишин уюштуруу милдеттери турат. Керамика, кыш чыгаруучу заводдордо курулушта колдонулуучу кыштын ар кандай түрү жасалат, андан тышкары канализацияда колдонулуучу түтүктөр даярдалат.

Үй тиричилигинде пайдаланылуучу буюмдар: топурактан, фаянстан, фарфордон жасалган идиштер Бишкектеги жана Токмоктогу айнек заводдорунда чыгарылат. Сырье катары акиташ, сода жана таза кварц куму колдонулат. Атайын меште сырьелор белгилүү сандык өлчөмдө кошулуп, аралаштырылат, мештеги температура 1500–1600°Cге чейин жетет.

Жогорку температурада сода, акиташ, кум менен аракеттенишет. Меште төмөнкүдөй реакция жүрөт:

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2\uparrow$$

Пайда болгон натрий, кальций силикаттары ашыкча алынган кремний (IV) оксиди менен эритилет. Ошентип, бир нече заттын аралашмасынан турган масса алынат. Демек, айнек бир нече заттын аралашмасынан турган куйма болот. Кадимки терезе айнегинин курамы мындай формула менен туюнтулат: $Na_2O \cdot CaO \cdot SiO_2$.

Эрип турган айнектин массасына ар кандай форманы айнекти үйлөөчүлөр берип, каалаган формадагы айнек идиштер, банка, шише ж. б. жасалат. Эриген масса муздаганда коюуланып, анан барып

катып калат. Катканга чейин кандай форма берсе, ошол форма сакталып калат. Созулганда ар түрдүү айнек таякчаларды, түтүктөрдү алса болот. Айнектен айнек жиптер созулуп, андан кездемелер алынат. Айнек кездемелерден жылуулук жана электр изоляторлор жасалат.

Айнекти өндүрүүдө сырье катары поташ (K_2CO_3) алынса, анда отко чыдамдуу айнек өндүрүлөт. Мындай айнектен лабораторияда колдонулуучу куралдар даярдалат. Анын формуласы: $K_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

Эгерде сырье катары поташ (K_2CO_3) жана коргошун (II) оксиди (PbO), кум (SiO_2) алынса, андан хрусталь айнектери алынат. Ал жарыкты жакшы чагылдырат, ошондуктан андан призма жана линзалар даярдалат.

Түстүү айнекти алуу үчүн сырьего ар кандай металлдардын оксиддери кошулат: хром (III) оксиди айнекке жашыл өң берет, жез (II) оксиди айнекти көгүш-жашыл өңгө боёйт ж. б.

Күрмөнтү жана Канттагы цемент заводдору сырье катары акиташ, топурак жана кремний (IV) оксидин пайдаланышат. Атайын цементти бышыруучу мештерде топурак менен акиташ жана кремний (IV) оксидинин ортосунда өтө татаал процесс жүрөт. Топурак жана акиташ жогорку температурада ажырап, суу жана көмүртек (IV) оксиди реакциянын сферасынан бөлүнүп чыгат. Жөнөкөйлөтүлгөн түрдө меште жогорку температурада каолинит жана акиташ ажырайт, жүргөн реакциянын теңдемесин жазалы:

$$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$$

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

Акиташ ажыраганда пайда болгон кальций оксиди менен кремний (IV) оксиди кошулуп, кальций силикатын пайда кылат. Реакциянын натыйжасында пайда болгон (суу жана көмүртек (IV) оксидинен башкасы) заттардын айрым бөлүктөрү бышырылат. Бышырылган заттарды муздаткандан кийин аларды өтө майдалап талкалашат. Ар түрдүү силикаттардан турган массаны жанчып талкалагандан кийин цемент алынат. Цементтер курамына карата ар кандай болот.

Бул заводдордон өндүрүлгөн цемент өлкөбүздүн муктаждыгын камсыз кылып, калганы башка мамлекеттерге да жиберилет. Силер билгендей курулуш ишинде цемент көп колдонулуп, бетондун түрү даярдалат. Шлак-бетондон, темир-бетондон заводдордун, плотиналардын дубалдары жасалып, көпчүлүк курулуштарда колдонулат.

Кыргыз өлкөсүндө чалгындалып табылган кенбайлыктарды толук иштетүүгө жетишүү үчүн Камбарата ГЭСнин 1- жана 2-каскаддарын куруп, ишке киргизип, электр энергиясын көп өлчөмдө өндүрүүгө жетишүү зарыл.

Эгерде электр энергиясы көп өндүрүп чыгарылса, Жумгал районундагы нефелин жана сиенит сырьелорунун негизинде алюминий чыгаруучу комбинатты куруп, алюминий жана кошумча продуктуларды өндүрүп чыгаруу менен өлкөнүн экономикасын жогорулатуу шарттарынын бири чечилмек. Химия жана технологиялык процесстердин жаңылыктарын иштеп жаткан өндүрүштөрдө пайдалануу менен өндүрүштү жаңылатып алардын өндүрүмдүүлүктөрүн жогорулатууга жетишүү зарыл.

Химия өндүрүшүн уюштуруучу, башкаруучу кадрлар маселесин чечүү, ошол өндүрүштө иштөөчү ар кесиптеги жумушчуларды даярдоо тез чечилүүгө тийиш болгон маселелердин бири. Химия өндүрүштөрүнүн биргелешип иштөө принциптерин кеңири жайылтуу керек.

Келечекте кара металлургияны өнүктүрүүгө инвесторлорду таап, Жетим темир кенин иштетүүгө аракет жасоо зарыл. Чоюн жана анын куймаларын өндүрүүгө жетишсек, өлкөнүн кубаттуулугу жогоруламак. Биздин өлкөдө жергиликтүү кенбайлыктардын негизинде химия өнөржайын өнүктүрүү мүмкүнчүлүктөрү жогору, ал келечектин иши.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Күкүрт кислотасын өндүрүүчү заводдор кайсы сырьёну пайдаланышат?

2. Күйдүрүүчү меште кандай реакция жүрөт? Реакция үчүн оптималдуу шарттар кайсылар?

3. Контакт аппаратынын иштөө принциби кандай?

4. Кандай максаттарда карама-каршы агым принциби колдонулат?

5. Күкүрт (IV) оксидин анын (VI) оксидине окистендирүүдө оптималдык шарттар кайсылар?

6. Күкүрт (VI) оксидинен сиңирүүчү мунарада канча % кислота алынат?

7. Азыркы химия өндүрүшүнүн илимий негиздери кайсылар?

8. 60% пиритти камтыган 16 *т* кенден канча массадагы күкүрт кислотасын өндүрүп алууга болот?

9. 2,4 *т* пириттен 98%түү канча тонна күкүрт кислотасын алууга болот?

10. Төмөнкү айлануулардын схемасын иш жүзүнө ашыруучу теңдемени жазып теңдегиле, пайда болгон заттарга аныктама бергиле:

а) $FeS_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$

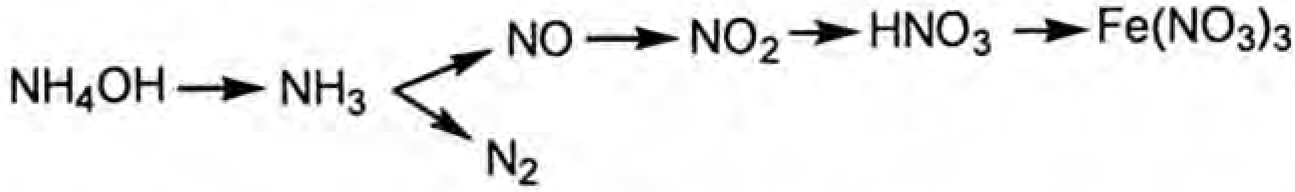
б) $H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FeCl_3$

11. Аммиакты өндүрүүдө заводдордо кайсы аппараттар колдонулат? Алардын негизгилерин айтып бергиле.

12. 20 *г* аммоний хлориди ашыкча алынган кальций гидроксиди менен

аракеттешкенде аммиактын чыгышы 98 % болсо, канча литр аммиак бөлүнүп чыгат?

13. Төмөнкү айланууну иш жүзүнө ашыруучу химиялык реакциялардын теңдемелерин жазып, теңдегиле.



14. 1 *т* аммиакты өндүрүү үчүн канча массадагы суутек жана азот керек?

15. Жаратылышта кеңири таралган кайсы темир кенин билесиңер? Домна мешинин түзүлүшү кандай жана анда кандай окистенүү-калыбына келүү реакциялары жүрөт?

16. Чоюндан болотту алуунун кандай ыкмаларын билесиңер?

17. Мартен мешинин түзүлүшүн жана иштөө принцибин мүнөздөгүлө.

18. 696 *т* магниттүү темирди Fe_3O_4 толук калыбына келтирүү үчүн канча тонна көмүртек керектелет?

19. Химия өндүрүшүнүн илимий негиздери химиянын кайсы негизги түшүнүктөрүнө таянылат?

20. Тоо-кен комбинаттары өндүрүп чыгарган продукциялардан билгендериңерди атагыла.

21. Бизде металлургиянын кайсы түрү өнүккөн?

22. Силикат өнөржайына кайсылар таандык?

23. Бишкек жана Токмок айнек заводдору кандай продукция иштеп чыгарат? Алар кайда колдонулат.

24. Цемент өндүрүүчү кайсы заводдорду билесиңер? Алар кайсы сырьенун негизинде иштешет?

ХИМИЯ ЖАНА ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 1. Окистенүү-калыбына келүү реакциялары жана аларды теңдөөнүн электрондук баланс ыкмасы

Негизги түшүнүктөр

Бардык химиялык реакцияларды (ажыроо, сүрүп чыгаруу, орун алмашуу, кошулуу) топтоштуруп негизинен эки топко бөлүүгө болот:

1. Реакцияга катышкан элементтердин окистенүү даражалары өзгөрүүсүз жүргөн реакциялар.

2. Реакцияга катышкан элементтердин бардыгынын же бир бөлүгүнүн окистенүү даражалары өзгөрүү менен жүргөндөр. Окистенүү даражалары өзгөрүү менен жүргөн процесстерди окистенүү-калыбына келүү реакциялары – ОККР деп аташат.

Окистенүү-калыбына келүү реакциялары жаратылышта жана техникада маанилүү ролду ойнойт. Дем алуу, тирүү организмде заттардын алмашуусу, чирүү-ачуу процесстери, өсүмдүктүн жашыл жалбырактарындагы фотосинтез кубулуштары, отундун күйүшү, металлдардын дат басышы, көпчүлүк металлургиялык процесстер ОККР менен тыгыз байланыштуу. Ушул реакциялардын жардамы менен кислоталар, щелочтор, аммиак, металлдар, кычкылтек, суутек, галогендер алынат жана гальваникалык элементтерде химия энергиясы электр энергиясына айланат.

Жалпы алганда окистенүү-калыбына келүү процесси электрондордун алмашуусу менен жүрөт:

$Me^0 - ne^- = Me^{+n}$ – калыбына келтиргичтер, (e^- бергендер)

$Э^0 + ne^- = Э^{-n}$ – окистендиргич (e^- кошуп алгандар)

Химиялык реакциянын жүрүү процессинде электрондорун берген атом же ион калыбына келтиргичтер, ал эми электрондорду кошуп алгандар – окистендиргичтер деп аталат. Бул карама-каршы эки процесс бири биринен ажырагыс жалгашкан, себеби алардын ар бири өз алдынча химиялык процессте ишке ашпайт, б. а. калыбына келтиргичтер электрондорун берип өздөрү окистенишет, ал эми окистенгичтер электрондорду кошуп алып калыбына келишет.

Окистенүү-калыбына келүү кубулуштарын талдоону жеңилдетүү үчүн элементтердин окистенүү даражасы же окистендиргич сан жөнүндөгү түшүнүктөрдү пайдалануу ыңгайлуу.

Химиялык реакцияларда бардык атомдордун окистенүү даражаларынын алгебралык суммасынын сакталуу эрежесин эске алып, эгерде реакциянын натыйжасында атомдун **окистенүү даражасы жогоруласа, ал окистенип**, атомдун окистенүү даражасы **азайса – калыбына келип** жатат деп түшүнүү керек.

Элементтин окистенүү даражасын аныктоодо төмөнкү жөнөкөй эрежелерге таянабыз:

1. Атом, молекулаларда элементтин окистенүү даражаларынын алгебралык суммалары ар дайым 0гө барабар:

$$Al^0,\ Zn^0,\ S^0,\ O_2^{\,0},\ Cl_2^{\,0},\ (H_2SO_4)^0$$

2. Кычкылтектин атомунун окистенүү даражасы OF_2 башка бирикмелерде −2ге барабар. Ал эми OF_2 +2ге барабар:

$$\overset{+}{Na}_2\overset{-2}{O},\ \overset{+2}{Ca}\overset{-2}{O},\ \overset{+3}{Al}_2\overset{-2}{O}_3,\ \overset{+4}{C}\overset{-2}{O}_2,\ \overset{+5}{N}_2\overset{-2}{O}_5,\ \overset{+6}{Cr}\overset{-2}{O}_3,\ \overset{+7}{Cl}_2\overset{-2}{O}_7$$

3. Суутектин окистенүү даражасы көбүнчө +1ге барабар болот. Ал эми активдүү металлдар менен болгон бирикмелеринде суутектин окистенүү даражасы −1ге барабар:

$$\overset{+}{H}_2\overset{-2}{O},\ \overset{+}{H}\overset{-}{Cl},\ \overset{+2}{Ca}\overset{-}{H}_2,\ \overset{+}{Na}\overset{-}{H},\ \overset{+3}{Al}\overset{-}{H}_3$$

4. Туздардагы металлдардын окистенүү даражасы кислота калдыгынын валенттүүлүгү боюнча аныкталат:

$$\overset{+2}{Fe}\overset{-2}{SO_4},\ \overset{+3}{Fe}_2(\overset{-2}{SO_4})_3,\ \overset{+}{Na}\overset{-}{Cl},\ \overset{+2}{Ca}\overset{-}{Cl}_2,\ \overset{+3}{Al}\overset{-}{Cl}_3$$

5. Эгерде заттын молекуласы үч же андан көп элементтин атомдорунан турса, анда ортонку элементтин окистенүү даражасын төмөнкүчө аныктайбыз: бирикмедеги элементтердин окистенүү даражаларынын алгебралык суммалары 0гө барабар деп белгисизди табабыз:

$\overset{+}{K}_2\overset{x}{Cr}_2\overset{-2}{O}_7$	$\overset{x}{N}\overset{+}{H}_4\overset{+5}{N}\overset{-2}{O}_3$
$2(+1)+2x+7(-2)=0$	$x+4(+1)+5+3(-2)=0$
$x=+6$	$x=-3$
$\overset{+}{K}_2\overset{+6}{Cr}_2\overset{-2}{O}_7$	$\overset{-3}{N}\overset{+}{H}_4\overset{+5}{N}\overset{-2}{O}_3$

6. Органикалык эмес бирикмелерде көмүртектин окистенүү даражасы = +2, +4 (CO, CO_2) болсо, органикалык бирикмелеринде анын окистенүү даражасы = −4, −2, +1, +2, 0 ж. б. болушу мүмкүн:

$$\overset{-4}{C}\overset{+}{H}_4,\ \overset{0}{C}\overset{+}{H}_2\overset{-2}{O},\ \overset{+}{H}\overset{+2}{C}\overset{-2}{O}\overset{-2}{O}\overset{+}{H},\ \overset{-2}{C}_2\overset{+}{H}_5\overset{-2}{O}\overset{+}{H}\ \text{ж. б.}$$

Элементтердин окистенүү даражаларын эсептеп чыгаруу менен биз анын мааниси нөлгө, оң жана терс мааниге ээ болоруна жооп

беришибиз керек. Эгерде биз нейтралдуу атомду карап көрсөк, анда алардагы оң заряддалган протондордун саны менен терс заряддалган электрондордун сандары барабар, демек, алардын алгебралык суммалары нөл болот. Молекулаларда шарттуу алынган оң жана терс иондордун алгебралык суммалары да нөлгө барабар деп эсептелинет.

Элементтин оң маанидеги окистенүү даражасы анын протондорунун саны электрондун санынан көп болуп калганда, б. а. элемент электрондорун берип жибергенде пайда болот. Оң заряддын саны элемент берген электрондордун санына барабар.

Тескерисинче, электрондорду кошуп алган элементтин окистенүү даражасы терс мааниге ээ болот. Бул учурда электрондун саны протондун санына караганда ашык болуп калат.

*Калыбына келтиргичтердин электронду берип жиберүү процесси **окистенүү*** деп аталат.

Окистенүү: $Me^0 - n\bar{e} = M^{+n}$; $S^{-2} - 2\bar{e} = S^0$; $S^{-2} - 8\bar{e} = S^{+6}$

Me^0, S^{-2} – калыбына келтиргичтер, ал эми процесс окистенүү болот. Демек, окистенүү мезгилинде ар дайым элементтин окистенүү **даражасы чоңоёт,** б. а. $-4 \rightarrow +7$.

Окистендиргичтер (атом, молекула, ион) реакциянын жүрүшүндө электрондорду кошуп алуу менен, эгерде нейтралдуу атом болсо терс ионго, оң заряддалган ион болсо, нейтралдуу же заряды азайган оң ионго өтүп кетишет да, өздөрү калыбына келишет. Заряддардын саны кошуп алынган электрондордун санына жараша болот.

***Окистендиргичтин электрондорду кошуп алуу процесси калыбына** келүү* деп аталат.

Калыбына келүү:

$Cl^0 \xrightarrow{+\bar{e}} Cl^-$; $S^0 \xrightarrow{+2\bar{e}} S^{-2}$; $Me^{+n} \xrightarrow{+n\bar{e}} Me^0$

Калыбына келүүдө окистенүү даражасы төмөндөйт: $+7 \rightarrow -4$

Типтүү калыбына келтиргичтерге – металлдар, терс заряды бар иондор, ал эми типтүү окистендиргичтерге – галогендер, оң заряддалган иондор кирет. Кээ бир атомдор, иондор окистендиргич жана калыбына келтиргичтин ролун аткарышат. Мисалы,

$S^{+2} \xrightarrow{-4\bar{e}} S^{+6}$ – калыбына келтиргич; $S^{+2} \xrightarrow{+2\bar{e}} S^0$ – окистендиргич

$Cr^{+3} \xrightarrow{-3\bar{e}} Cr^{+6}$ – калыбына келтиргич; $Cr^{+3} \xrightarrow{+3\bar{e}} Cr^0$ – окистендиргич

P^0, S^0, Cl^0, N^0, H^0 – окистендиргичтин жана калыбына келтиргичтин ролун аткара алышат.

Окистенүү калыбына келүү реакциясы жана ага байланыштуу электр-химиялык процесстерге жана ОККР теңдөөнүн электрондук баланс методуна кыскача токтолуп кетүүнү туура таптык.

Электрондук баланс түзүү методу

Электрондук баланс методунун негизги жобосу төмөнкүчө баяндалат: «Калыбына келтиргич берген электрондун жалпы суммасы окистендиргич кошуп алган электрондорго барабар болушу керек». Берген (–) жана кошуп (+) алган электрондор үчүн эң кичине орток бөлүнүүчүнү таап, электрондук баланс түзүүдөн кийин жалпы реакцияны теңдөө оңой болот. Реакцияны теңдөөнү төмөнкү ырааттуулукта жүргүзгөн дурус:

1. Реакцияга чейинки жана андан кийин пайда болгон бирикмелердеги ар бир элементтин окистенүү даражаларын жогоруда көрсөтүлгөн ыкмаларды пайдаланып, туура аныктоо.

2. Окистенүү даражаларын өзгөрткөн элементтерди – **калыбына келтиргичтерди жана окистендиргичтерди** өзүнчө теңдеменин алдына бөлүп жазгандан кийин ОД аларды аныктоодо төмөнкү эрежени пайдалануу ыңгайлуу. Мисалы, $2Cu^{0} + O_2^{0} = 2Cu^{+2}O^{-2}$.

а) (–) белгиси, б. а. калыбына келтиргичти аныктоодо, элементтин реакциядан кийинки окистенүү даражасы канчага чоңойсо, ошончо сан коюлат:

$Cu^{0} - 2\bar{e} = Cu^{+2}$

б) (+), б. а. окистендиргичти аныктоодо, элементтин реакциядан кийинки окистенүү даражасы канчага кичирейсе ошончо сан коюлат:

$$O^{0} + 2\bar{e} = O^{-2}$$

в) калыбына келтиргич берген электрондор окистендиргич кошуп алган электрондордун суммалары барабар болушу үчүн эки сандын эң кичине орток бөлүнүүчүсүн таап, электрондук баланс түзөбүз:

$Cu^{0} - 2\bar{e} = Cu^{+2}$	2	4	2	калыбына келтиргич
$O_2^{0} + 4\bar{e} = 2O^{-2}$	4		1	окистендиргич

Жогоруда көрсөтүлгөн эрежелер туура аткарылгандан кийин гана жалпы реакцияны теңдешибиз керек.

Электрондук баланстан кийинки келип чыккан коэффициенттерди реакцияга чейин жана кийин тиешелүү элементтин астына коюу жетиштүү болот:

$$2Cu + O_2 = 2CuO$$

ОККР теңдөөнүн ирети:

1. Калыбына келтиргич жана окистендиргич;
2. ОККР катышпаган металлдар;
3. Кислота калдыктары;
4. Жалпы суутек;
5. Бардык кычкылтек.

§ 2. Электр тогу жана химиялык реакциялардын себептери. Электр-химия

Электр-химия химиялык энергиянын электр энергиясына айланышын жана электр энергиясынын химиялык синтездөөдө колдонулушун окутуучу физикалык химиянын бөлүгү. Электр-химиянын теориялык негизин окистенүү-калыбына келүү реакциялары түзөт.

Биз мурдагы главада металлдар негизинен калыбына келтиргичтер – электрондорун берип жиберүүгө, ал эми металл эместер окистендиргичтер – электрондорду кошуп алууга жөндөмдүү деп белгилеп өткөнбүз. Бирок металлдарды жана суутекти өзара салыштырсак бири экинчисине караганда калыбына келтиргич, экинчиси окистендиргич болуп саналат. Негизинен электр-химиялык процесстер суутек менен бирге металлдардын ортосундагы ОККР негизинде жүрөт.

Электр-химиялык процесстин маңызын түшүнүү максатында сууга матырылган металл пластинкасынын үстүнкү бетиндеги эрүү процессине көңүл буралы. Кандай гана металл болбосун суунун уюлдуу молекуласынын таасиринен эрип, эритмеге металлдын гидратташ кан иондору түрүндө өтө баштайт.

Активдүү металлдар үчүн:

$Me + mH_2O - ne^- \rightleftarrows [Me(H_2O)m]^{+n}$ – окистенүү

Активдүүлүгү начар металлдар үчүн:

$Me + mH_2O + ne^- \rightleftarrows [Me(H_2O)m]^{-n}$ – калыбына келүү

Башкача айтканда активдүү металлдын сырткы бети гидратацияланган ионго салыштырмалуу (–), ал эми активдүү эмес металлдардыкы (+) заряддалып калат. Жалпысынан **металлдардын эрүү процессин токтотуу үчүн,** Ле-Шателье принцибине ылайык, металлдарды өз тузунун эритмесине матырышыбыз керек.

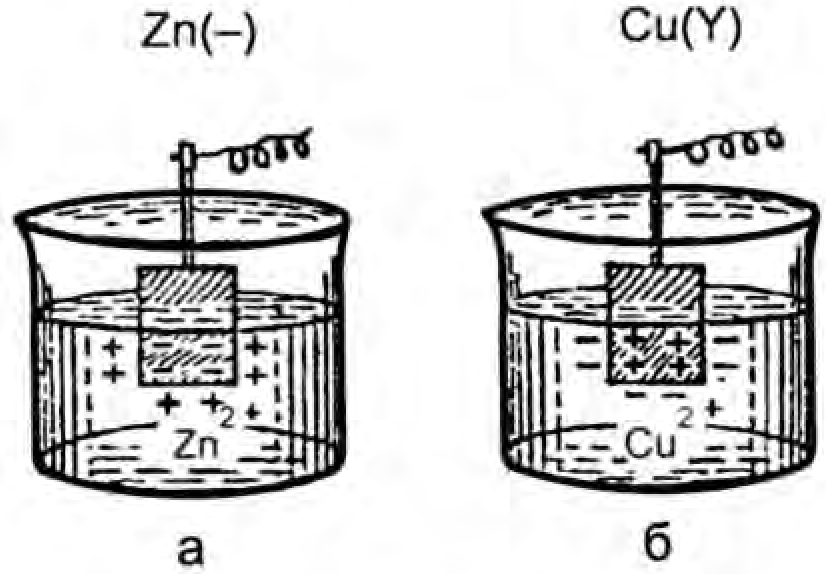
Өз тузунун эритмесине матырылган **«металл – туз» системасын электрод же гальваникалык жарым элемент** деп аташат.

Металл менен эритменин чектешкен бетинде кош электрлик катмар пайда болот (7.1-сүрөт).

Металлдын сырткы бети менен эритменин ортосундагы оң жана терс заряддардын айырмасы – электроддук потенциал деп аталат, ал Нерстин теңдемеси аркылуу туюнтулат:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF}\ln C, \qquad (7.1)$$

мында φ – электроддук потенциал, φ^0 – стандарттык электроддук потенциал, R – газ туруктуулугу, T – абсолюттук температура



7.1-сүрөт. Металлдын сырткы бетиндеги кош электрлик катмар:
а) – активдүү металл; *б)* – начар активдүү металл.

°К ($T = 273 + t$°C), F – Фарадей саны, n – металл ионунун заряды, C – металл ионунун концентрациясы $C = [Me^{+n}]$.

Эгерде натуралдык логарифманы (ln) ондук логарифмага (lg) айландырып, туруктуу чоңдуктарды t = const учурунда ордуна койсок, анда Нернстин жөнөкөйлөтүлгөн теңдемеси алынат:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,058}{n}\lg C \tag{7.2}$$

Электроддук потенциалдын φ – абсолюттук маанисин өлчөө кыйын, аны стандарттык электроддук потенциал φ^0 аркылуу эсептеп чыгарууга ыңгайлуу. Ал үчүн эң биринчи металлдардын стандарттык электроддук потенциалдарын тажрыйба жасап, аныктап чыгышат.

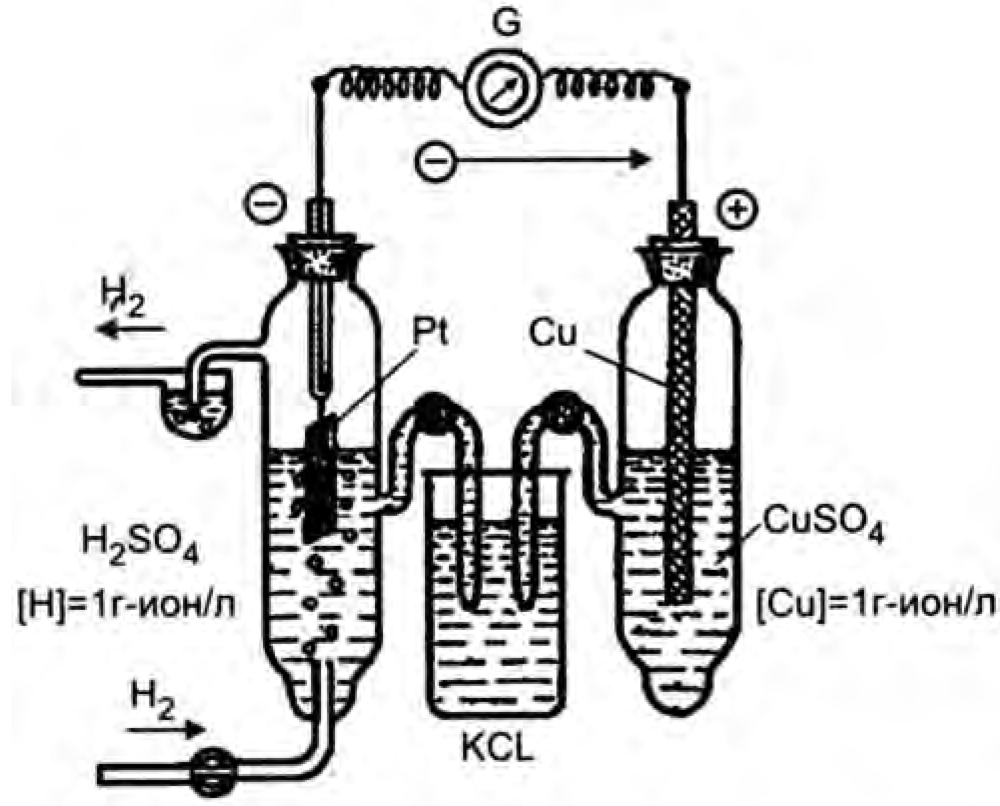
$\varphi^0_{Me^0/Me^{+n}}$ аныктоо үчүн концентрациялары C = 1 *г-экв/л* болгон эритмелерине матырылган металл электроду менен стандарттык суутек электродунун ортосунан гальваникалык элемент жасап, анын электр кыймылдаткыч күчүн ченешет.

Металлдардын стандарттык электроддук потенциалдары $\varphi^0_{Me^0/Me^{+n}}$, t = 25°C, $[Me^{+n}]$ = 1 *г-экв/л* болгон учурда стандарттык суутектик электрод менен түзүлгөн гальваникалык элементтин электр кыймылдаткыч күчүн ченөө аркылуу туюнтулат (7.2-сүрөт).

Кандай гана гальваникалык элемент болбосун анын электр кыймылдаткыч күчү E төмөнкү теңдеме аркылуу туюнтулат:

$$E = \varphi^{(+)}_{Me^0/Me^{+n}} - \varphi^{(-)}_{Me^0/Me^{+n}} \tag{7.3}$$

Эгерде $[Me^{+n}]$ = 1 *моль/л*, $[H^+]$ = 1 *моль/л* болсо, анда $E = \varphi^0(+) - \varphi^0(-)$ болот. Башкача айтканда гальваникалык элементтин электр кыймылдаткыч күчү металлдардын стандарттык электроддук потенциалдарына барабар болуп калат. Ушундай экспери-



7.2-сүрөт. Стандарттык электроддук потенциалды аныктоочу гальваникалык элемент.

менталдык ыкма менен аныкталган $\varphi^{0}_{Me^0/Me^{+n}}$ өзара салыштырсак же аларды маанисине жараша төмөнтөн жогору карай жайгаштырсак, бизге белгилүү металлдардын (Н.Н. Бекетов аныктаган) электр-химиялык чыңалуу катарын алабыз.

§ 3. Металлдардын электр-химиялык чыңалуу катары

← Калыбына келтиргич

	Me:	Li,	K,	Na,	Mg,	Al,	Zn,	Fe,	Pb (H)	Cu,	Ag,	Pt, Au
φ^0, в		−3,02,	−2,71	−1,67	−0,76				0,0	+0,34		+1,50

окистендиргич →

Металлдардын электр-химиялык чыңалуу катарынан бир нече натыйжа келип чыгат.

Биринчи натыйжа: металлдын стандарттык потенциалы канчалык терс мааниде болсо, калгандарына салыштырмалуу, ал ошончолук калыбына келтиргич болуп саналат.

Алдыңкы катардагы металл өзүнөн кийинкилерин бирикмелеринен сүрүп чыгара алат:

$$Mg^0 + \overset{+2}{Zn}Cl_2 = Mg^{+2}Cl_2 + Zn^0$$

$$Mg^0 - 2e^- \longrightarrow Mg^{+2} \quad \text{калыбына келтиргич}$$

$$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn^0 \quad \text{окистендиргич}$$

Ушул жерден металлдардын активдүүлүгү менен электр-химиялык катарын салыштырып, алардагы айырмачылыктарына токто-

луп өтөлү. Мурда экинчи главада белгиленгендей металлдардын активдүүлүгү алардын электрондорду берип жиберүү жөндөмдүүлүктөрүнө жараша аныкталган. Мезгил боюнча активдүүлүк бир электронду берүүгө жөндөмдүү металлга, андан кийинкиси – эки, анан үч электрондорду берүүчү элементтерге тиешелүү болгон:

$$Na \leftarrow Mg \leftarrow Al$$

Ал эми группа боюнча активдүүлүк атомдук радиустардын чоңоюшуна жараша болот деп далилдегенбиз:

$$Cs \leftarrow Pb \leftarrow K \leftarrow Na \leftarrow Li$$

Бул катарга көз жүгүртсөк литийден натрий, андан калий активдүү болмок. Ал эми металлдардын электр-химиялык чыңалуу катарында литий эң күчтүү калыбына келтиргичтин ролун аткарат. Демек, металлдардын активдүүлүгүн, алардын электр-химиялык катардагы активдүүлүгүнөн айырмалап анализдөө керек. Металлдардын электр-химиялык активдүүлүк катарында металлдардын жалаң гана электрондорду берүү жөндөмдүүлүктөрү эмес, алардын стандарттык электроддук потенциалдарынын маанилери эске алынат.

Экинчи натыйжа: суутекке чейинки терс потенциалдуу металлдар суутекке салыштырмалуу калыбына келтиргичтер. Алардын активдүүлөрү (Na,K) суутектин ионунун концентрациясы өтө төмөн суунун курамынан суутекти сүрүп чыгарарын жакшы билебиз. Активдүүлүктөрү салыштырмалуу начарыраактары кислоталардан суутекти сүрүп чыгара алышат:

$$Zn^0 + 2H^+Cl^- = Zn^{+2}Cl^-_2 + H_2^0$$

$Zn^0 - 2e^- \longrightarrow Zn^{+2}$ калыбына келтиргич

$2H^0 + 2e^- \longrightarrow H_2^0$ окистендиргич

Үчүнчү натыйжа: суутектен кийин жайгашкан металлдар суутекти бирикмелеринен сүрүп чыгара алышпайт.

$$Cu + HCl$$

Суутектен кийинки Cu, Ag, Pt, Au металлдар концентрациялары жогору азот, күкүрт кислоталарында эрийт, бирок суутекти сүрүп чыгара алышпайт. Мында металлдар суутекке эмес, металл эместерге салыштырмалуу калыбына келтиргичтер болуп саналат.

Негизинен концентрациясы жогору болгон азот жана күкүрт кислоталары менен металлдар реакциялашканда эч качан суутек бөлүнүп чыкпайт, металлдардын активдүүлүгүнө жараша металл эместер тереңирээк калыбына келиши мүмкүн:

$$Pb^0 + H_2\overset{+6}{S}O_4 = Pb^{+2}SO_4 + S^{+4}O_2 + H_2O$$

$Pb^0 - 2e^- \longrightarrow Pb^{+2}$ | калыбына келтиргич

$S^{+6} + 2e^- \longrightarrow S^{+4}$ | окистендиргич

$4Mg^0 + 5H_2\overset{+6}{S}O_4 = 4Mg^{+2}SO_4 + H_2S^{-2} + 4H_2O$

$Mg^0 - 2e^- \longrightarrow Mg^{+2}$ | 4 калыбына келтиргич

$S^{+6} + 8e^- \longrightarrow S^{-2}$ | 1 окистендиргич

Электроддук потенциалдын өлчөмү канчалык кичине терс сан болсо, ал бөлүкчөнүн калыбына келтиргич активдүүлүгү ошончо жогору болот. Мисалга фтор менен суутектин электронду кошуп алып, терс ион пайда кылгандагы нормалдуу электроддук потенциалдарын (E^0) салыштырып көрөлү:

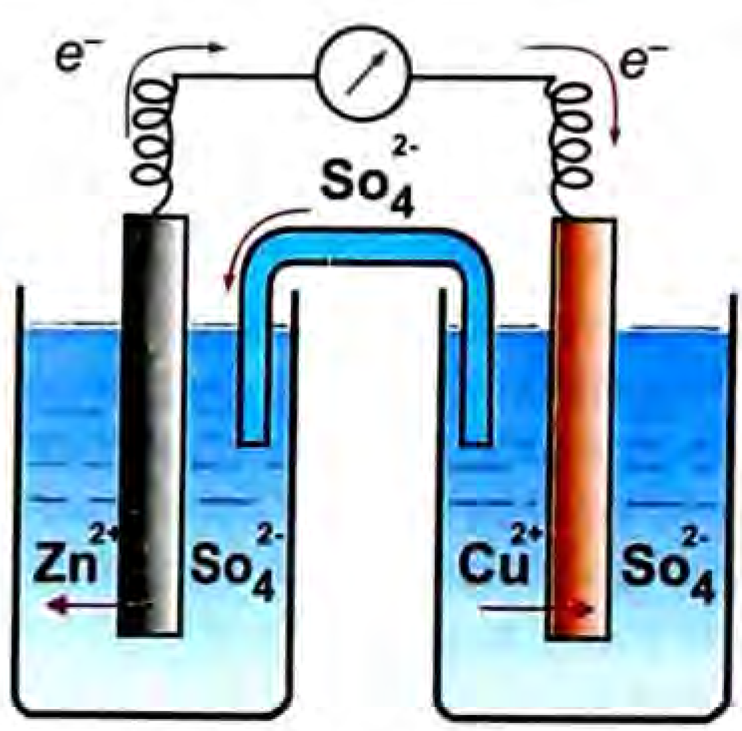
$F^0_2 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$ $E^o = +2,85$ В

$H^0_2 + 2e^- \longrightarrow 2H^-$ $E^o = -2,23$ В

Демек, F_2 молекуласы күчтүү окистендиргич, ал эми H^0_2 – күчтүү калыбына келтиргич.

§ 4. Гальваникалык элементтер, аккумуляторлордун иштөө принциби

Химиялык энергияны электр энергиясына айландыруучу эки электроддон турган система гальваникалык же электр-химиялык элемент деп аталат. Эки электродду туюк чынжырга туташтырганда ар биринде биз жогоруда талдаган химиялык реакциялар жүрөт да анда бөлүнгөн энергия электр энергиясына айланат. Мындай электр-химиялык жарым элементтеги химиялык реакциянын толук теңдемеси эки электроддогу реакциялардын суммасынан турат. Гальваникалык элементте сырткы жана ички чынжыр болот. Сырткы чынжыр электроддорду туташтырган зым өткөргүч, ал эми ички чынжыр электролиттин эритмеси. Мисал катарында өз туздарынын эритмесине матырылган жез менен цинктен даярдалган гальваникалык элементти карап көрөлү (7.3-сүрөт).



7.3-сүрөт. Даниэл-Якобинин гальваникалык элементинин схемасы.

Бир стаканда өз тузунун эритмесине матырылган цинк, экинчи стаканда өз тузунун эритмесине матырылган жез электроддору жайгаштырыл-

ган. Эки эритме калий хлориди менен толтурулган айнек түтүкчө аркылуу туташтырылган (ички чынжыр). Сырткы чынжыр туташтырылар замат цинк пластинкасы эрип, цинк иондору ($Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$) эритмеге өтөт, жез иондору жез пластинкасына бөлүнүп ($Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$) чөгө баштайт. Цинк-жезден куралган гальваникалык элементти төмөнкү схема түрүндө жазышат:

$$(-)\ Zn^0 \,|\, Zn^{+2} \,||\, KCl \,||\, Cu^{+2} \,|\, Cu^0\ (+)$$

Иштөө принциби:

а) цинк тузунун эритмесине матырылган гальваникалык жарым элементтеги процесс төмөнкү реакция менен туюнтулат:

$Zn^0 - 2e^- \longrightarrow Zn^{+2}$ же $Zn^0/\,Zn^{+2}$ потенциалы пайда болот.

б) жез тузунун эритмесине матырылган гальваникалык жарым элементтеги процесс төмөнкү реакция менен көрсөтүлөт.

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$ же $Cu^{+2}/\,Cu^0$ айланат.

в) гальваникалык элементтин ортосундагы эки тик сызык ($||$) цинк менен жез жарым элементтери бири-бири менен электролити бар айнек түтүк менен туташтырылганын баяндайт. Бул реакциянын жүрүшү менен ички чынжыр боюнча жез сульфатынын эритмесинен цинкти карай сульфат иондор диффузияланышат да, цинктин иондору менен цинк сульфатынын эритмесин пайда кылат. Гальваникалык жарым элементтерде жүргөн реакциялардын суммалык теңдемеси орун алмашуу реакциясы сыяктуу:

$$Zn^0 + \overset{+2}{Cu}SO_4 = Cu^0 + \overset{+2}{Zn}SO_4$$

Реакцияда цинк калыбына келтиргич, ал эми жез окистендиргич ролун аткаргандыгы айкын көрүнүп турат.

Гальваникалык элементтин электр кыймылдаткыч күчү ЭЭК оң жана терс потенциалдардын айырмасына барабар:

$ЭКК = \varphi^{(+)} - \varphi^{(-)}$ б. а. $ЭКК = \varphi^{(+)}_{Cu^0/\,Cu^{+2}} - \varphi^{(-)}_{Zn^0/\,Zn^{+2}}$

Аккумуляторлор, алардын иштөө принциби

Гальваникалык элементтердин ЭККүн көбөйтүү үчүн алардын бир тобун удаалаш туташтырып батареяларды алышат. Электр тогу сарпталгандан кийин кайрадан ток берип иштеп кетүүчү батареялар **аккумуляторлор** деп аталат.

Аккумуляторлор. Мисал катары коргошундан жасалган аккумулятордун иштөө принцибин карап көрөлү. Аккумулятор көп майда тешиктери бар эки коргошун пластинкасынан турат. Ал эми майда тешиктер PbO дон жасалган паста менен толтурулуп 30% түү күкүрт кислотасынын эритмесине салынган болот. Аккумуляторду иштетүү үчүн биринчи иретте аны заряддап алуу керек.

Аккумуляторду заряддоо. Аккумулятордун бош колонкаларына күкүрт кислотасынын эритмесин куйган мезгилде, тез эле төмөнкү реакция жүрөт:

$$PbO + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2O$$

Натыйжада коргошун пластинкалары начар эрүүчү $PbSO_4$ менен капталып калат. Андан кийин пластинкаларды стабилизатор аркылуу турактуу токко туташтырабыз.

Катоддо калыбына келүү процесси жүрөт:

$$|-|\ PbSO_4 + 2e^- = Pb^0 + SO_4^{2-} \quad E^0 = -0{,}36\ В$$

Аноддо окистенүү процесси жүрөт:

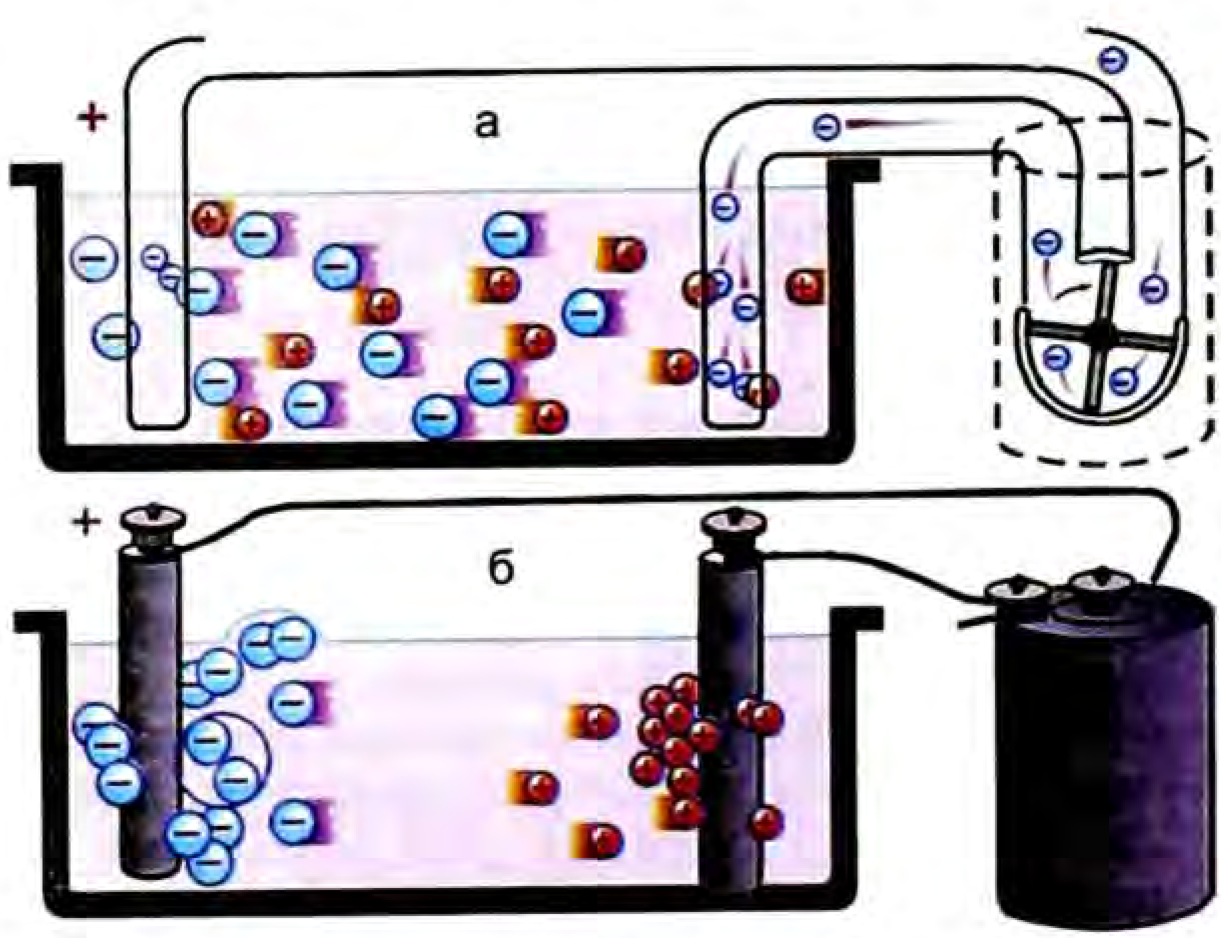
$$|+|\ PbSO_4 - 2e^- + 2H_2O = PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} \quad E^0 = +1{,}68\ В$$

§ 5. Электролиз жана анын колдонулушу

Фарадей закондору

Электролит аркылуу электр тогу өткөндө электроддордо жүргөн окистенүү жана калыбына келүү процесстери **электролиз** деп аталат. Электролизди электролизердун жардамы аркылуу жүргүзүшөт (7.4-сүрөт).

Электролиттин эритмесине матырылган электроддорду токтун булагы менен туташтырганда андагы **оң иондор катодго,** терс иондор **анодго** жылышат. Алар электродго жеткенде заряддарын жоготуп, эритмеден бөлүнүшөт же өзара аракеттенишип, электролиздин экинчилик – окис-



7.4-сүрөт. Электролизер схемасы.

тенүү-калыбына келүү реакцияларынын продуктуларын пайда кылышат. Негизинен электролиз электролиттин **балкып эригендеги же суудагы эритмесиндеги** процесстерден кескин айырмаланат.

Заттардын балкып эригендеги электролизи

Аталган процесске суу кошулбагандыктан металлдардын калыбына келиши анын электр-химиялык чыңалуу катарындагы ордуна көзкаранды эмес. Кандай гана электролит болбосун катоддо металлдар калыбына келет. Мисалы,

$$MgCl_2 \rightleftarrows Mg^{+2} + 2Cl^-$$

Катоддо /–/ ← Mg^{+2}, $Mg^{+2} + 2e^- = Mg^0$ – калыбына келди.

Аноддо / + / ← $2Cl^-$, $2Cl^- - 2e^- = Cl_2^0$ – окистенди.

Эки реакциянын теңдемесин кошуп жазсак, анда жыйынтыктоочу теңдемени алабыз:

$$MgCl_2 \xrightarrow{\text{электролиз}} Mg^0 + Cl_2^0$$

Экинчи мисал катары: $Na_2SO_4 \rightleftarrows 2Na^+ + SO_4^{2-}$

Катоддо / – / ← $2Na^+$, $2Na^+ + 2e^- = 2Na^0$ – калыбына келди.

Аноддо /+/ ← SO_4^{2-}, $2SO_4^{2-} - 4e^- = 2SO_3 + O_2$ – окистенди.

Жыйынтыктоочу теңдеме $4Na^+ + 2SO_4^{2-} = 4Na^0 + 2SO_3 + O_2^0$ деп жазылат.

Заттардын суудагы эритмелеринин электролизи

Бул учурда суунун диссоциациясын $H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$ эске алуу зарыл. Электр тогунун талаасында катодду көздөй металлдын оң иондору Me^+ жана суутектин H^+ (H_2O) иону, анодго болсо кислота калдыктары, таза OH^- (H_2O) жылышат. Электродго жеткен мезгилде, энергияны аз талап кылуучу, катоддук жана аноддук процесстер биринчи жүрөт.

Катоддук процесстер. Катоддо электр-химиялык системанын электроддук потенциалдары жогору болгон окистенген формалары биринчи калыбына келишет. Ошондуктан электролиттердин суудагы эритмелеринин электролиз мезгилинде активдүү металлдарга караганда биринчи иретте нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдө суутек калыбына келет:

$$2H_2O + 2e^- = H_2^0 + 2OH^- \qquad (2H^+ + 2e^- = H_2^0)$$

Аноддук процесстер. Аноддо биринчи иретте электроддук потенциалдары кичине болгон электр-химиялык системанын калыбына келген формалары окистенет. Мындан башка электролиз процессинде анод болуп жасалган заттар дагы окистенип кетерин эске ал-

ганыбыз зарыл. Ошондуктан аноддук процесстердеги электролизди активдүү аноддогу жана инерттүү аноддогу (графит, платина) деп экиге бөлүп окуганыбыз ыңгайлуу.

Фарадей закондору. *1. Электролиз кезинде алынган заттын массасы, система аркылуу өткөн электр тогунун санына түз пропорциялаш:*

$$m = KQ \qquad (7.4)$$

Эгерде электр тогунун санын кулон аркылуу туюнтсак $Q = It$, анда $m = KI\tau$, K – электр-химиялык коэффициент, I – ток күчү, τ – убакыт.

2. Бирдей эле сандагы электр тогу, ар башка электролиттердин эритмесинен, өзүнүн химиялык эквивалентине түз пропорциялаш болгон массадагы заттын санын бөлүп чыгарат.

Экинчи закондон мындай деген натыйжа келип чыгат: 1 г-экв. затты бөлүп чыгарыш үчүн $9{,}67 \cdot 10^7$ K электр тогу жумшалат. Ошентип, электр-химиялык туруктуулуктун маанисин таап алууга болот.

Заттын электр-химиялык эквиваленти же туруктуулугу деп электролиз учурунда 1 K электр тогунун таасири астында электролизден бөлүнүп чыккан заттын массасын айтабыз.

$9{,}65 \cdot 10^7$ ———— 1 *г-экв.*

1 кулон ______ K

$K =$ *г-экв.* : $9{,}65 \cdot 10^7$

Алынган K маанисин теңдемеге коюп, бөлүнүп чыккан заттын массасын табабыз. $m =$ *г-экв* : $9{,}65 \cdot 10^7 \cdot I \cdot t$ же

$$m = \frac{Э}{F} I\tau \qquad (7.5)$$

№12-мисал: Жезди толук бөлүп алыш үчүн 8 *кг* жез сульфатынын эритмеси аркылуу, күчү 9,65 *A* болгон токту канча убакытка дейре өткөрүү керек?

Чыгаруу: а) $г - экв._{CuSO_4} = 160 : 2 = 80$ *г.*

б) 160 *г* __________ 64 *г*

8000 *г* __________ *x г*, $x = 3200$ *г*

Башкача айтканда бөлүнүп чыгуучу жездин массасы = 3200 *г* болуш керек.

в) $m = \frac{Э}{F} I\tau$, $\tau = \frac{mF}{ЭI} = (3200 \cdot 9{,}65 \cdot 10^7) : (80 \cdot 9{,}65) = 4 \cdot 10^8$ с.

§ 6. Коррозия, анын түрлөрү жана мааниси

Сырткы чөйрөнүн таасири астында металлдан жасалган буюмдардын дат басып бузулушу же башка заттардын өз алдынча ажырашы **коррозия** деп аталат. Коррозия процесси окистенүү-калыбына келүү реакциясынын бир түрү.

Коррозия химиялык (газдардагы) жана электр-химиялык (электролиттердеги) болуп бөлүнөт. Химиялык коррозия деп системада электр тогу пайда болбостон, сырткы чөйрөдөгү газдардын таасири астында металлдардын бузулуу процессин түшүнөбүз. Газдардагы металлдардын коррозиясы, жогорку температурада металлдын бетинде суунун буусу жок кезде жүрөт. Мындай коррозияга мештердин арматуралары, мотордун ички бөлүкчөлөрү, газ трубиналарынын калактары кирет.

Химиялык коррозиянын натыйжасында металлдардын оксиддери пайда болот. Ошондуктан мындай шартта иштетилүүчү тетиктер көбүнчө температурага туруктуу болгон кобальт, никель куймаларынан, бети алюминий, хром менен капталган болоттордон жасалат.

Электр-химиялык коррозия. *Электр-химиялык коррозия деп электролиттин чөйрөсүндө, системада электр тогу пайда болуу менен металлдын бузулушу* аталат.

Мындай коррозияга нымдуу абада турган металлдын дат басышы, сууну буга айландыруучу казандардын, танкерлердин сууга тийген капталдары жана суу түтүктөрүнүн бузулушу кирет. Электр-химиялык коррозия мезгилинде металлдар сууга эрип, иондорго ажырайт же металлдын сырткы бетинде сууга эрибеген дат топтолот.

Кандай гана электр-химиялык коррозия болбосун, алар сууда эрип жүргөн кычкылтектин, суутектин иондорунун таасири астында жүрөт. Бул учурда металлдар окистенет, ал эми кычкылтек менен суутектин иондору болсо калыбына келет.

Кычкылтектин жана суутектин ионунун H^+ суудагы калыбына келиши:

Нейтралдуу жана кычкыл чөйрөдө:

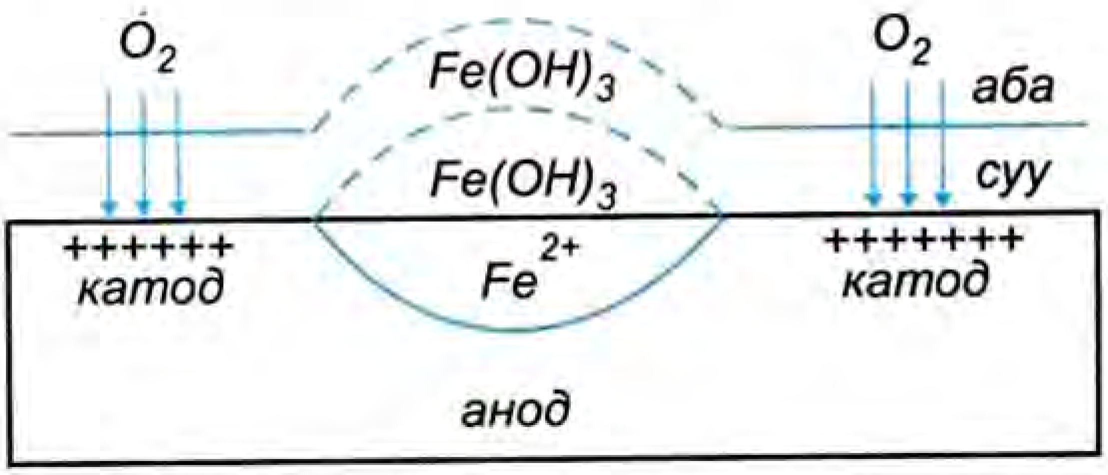
$$2H^+ + 2e^- = H_2^0,\ O_2^0 + 4H^+ + 4e^- = H_2O$$

Щелочтуу чөйрөдө: $O_2^0 + H_2O + 4e^- = 4OH^-$

Металлдын, мисалы темирдин окистениши: $Fe^0 - 2e^- = Fe^{+2}$,

$Fe^{+2} + 2OH^- = Fe(OH)_2$, $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$ – темирдин даты.

Мисал катары болоттун электр-химиялык коррозиясын карап көрөлү. Болоттон жасалган буюмдардын бети канчалык тегиз болгону менен баары бир өйдө-ылдый жерлери болот. Ошондуктан бул жерлердин кычкылтек менен байланышы ар түрдүү болгондуктан, металлдын тегиз эмес бетинде потенциалдардын айырмасы пайда болот (7.5-сүрөт).



7.5-сүрөт. Темир коррозиясынын схемасы.

Кычкылтек аз байланышкан металлдын чуңкур бети терс заряддалып калат да (–) аноддун милдетин, ал эми дөңсө жерлери кычкылтек менен дайыма көп байланышта болгондуктан, кычкылтек металлдын иондорун өзүнө көбүрөөк тарткан болот, натыйжада ал беттер оң заряддалып (+), катоддун милдетин аткарып калышат. Мындай шартта аноддон катодду көздөй электрондордун өтүшү аноддук аянтчанын коррозияга дуушар болушуна алып келет.

$$\text{Катоддо} - O_2^0 + H_2O + 4e^- = 4OH^-$$

$$\text{Аноддо} - 2Fe^0 - 4e^- = 2Fe^{+2}$$

Натыйжада $Fe^{+2} + 2OH^- = Fe(OH)_2$ пайда болот, андан ары темир датына айланат: $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$.

Коррозиянын ылдамдыгы металлдагы аралашмалар, атмосферадагы жана эритмедеги туздар, кислоталар ж. б. бирикмелер таасир этишет. Мисалы туздуу деңиздерде, океандарда металлдарды тез дат басат. Эгерде металлдын курамында андан активдүүлүк жөндөмү азыраак металл болсо, мисалы, темир менен жез кандалып турганда, темирди тезирээк дат басат. Ошондуктан жер кыртышындагы, суулардагы, атмосферадагы, эритмедеги коррозияларда болтурбай коюунун ыкмаларын иштеп чыгуу өтө зарыл милдеттердин бири.

Коррозияны болтурбай коюунун ыкмалары:

– химиялык жактан туруктуу металлдарды тандоо;

– металлдын бетин дат басуудан сактоочу заттар менен каптоо;

– коррозия болуучу чөйрөнү кычкылтектен арылтуу (деаэрациялоо);

– электр-химиялык ыкмаларды пайдаланып, металл бетин даттан сактоочу оксиддер Al_2O_3, ZnO ж. б. менен каптоо;

– ингибиторлорду кошуу $NaNO_2$, $K_2Cr_2O_7$, K_2CrO_4, Na_3PO_4;

– механикалык ыкма. Ар түрдүү боёк, лак ж. б. дат бастырбоочу заттар менен металлдардын бетин сырдоо, каптоо ж. б.

Коррозияны болтурбай, металлдарды алдынала дат басуудан сактап калуу ишинин өтө чоң социалдык-экономикалык мааниси бар. Себеби коррозияны болтурбай коюу менен өлкөдө биз миллиондогон тонна металлдарды үнөмдөөгө жетишебиз. Коррозияга дуушар болгон металлдарды кайра иштетүүгө кеткен кошумча чыгымдарды үнөмдөп, аны адам баласынын социалдык абалын жакшыртууга жумшоо пайдалуу.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Элементтин окистенүү даражасы жана аны аныктоо.

4. Электрондук баланс түзүү ыкмаларынын негизги шарттары кайсылар?

5. Төмөнкү теңдемелерди:

$Cu+HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2+NO+H_2O$ $Zn+H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4+H_2S+H_2O$

электрондук баланс ыкмасын колдонуп теңдегиле.

6. Гальваникалык элемент жана анын иштөө принцибин айтып бергиле.

9. Металлдардын коррозиясы, коррозиянын түрлөрү жана коррозия менен кантип каршы күрөшүүгө болот?

10. Электролиз жана анын маанисин түшүндүрүп бергиле.

14. Металлдардын электр-химиялык чыңалуу катарынын башындагы Li, K металлдарын кантип алууга болот?

ЭЛЕМЕНТТЕРДИН ХИМИЯСЫ БОЮНЧА БИЛИМДИ СИСТЕМАЛАШТЫРУУ

§ 1. Химиялык элементтердин жаратылышта таркалышы, мезгилдик системадан алган орду

Жаратылышта химиялык элементтердин таркалышы бирдей эмес. Алардын айрымдары жаратылышта эркин абалында (кычкылтек, азот, күкүрт, жез, күмүш, алтын жана платина ж. б.) таркалса, көпчүлүк химиялык элементтер бирикмелердин курамында жер кыртышында кармалып жүрүшөт. Жер кыртышында химиялык элементтердин таркалышын, кармалып жүрүшүн окута турган илим геохимия илими деп аталат. Геохимия илиминин түптөлүшүнө жана өнүгүшүнө өз салымдарын кошкон советтик окумуштуулар В.И.Вернадский менен А.Е.Ферсмандын эмгектери зор.

Жер кыртышында эң көп таркалган – кычкылтек элементи. Ал жер кыртышында (массасы боюнча) 49% таралып жүрөт. Экинчи орунду кремний элементи, жер кыртышында 26%, үчүнчүсү алюминий 7%, темир 5%, кальций 4%, ал эми натрий, калий, магний элементтеринин ар бири 2% кармалып жүрөт. Ошентип 8 элемент жер кыртышынын 97% ин түзөт. Калган баардык элементтер аз санда кармалып, 3% ке чейин жер кыртышында таркалган (8.1-сүрөт).

8.1-сүрөт. Химиялык элементтердин жаратылышта таркалышынын диаграммасы.

Химиялык элементтер пайда кылган жөнөкөй заттардын касиеттери боюнча металлдар жана металл эместер болуп бөлүнөт. Эң сырткы *АО* кандай электрон менен толтурулгандыгына жараша *s, p, d, f* элементтер деп шарттуу аталышат.

Сымаптан башка бардык металлдар кадимки шартта катуу, металлдык жалтырактыкка ээ, жылуулук жана электр тогун жакшы өткөрүшөт, серпилгич, айрымдары морт болушат.

Ал эми металл эместер, металлдардыкындай касиеттерди көрсөтө алышпайт. Айрым металл эместер газ абалында (суутек, кычкылтек, азот, хлор, фтор, гелий ж. б.), суюктары да бар, ал бром жана катуу абалындагы металл эместерге: иод, күкүрт, фосфор, көмүр ж. б. кирет. Металл эместер жылуулукту, электр тогун начар өткөрүшөт, айрымдары өткөргүч эмес. Катуу металл эместер морт, тез талкаланып майда чаңчага өтөт.

Элементтердин мезгилдик системасынын төмөнкү жагында эки 14 химиялык элементтерден турган катарлар берилген. Анын биринчи катары церийден *Ce* башталып, лютеций *Lu* элементи менен аяктайт. Бул элементтер мезгилдик таблицанын алтынчы мезгилинде лантан *La* менен гафнийдин *Hf* аралыгында жайгашып, валенттүүлүгү, касиеттери лантанга окшош. Бул элементтердин атомунун түзүлүшүндөгү электрондук деңгээлчелеринин толтурулушуна жараша ***f*-элементтер** же сейрек кездешүүчү элементтер деп аталат. Жаратылышта лантан, церий жана неодим жер кыртышында (массасы боюнча) 0,001% кармалып жүрөт. Мезгилдик системанын жетинчи мезгилинде орун алган актиний *Ac* жана резерфордий *Rf* элементтеринин ортосундагы 14 химиялык *f*-элементтен турган катарда торий *Tn*, протактиний *Pa* жана уран *U* кездешет. Калгандары жасалма ыкмалар менен алынат. *s*-элементтерге I жана II группанын негизги подгруппасынан (кызыл), ал эми *d*-элементтери (көк) ар бир группанын кошумча подгруппасынан орун алышкан. *p*-элементтер мезгилдик системада саргыч түс менен өзгөчөлөнүп көрсөтүлгөн.

§ 2. Металл эместер, алардын физика-химиялык касиеттери, алынышы жана колдонулушу

Элементтердин мезгилдик системасында металл эместер p-элементтердин арасынан бериллийден астатка чейин диагональ жүргүзгөндө анын оң жагында жайгашат. Металлдарга салыштырганда металл эместер аз санда.

Металл эместер ар кандай агрегаттык абалда болушат. Газ абалындагылар – суутек, кычкылтек, азот, хлор, фтор жана асыл газдар. Суюк түрүндөгүсүнө бром, ал эми катуу абалдагы металл эместерге фосфор, күкүрт, йод, көмүртек, кремний ж. б. таандык.

Металл эместердин өңү, жыты жана суудаеригичтиги, жылуулук, электр өткөргүчтүгү (начар өткөрөт же өткөзбөйт), балкып эрүү, салыштырма массалары ар башка. Мисалы, фтор, хлор, бром жана йод накта металл эместер. Кадимки шартта фтордун өңү ачык жашыл, хлор саргыч жашыл. Бром кызыл күрөң түстөгү суюктук, йод металлдык жалтырактыкка ээ болгон катуу зат. Булар галогендер деп аталат (туз пайда кылуучулар), бардык галогендер кескин жыттуу жана организмге физиологиялык терс таасир этишет. Сууда эригичтиги ар түрдүү. Фтордун суудагы эритмеси алынбайт. Ал активдүү болгондуктан суу менен аракеттешип кетет. 20°Сде бир көлөм сууга 2,3 көлөм хлор эрийт. Саргыч-жашыл түстөгү хлор суусун пайда кылат. Бир литр сууга 3,5 *г* бром эрийт, эритменин өңү кызыл-күрөң түстө болуп, бром суусу деп аталат. Йод сууга караганда башка органикалык эриткичтерде жакшы эрийт (спирт, бензол, бензин ж. б.). Галогендердин молекулалары уюлсуз коваленттик байланыштан пайда болгондуктан молекулалары уюлсуз же аз уюлдуу болгон органикалык эриткичтерде жакшы эрийт.

Күкүрт типтүү металл эмес сары түстөгү катуу зат. Балкып эрүү температурасы 113°С, кайноо температурасы 444,6°С. Сууда эрибейт, органикалык эриткичтерде (спирт, бензол жана эфирде) аз эрийт. Тыгыздыгы $\rho = 2{,}07$ *г/см*^{3}, жылуулукту жана электр тогун начар өткөзөт. Күкүрттүн бир канча аллотропиялык түр өзгөргүчтөрү бар, ысытканда алар бири бирине өтүп турат.

Азот газ абалында өңсүз, жытсыз болот. Эрүү температурасы −209,86°С, кайноо температурасы −195,8°С. Катуу абалында кристаллдык торчосу молекулалык. Сууда начар эрийт.

Мезгилдик системада солдон оңду карай металл эместердин атомдорунун заряддары чоңоюп, радиустары азаят. Ошондуктан металлдарга салыштырганда металл эместердин сырткы энергетикалык деңгээлдеги электрондорду тартуу күчү чоң. Айрыкча экинчи жана үчүнчү мезгилде жайгашкан металл эместердин окистендиргич касиеттери жогору.

Металл эместердин окистендиргич касиеттери төмөнкү тартипте жогорулайт:

$$\underrightarrow{Si,\ B,\ H,\ P,\ C,\ S,\ I_2,\ N_2,\ Cl_2,\ O_2,\ F_2}$$

Металл эместердин ичинен күчтүү окистендиргич фтор, ошондуктан металлдар жана суутек фтор менен күчтүү аракеттенишет:

$$2Na^0 + F_2^0 \rightarrow 2Na^+F^-$$

Натрий фтордо кадимки температурада же жарыктын таасиринде күйөт. Ушул реакция сыяктуу калий, коргошун жана темир дагы жарыктын таасири менен кадимки температурада күйүп, алардын фториддерин пайда кылат. Реакция учурунда фтор суутектин атомдорун тартып алат. Фтор химиялык реакция учурунда өз электронун башка химиялык элементтерге бербейт. Фтор накта металл эмес.

Кычкылтек накта металл эмес. Ал химиялык реакция учурунда өз электронун фтор элементине гана берет. Бул учурда кычкылтек оң окистенүү даражасын көрсөтүшү ыктымал (OF_2), мында ал калыбына келтиргич боло алат.

Калган бардык металл эместер калыбына келтиргич касиеттерге ээ болушат. Бул касиет төмөнкү элементтердин катарында кычкылтектен кремнийди көздөй жогорулайт.

$$\overleftarrow{O_2,\ CI_2,\ N_2,\ J_2,\ S,\ C,\ P,\ H_2,\ B,\ Si}$$

Кычкылтекке жанаша жайгашкан хлор кычкылтек менен түздөн-түз кошула албайт. Хлордун кычкылтектик бирикмелери кыйыр түрдө алынат:

$$Cl_2^{+}O^{-2},\ Cl_2^{+3}O_3^{-2},\ Cl_2^{+5}O_5^{-2},\ Cl_2^{+7}O_7^{-2}$$

Бул бирикмелеринде хлор оң окистенүү даражасын көрсөтөт.

Азот өтө жогорку температурада кычкылтек менен аракеттенишип, калыбына келтиргич касиетти көрсөтөт:

$$N_2^0 + O_2^0 \xrightarrow{2000^{\circ}} 2N^{+2}O^{-2}$$

Азотко салыштырганда кычкылтек күкүрт менен тез аракеттенишет:

$$S^0 + O_2^0 \rightarrow S^{+4}O_2^{-2}$$

Бул келтирилген реакцияда күкүрт калыбына келтиргич касиетке ээ болуп кычкылтекке өз электронун берип, кычкылтекти калыбына келтирди.

Күкүрт терс электрлүүлүгү өзүнүкүнөн төмөн элементтин электронун тартып алып, окистендиргич касиетке да ээ боло алат. Ал төмөнкү реакциядан байкалат:

$$H_2^0 + S^0 \rightleftarrows H_2^{+}S^{-2}$$

Көмүртек кычкылтек менен аракеттенишкенде калыбына келтиргич касиетти көрсөтө алат:

$$C^0 + O_2^0 \rightarrow C^{+4}O_2^{-2}$$

Ак фосфордун химиялык активдүүлүгү жогору болгондуктан 40°C температурада кычкылтек менен аракеттенишип фосфор (V) оксидин пайда кылат:

$$4\overset{0}{P} + 5\overset{0}{O}_2 \rightarrow 2\overset{+5}{P}_2\overset{-2}{O}_5$$

Ал эми кызыл фосфор дагы кычкылтек менен 260°C температурада аракеттенише баштайт. Демек кызыл фосфор да калыбына келтиргич касиетин көрсөтөт.

Кычкылтек суутек менен эвдиометр аппаратында электр учкундарынын таасири менен аракеттенишип, сууну пайда кылат. Бул реакцияда суутек дагы калыбына келтиргич касиетке ээ болот.

$$2H_2^0 + O_2^0 \xrightarrow{\text{электр учкуну}} 2H_2^+O^{-2}$$

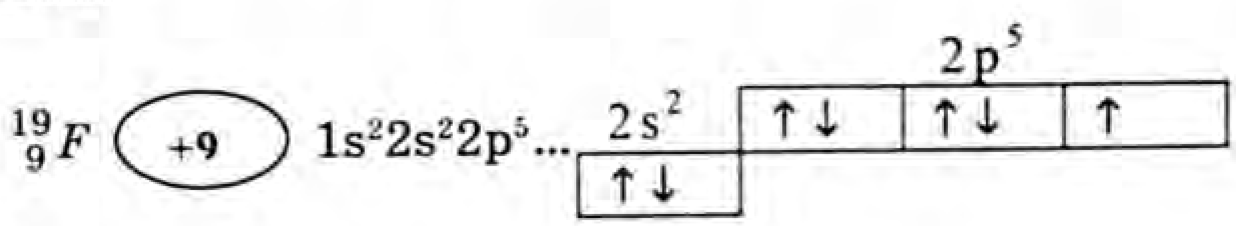
Жогорку температурада кремнийдин активдүүлүгү жогорулап, кычкылтек менен аракеттешип, кремний (IV) оксидин пайда кылат.

$$Si^0 + O_2^0 \rightarrow Si^{+4}O_2^{-2}$$

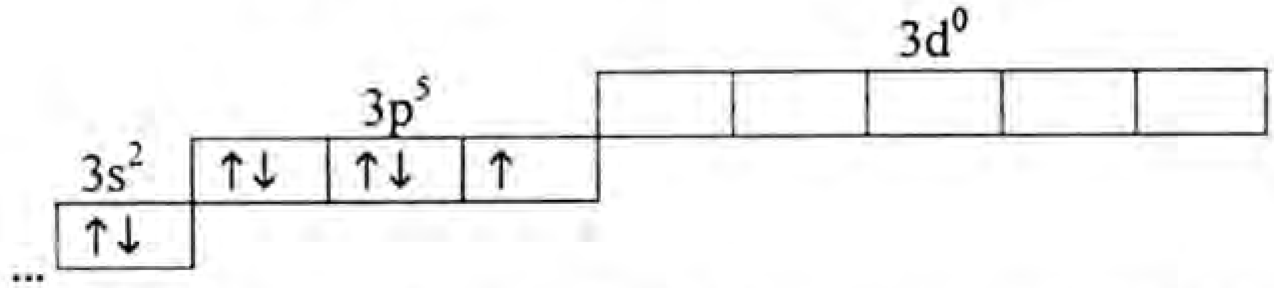
Металл эместердин бир түрдүү атомдору биригип пайда кылган жөнөкөй заттары молекулалык түзүлүштө болушат. Түзүлүшү молекулалык эмес болгон жөнөкөй заттарга көмүртек, кремний ж. б. кирет. Бул металл эместердин кристаллдык торчосу атомдук. Атомдук кристаллдык торчодон турган заттар жогорку температурада эришет жана өтө катуу болушат.

Жөнөкөй заттары молекулалык түзүлүштөгү заттарга: фтор, кычкылтек, хлор, бром, азот, иод жана күкүрт кирет. Булардын катуу абалында кристаллдык тордун түйүндөрүндө молекулалар жатат, б. а. кристаллдык торчосу молекулалык. Кадимки шартта мындай заттар газдар (F_2, O_2, Cl_2, N_2 ж.б.), суюктуктар (Br_2), катуу (I_2, S_8) заттар. Булардын эрүү температуралары төмөн болот. Молекулалык түзүлүштөгү заттардын кристаллдык торчолорунун түйүндөрүндө уюлдуу жана уюлсуз молекулалар жатат. Мисалы, −219°C температурадан төмөн болсо кычкылтектин кристаллдык торчосунун түйүндөрүндө уюлсуз кычкылтектин молекуласы жайгашкан.

Металл эместердин химиялык касиеттерин терең билүү үчүн алардын айрымдарынын атомдорунун электрондук түзүлүшүнө кайрылалы. Мисалы, фтор атомунун түзүлүшү менен хлор атомунун түзүлүшүн салыштыралы.



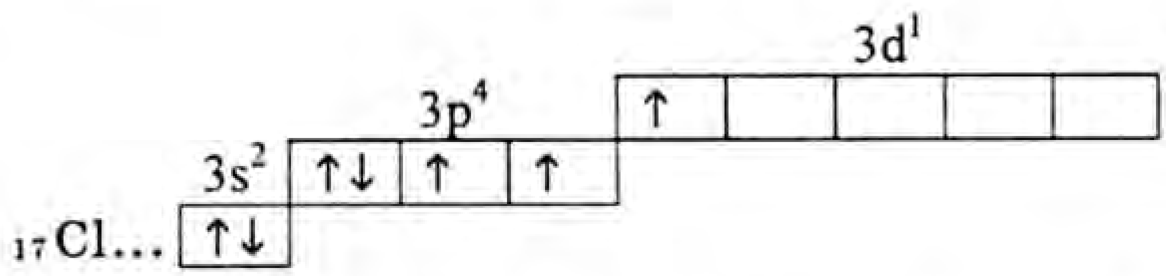
$^{35,5}_{17}Cl$ (+17) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^0$



Экөөнүн тең сырткы электрондук деңгээлдеринде бирден (2p), (3p) жалкы электрондору бар. Бул алардын окшоштук касиеттерин мүнөздөөгө мүмкүндүк берет. Айырмасы фтор атомунда бош *d* энергетикалык денгээлчеси жок. Андай болгондо анын электрондорун дүүлүккөн абалга келтирүү мүмкүн эмес. Ошондуктан фтор бир химиялык байланышты пайда кылып, бир (I) валенттүү, жупсуз электронго сырттан дагы бир электронду кошуп алып, түгөйлөшүү мүмкүнчүлүгү болгондуктан −1 окистенүү даражасын көрсөтө алат.

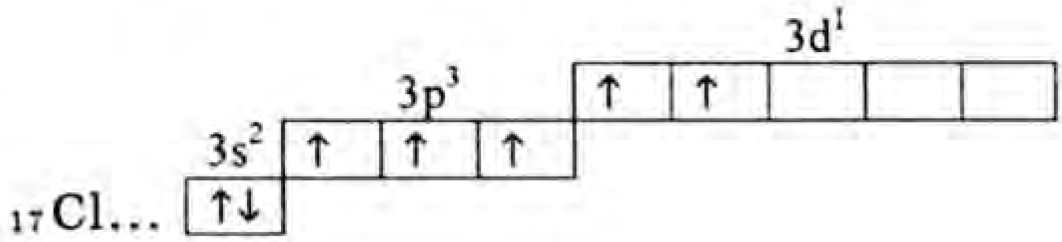
Ал эми хлордон баштап, башка галогендердин 3d, 4d, 5d бош атомдук орбиталдары болгондуктан, квант энергиясынын таасири менен электрондорду дүүлүккөн абалына өткөзүү энергетикалык жактан ыңгайлуу;

Cl^{+3}



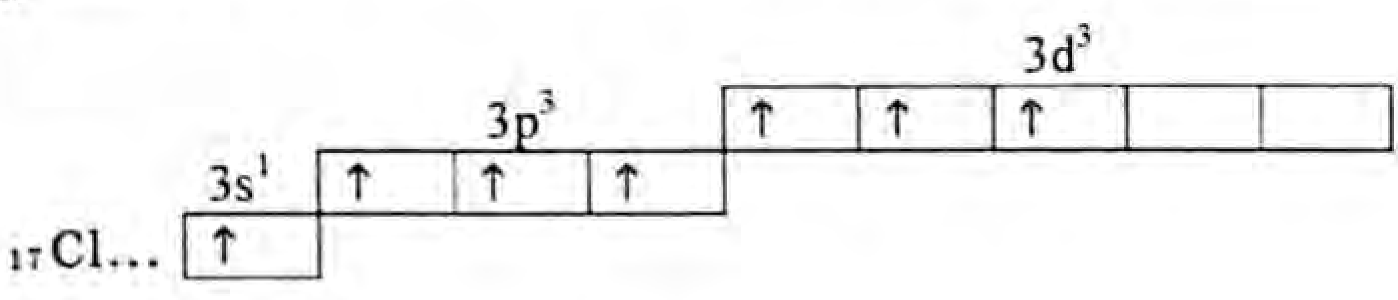
Жогорку учурда хлордун үч жупсуз электрондору болгондуктан III валенттүү, окистенүү саны + 3 болот.

Cl^{+5}



Схемада жупсуз электронунун саны беш, ал беш химиялык байланыш пайда кыла алат. Демек V валенттүү жана +5 окистенүү санын көрсөтө алат.

$Cl+^{7}$



Бул учурда хлор VII валенттүү жана +7 окистенүү даражасын көрсөтө алат. Жогору жакта көрсөтүп кеткен хлордун валенттүүлүктөрү жана окистенүү даражаларына туура келген бирикмелери төмөнкүлөр:

$H\overset{+3}{Cl}O_2$ – хлорит кислотасы, анын туздары $KClO_2$ хлориттер,

$H\overset{+5}{Cl}O_3$ – хлорат кислотасы, анын туздары хлораттар,

$H\overset{+7}{Cl}O_4$ – хлор кислотасы, анын туздары перхлораттар деп аталат.

Ал эми галогендер суутек менен аракеттенишип НГ – галогендүү суутекти, металлдар менен кошулуп МеГ – туздарды пайда кылган теңдемелерин өзүңөр айрым галогендер үчүн жазып, заттарды атап койгула.

Фтордон башка галогендердин кычкылтектүү бирикмелеринде калыбына келтиргич касиеттерин көрсөтө алышат. Мисалы, калий хлоратынын ажыроо реакциясынын электрондук баланс теңдемесин жазалы:

$$2K\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O}_3 \rightarrow 2KCl^- + 3\overset{0}{O}_2$$

2	4	$Cl^{+5} + 6e^- \rightarrow Cl^-$	– калыбына келди
3	6	$2O^{-2} - 4e^- \rightarrow O_2^0$	– окистенди

§ 3. Айрым металл эместердин алынышы жана колдонулушу

Фтор жана хлорду алардын жаратылышта кеңири таркалган бирикмелерин электролиздөө ыкмасы менен өндүрүп алышат. Фтордуу бирикме KHF_2 балкып эриген эритиндиси баскыч менен иондорго ажырайт:

$$KHF_2 \longrightarrow KF + HF$$
$$2HF \rightleftarrows 2H^+ + 2F^-$$

Катоддо, ток булагынын терс уюлунда (–) суутек иондору калыбына келет:

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2^0$$

Аноддо фторид иону окистенет:

$$2F^- - 2e \longrightarrow F_2^0$$

Жогоркудай эле натрий хлоридинин балкып эриген эритиндисин электролиздейт:

$$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$$

Ток булагынын терс уюлу (–) катоддо натрий иону калыбына келет:

$$Na^+ + e^- \longrightarrow \overset{0}{Na}$$

Аноддо ток булагынын оң уюлу (+) хлорид иону окистенет, Cl^- иону өзүнүн ашыкча электронун анодго берип, калыбына келүү процесси жүрөт:

$$2Cl^- - 2e^- \longrightarrow Cl_2^0$$

Лабораторияда хлорду күчтүү окистендиргичтерге концентрацияланган туз кислотасын таасир этип алышат:

$$2KMn^{+7}O_4 + 16H^+Cl^- \rightarrow 2Mn^{+2}Cl_2 + 2KCl + 5Cl_2^0 + 8H_2O$$

$$\begin{array}{c|c|l} 2 & Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} & \text{калыбына келди} \\ 5 & 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2^0 & \text{окистенди} \end{array}$$

Бром туздуу көлдөрдөн жана деңиз суусунан алынат. Айрым учурларда жаратылыштагы туздардан бромду алышат.

Йодду деңиз балырынан, деңиз капустасынын күлүнөн жана бургулоодон алынган суулардан бөлүп алышат.

Металл эместердин колдонулуштары

Суюк фтор ракеталык күйүүчү заттарды окистендирүү максатында колдонулат. Фторду көп өлчөмдө фторорганикалык заттарды алууда пайдаланышат.

Хлордуу суутекти алууда (туз кислотасын), кездеме, кагазды агартууда, ичүүчү сууну зыянсыздандырууда, хлор акиташын өндүрүүдө, айыл чарба зыянкечтерине каршы күрөшүүчү уулуу заттарды өндүрүүдө хлор колдонулат. Хлордун эң негизги бирикмеси аш тузу NaCl, тамак-аш продуктусун бузулуудан сактоодо, туздоодо колдонулат жана андан хлор өндүрүлөт. Натрий гидроксидин жана натрий карбонатын өндүрүүдө кайнатма туз колдонулат. Алар самын өндүрүүдө жана боёо ишинде колдонулат.

Бром жана анын бирикмелери калий бромиди, натрий бромиди медицинада, сүрөт тартууда колдонулат.

Йоддун 5% түү спирттеги эритмеси даярдалып, ал медицинада пайдаланылат. Йоддун бирикмеси калий йодиди аналитикалык химияда, медицинада колдонулат. Күмүш йодиди AgI фотоматериалдарды даярдоодо колдонулат.

Галогендердин кычкылтектүү бирикмелери: гипохлорит, хлорат жана перхлораттар пахтадан, зыгырдан жасалган кездемени, кагазды агартууда колдонулат. Агартуу процесси төмөнкүдөй реакциянын негизинде жүрөт:

$$KClO + H_2O + CO_2 \longrightarrow KHCO_3 + HClO, \qquad HClO \longrightarrow HCl + «O»$$

Хлор акиташы $CaOCl_2$ дезинфекциялоодо пайдаланылат. Калий хлораты $KClO_3$ ширеңке чыгарууда, перхлораттар – пиротехникада колдонулат.

§ 4. Суутек – жаратылышта таралышы, алынышы, касиеттери жана колдонулушу

Суутек атомунун түзүлүшү эң жөнөкөй, ал бир электрондуу атом. Атом ядросу электрондук булут менен капталып турат. Суутек атомунун электрондук түзүлүшү:

$$^1_1H \;(+1)\; 1S^1 \quad \boxed{\begin{array}{c} 1S \\ \hline \uparrow \end{array}}$$

Электрондук булутунун формасы шар формасында болот. Суутек шартка жараша металлдар сыяктуу электронун бөлүп чыгарат, айрым учурларда металл эместер сыяктуу электронду кошуп алат. Мисалы,

$$H_2^0 + Cl_2^0 = 2H^+Cl^- \qquad 2Na^0 + H_2^0 = 2Na^+H^-$$

Жер кыртышында кычкылтек элементи басымдуу болгондой эле Ааламда суутек элементи басымдуулук кылат. Ошондуктан суутек Ааламдын элементи деп да аташат. Суутек космостук атомдук отун катары Күн жана жылдыздардын энергиясынын булагы. Жаратылышта суутек кеңири таралган, ал сууда, бардык органикалык бирикмелердин курамында, эркин түрүндө кээ бир жаратылыш газдары менен кездешет. Жер кыртышынын массасынын 0,15%, гидросферанын 1% ин түзөт. Күн массасынын жарымы суутектен турат.

Жаратылышта суутек эки изотоп-протий ^1_1H (99,98%) жана дейтерий ^2_1D (0,02%) түрүндө кездешет. Суутектин радиоактивдүү үчүнчү изотобу ^3_1T тритий болот.

Лабораторияда суутекти металлдардын активдүүлүк катарында суутекке чейин турган металлдар суюлтулган туз жана күкүрт кислоталары менен аракеттешүүдөн алышат:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$

Өндүрүштө суутектин алынышы

Ал үчүн арзан сырьену пайдаланып кызартып ысытылган көмүргө суу буусун таасир этүүдөн суу газы деп аталган газдардын аралашмасы алынат. Пайда болгон газдардын аралашмасына катализаторлор-

ду катыштырып, 560°С температурада ысытканда көмүр II оксиди (газдардын аралашмасынын курамындагы) суу буусу менен аракеттенишип, көмүртек (IV) оксиди жана суутек пайда болот:

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2 \uparrow$$

Газдардын аралашмасынан суутекти бөлүп алуу жеңил болот. Мындан тышкары көп өлчөмдө таза суутекти өндүрүү сууну электр тогунун жардамы менен электролиздөөдөн алышат. Суунун электр өткөргүчтүгүн жогорулатуу үчүн ага натрий гидроксидин NaOH, күкүрт кислотасын H_2SO_4 жана натрий сульфаты Na_2SO_4 ж. б. электролиттерди кошушат. Мында катоддо суутек иону $H^+ + e^- \rightarrow H^0$, $H^0 + H^0 \rightarrow H_2\uparrow$ калыбына келет. Ал эми аноддо окистенүү процесси жүрөт:

$$4OH^- - 4e^- \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$$

Гидроксил иону окистенип, суу жана кычкылтек бөлүнүп чыгат. 1300°С температурада никель Ni катализаторунун катышуусунда метан CH_4 суу менен H_2O аракеттенишет.

$$CH_4 + 2H_2O \xrightarrow{t^\circ,\ кат.} CO_2 + 4H_2 \uparrow$$

350°С никель Ni менен темирдин Fe катышуусунда метан ажырайт.

$$CH_4 \longrightarrow C + 2H_2 \uparrow$$

Суутектин касиеттери

Суутек жеңил газ. Абадан 14,4 эсе жеңил, түссүз, жытсыз, сууда начар эрийт. Төмөнкү басым астында −252,8°С суюктукка өтөт. Суутек химиялык жактан активдүү, анын активдүүлүгү температуранын таасири менен жогорулайт. Көпчүлүк бирикмелерде (+), айрым учурда металлдар менен аракеттенишкенде (−) окистенүү даражасын көрсөтөт. Ысытканда көпчүлүк металл эместер: хлор, бром, кычкылтек жана күкүрт менен аракеттенишет. Ал эми фтор менен бөлмө температурасында эле жарылуу менен реакциялашат:

$$H_2^0 + F_2^0 = 2H^+F^- \qquad H_2^0 + S^0 = H_2{}^+S^{-2}$$

Суутек металл эместердин көпчүлүгү менен аракеттешкенде төмөнкүдөй типтеги бирикмелерди пайда кылат: RH_4, RH_3, RH_2, RH. Суутек кычкылтекте күйгөндө көп сандагы жылуулук бөлүнүп чыгат.

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O + 572\ кДж$$

Эки көлөм суутек бир көлөм кычкылтектин аралашмасы катуу жарылууну пайда кылып кошулат. Бул газдардын аралашмасы «күркүрөк газ» деп аталат.

Суутектин калыбына келтиргич касиети металлдарды алардын оксиддеринен калыбына келтирүүдө байкалат:

$$Cu^{+2}O + H_2^0 \xrightarrow{t^0} Cu^0 + H_2^+O\ ; \qquad W^{+6}O_3 + 3H_2^0 \xrightarrow{t^0} W^0 + 3H_2^+O$$

Суутек щелочтуу жана щелочтуу жер металлдары менен активдүү аракеттенишет, бул учурда суутек окистендиргичтер ролун аткарат.

$$2Na^0 + H_2^0 \rightarrow 2Na^+H^-\ ; \qquad Ca^0 + H_2^0 \rightarrow Ca^{+2}H_2^-$$

Суутектин металлдар менен пайда болгон гидриддери гидролизге учурашат:

$$NaH + H_2O = NaOH + H_2\uparrow$$

Азыркы учурда көпчүлүк химиялык элементтердин гидриддери белгилүү. Түзүлүшү жана касиеттери боюнча гидриддерди төрт топко бөлүшөт:

1. Учма газ түрүндөгү гидриддер – NH_3, CH_4
2. Туз сыяктуу гидриддер – NaH, CaH_2, KH, AlH_3 ж.б
3. Полимерлүү гидриддер – $(BeH_2)_x$ $(AlH_3)_x$
4. Металлга окшош гидриддер туруктуу курамга ээ болбойт. Металлдарда суутек эрип жүргөн катуу эритмелер (мисалы, палладийде суутек эрип жүрөт) түрүндө болушат.

Суутектин колдонулушу

Суутектин колдонулушу анын касиеттерине байланыштуу болот. Суутек жеңил газ болгондуктан, ал аэростат жана дирижаблдерди (гелий менен аралаштырып) толтурууда колдонулат. Суутекти жогорку температураны алууда пайдаланышат. Кычкылтек-суутек жалыны металлдарды ширетүүдө, кесүүдө колдонулат. Суутек металлдарды оксиддеринен тазартууда жана металлдарды алардын оксиддерин калыбына келтирип, өндүрүп алууда химия өнөржайында аммиакты өндүрүүдө, суюк майды катуу майга айландырууда колдонулат. Суутектин изотоптору дейтерий ^2_1D жана тритий ^3_1T –атомдук энергетикада (термоядролук күйүүчү) чоң мааниге ээ. Суутектин изотопторунан алынган оор суу D_2O ядролук реакторлордо «нейтрондорду жайлатуучу» катары колдонулат. Бирикмедеги суутекти (же-

ңил суутекти) тритий ^3_1T менен алмаштырып «белгиленген» препараттар химиялык илимий изилдөө ишинде жана медицинада колдонулат. Келечекте экологиялык таза отун катары пайдаланылышы ыктымал.

§ 5. Металлдар – жаратылышта алардын таркалышы, алынышы, физика-химиялык касиеттери жана колдонулушу

Биздин эрага чейин эле металлдарды химиялык процесстердин негизинде бөлүп алышканы белгилүү болгон. Байыркы Египетте биринчи колдонулган металлдар алтын жана жез болгону белгилүү. Кийинчерээк коргошун, калай, күмүш жана темирди практикада кеңири колдонушкан. Көптөгөн жылдарды камтыган, ар кандай орнаменттерди пайдалануу менен алтын, күмүш, жез, колодон жасалган буюмдар, жасалгалар байыркы металлургдардын чебер колунан жаралган деген маалыматтар бизге белгилүү. Алхимиктердин асыл металлдарды (алтын, күмүш ж. б.) издеши, башка металлдарды асыл металлдарга айландыруу жөнүндөгү иштери бир жактуу болсо да химияда көп фактыларды топтоду. Анда азыркы учурда 115 химиялык элемент белгилүү болсо, анын 85тен ашыгы металлдар. Шарттуу түрдө металлдарды активдүү, жеңил, өтмө жана оор металлдар деп топторго бөлүшөт. Металлдардын көпчүлүк касиеттери окшош болгондугуна карабастан, алар жөнүндө курамын, түзүлүшүн, касиеттерин ж. б. камтыган аныктама бериле элек.

Бир сымаптан (кадимки шартта сымап суюк) башкасы катуу металлдар, металлдык жалтырактыкка ээ, жылуулук жана электр тогун жакшы өткөрүшөт. Көпчүлүк бирикмелердин курамында оң заряддуу ион түрүндө болот. Алар серпилгич жана созулгуч касиеттерге ээ экендиги боюнча маалыматыңар бар.

Металлдар негизинен кара (темир, марганец, хром) жана түстүү деп бөлүнөт. Түстүү металлдар оор (цинк, жез, коргошун, сымап), жеңил (калий, натрий, магний, алюминий), сейрек кездешүүчү (литий, рубидий, цезий, бериллий, молибден, вольфрам, цирконий, гафний, ванадий, ниобий), сейрек кездешүүчү жер металлдары (скандий, иттрий, лантан, лантаноиддер), асыл металлдар (алтын, күмүш, платина, радий, рутений, осмий), радиоактивдүү металлдар (радий, торий, уран, актиний жана актиноиддер) деп подгруппаларга бөлүнөт.

Металлдар тыгыздыгынын өлчөмү боюнча эки топко бөлүнөт: тыгыздыгы 5 $г/см^3$ дан кичине болгондор жеңил металлдар, алар литий, натрий, калий, магний, кальций, цезий, алюминий, барий.

Тыгыздыгы 5 $г/см^3$ дан чоң болгондор оор металлдар, алар: цинк, жез, темир, калай, коргошун, күмүш, алтын ж. б.

Металлдардын эң жеңили литий Li, тыгыздыгы 0,534 $г/см^3$, ал эми эң оору осмий Os 22,5 $г/см^3$.

Электр тогун эң жакшы өткөргүч металлдар күмүш, жез, алтын, алюминий ж. б., начар өткөргүчтөр коргошун, сымап, сурьма. Температураны жогорулатканда металлдардын электр өткөргүчтүүлүгү азайып, температураны төмөндөткөндө, тескерисинче, жогорулайт. Металлдардын физикалык жана химиялык касиеттериндеги жалпылыктын себептери алардын атомдорунун түзүлүшүндөгү жана кристаллдык торчолорундагы жалпы окшоштугу менен түшүндүрүлөт. Металлдардын кристаллдык торчолорунун түйүндөрүндө металлдын оң иондору жайгашкан, ал эми алардын ортосундагы боштуктарда электрондор эркин кыймылдап жүрүшөт. Бош электрондор белгилүү бир иондорго таандык болбогондуктан кичине эле потенциалдардын айырмачылыгынын таасиринен алар белгилүү бир багытта жылып электр тогун пайда кылат. Бул касиет металлдардын электрди жакшы өткөргүчтүгүн шарттайт.

Металлдар катуулугу боюнча бири биринен абдан айырмаланат. Сымап кадимки шартта суюк абалда болот. Ал эми натрий, калий жана индий металлдары алардын жумшактыгынан бычак менен оңой эле кесилет. Эң катуу металл хром, алмаз сыяктуу аны менен айнек кессе да болот.

Металлдар балкып эриши боюнча оңой жана кыйындык менен эрүүчүлөр болуп бөлүнөт. Оңой эрүүчүлөр: цезийдин эрүү температурасы +28,5°C, галлийдики +29,7°C, кальцийдики 63,6°C, натрийдики +97,8°C, калайдыкы +231,9°C, коргошундуку +324,3°C, ал эми кыйындык менен эрүүчүлөр темирдики +1539°C, платинаныкы +1769°C, хромдуку +1875°C, эң жогорку эрүү температурасы вольфрамга тиешелүү, ал + 3390°C.

Металлдардын жаратылышта таралышы. Металлдардын ичинен жер кыртышында кеңири таркалганы алюминий, андан кийинкилери темир, кальций, магний жана титан. Калган металлдар анчалык көп эмес санда жер кыртышында кармалып жүрөт. Элементтердин жер кыртышында массасы боюнча кармалып жүрүү диаграммасында берилген хром жер кыртышында массасы боюнча 0,3%, никель – 0,2%, жез – 0,01% таркалган. Металлдар жаратылышта активдүүлүгүнө жараша эркин, бирикмелер түрүндө кездешет. Активдүү металлдар алардын туздары, орточо активдүүлүккө ээ болгон металлдар сульфиддер жана оксиддер, ал эми активдүүлүктөрү төмөн металлдар эркин абалда кездешерин билесиңер.

Металлдардын алынышы

Бирикмелер түрүндө таркалган металлдарды өндүрүп алуунун ар кандай ыкмалары бар: пирометаллургиялык, гидрометаллургиялык жана электролиз.

1. Пирометаллургиялык ыкма

Активдүүлүгү анча жогору болбогон металлдар алардын оксиддерин жана сульфиддерин күйгүзүп, оксиддерин көмүр, көмүртек (II) оксиди, суутек жана алюминий менен калыбына келтирип алышат. Мисалы,

$$SnO_2 + 2C^0 \rightarrow Sn^0 + 2C^{+2}O; \qquad Fe_2^{+3}O_3 + 3C^{+2}O \rightarrow 2Fe^0 + 3C^{+4}O_2$$

Металлдардын сульфиддерин күйгүзүп, оксиддерин көмүр менен калыбына келтирип да алышат. Мисалы,

$$2Zn^{+2}S^{-2} + 3O_2^0 \rightarrow 2ZnO + S^{+4}O_2^{-2}; \qquad Zn^{+2}O + C^0 \rightarrow Zn^0 + C^{+2}O$$

Туздарды ажыратып, оксиддерин көмүр менен калыбына келтирип, металлды бөлүп алсак болот:

$$MeCO_3 \rightarrow MeO + CO_2; \qquad Me^{+2}O^{-2} + C^0 \rightarrow Me^0 + C^{+2}O^{-2}$$

Көмүр менен туруктуу карбиддерди пайда кылбаган металлдардын оксиддери калыбына келтирилет. Эгерде металлдар көмүр менен туруктуу карбиддерди пайда кылса, алардын оксиддерин суутек менен калыбына келтиришет:

$$\overset{+6}{W}O_3 + 3\overset{0}{H_2} \xrightarrow{t^\circ} \overset{0}{W} + 3\overset{+}{H_2}O; \qquad \overset{+6}{Mo}O_3 + 3\overset{0}{H_2} \xrightarrow{t^\circ} \overset{0}{Mo} + 3\overset{+}{H_2}O$$

2. Металлотермия ыкмасы

Анда металлдарды алардын оксиддеринен активдүү металлдар менен сүрүп чыгаруу аркылуу алса болот.

$$Cr_2^{+3}O_3 + 2Al^0 \rightarrow Al_2^{+3}O_3 + 2Cr^0$$

$$3Mn^{+4}O_2 + 4Al^0 \rightarrow 2Al_2^{+3}O_3 + 3Mn^0$$

Айрым учурларда жогорку ыкманы алюминий калыбына келтиргич катары колдонулгандыктан алюминотермия деп аташат.

3. Гидрометаллургиялык ыкма

Мында металлдарды алар кармалып жүргөн кендерден реагенттердин жардамы менен бөлүп чыгып, сууда эрий турган бирикмелерине өткөзүп, ошондон кийин металлдар бөлүп алынат. Кендерден металлдарды бөлүүчү айрым реагенттер: күкүрт кислотасы, цианид-

дер (H_2SO_4, KCN ж.б.) болуп эсептелет. Жез (II) оксидин CuO кармап жүргөн кенди күкүрт кислотасы менен иштеткенде ал оксид менен аракеттенишет:

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Эритмеде жез (II) сульфаты эриген түрүндө болот. Эми ошол эритмени электролиздөө же жезден активдүүлүгү жогору болгон металл менен жезди сүрүп чыгаруу аркылуу өндүрүлөт:

$$\overset{+2}{Cu}SO_4 + Fe^0 \rightarrow Fe^{+2}SO_4 + Cu^0$$

Жогоркудай гидрометаллургиялык ыкма менен күмүштү, цинкти, кадмийди, молибденди жана уранды өндүрүп алышат.

4. Электролиз ыкмасы

Электролиз ыкмасы менен активдүү жеңил металлдар: калий, натрий, кальций, магний жана алюминийди өндүрүп алышат. Электролиз процесси менен силер таанышсыңар. Мисал катарында никель сульфатынын суудагы эритмесинин электролизине токтолуп өтөлү:

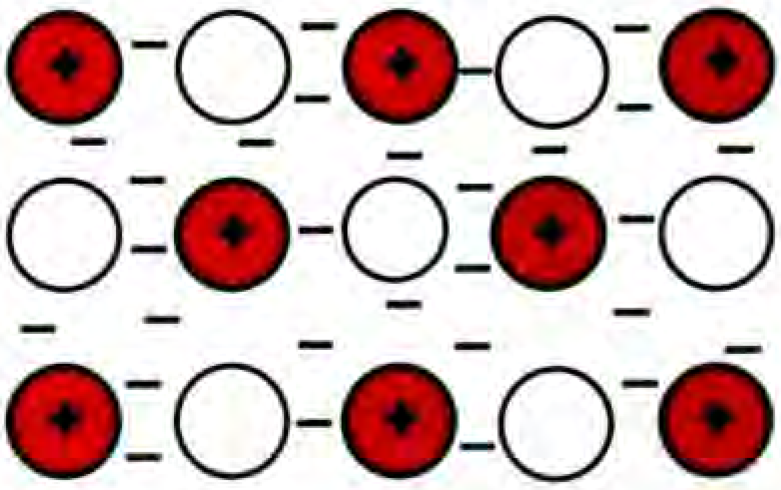
$NiSO_4 \rightleftarrows Ni^{2+} + SO_4^{2-}$; $HOH \rightleftarrows H^+ + OH^-$

Аноддо (+) $\leftarrow OH^-$; SO_4^{2-} $4OH^- - 4e^- = O_2^0 + 2H_2O$ – окистенүү

Катоддо (–) $\leftarrow H^+; Ni^{2+}$; $Ni^{2+} + 2e^- = Ni^0$ – калыбына келүү.

Металлдардын физика-химиялык касиеттери

Металлдык кристаллдык тордун түйүндөрүндө оң зарядга ээ болгон иондор жана электр-нейтралдуу атомдор жайгашып, алардын аралыгында эркин кыймылда болгон электрондор металлдык кристаллдык торчону түзүшөт (8.2-сүрөт). Иондор менен электр-нейтралдуу атомдорду эркин кыймылдап жүргөн электрондор байланыштырып турат.



8.2-сүрөт. Металлдык кристаллдык торчонун схемасы.

Металлдык байланышы бар кристаллга сырттан күч таасир эткенде атомдордун катмары жылышат, бирок электрондор бүткүл кристаллды бойлоп жаткандыктан байланыштар үзүлбөйт. Ошондуктан металлдарга

ийилгичтик касиет мүнөздүү. Ушул касиеттер алтын, күмүш жана жезде жакшы байкалат.

Металлдарга жарык нуру түшкөндө эркин электрондор аларды кайра чагылдырат, ошондуктан металлдар жалтырактык касиетке ээ.

Металлдардын электр тогун, жылуулукту жакшы өткөрүшү электрондордун багыттуу кыймылы менен түшүндүрүлөт. Потенциалдардын азыраак айырмачылыгынын натыйжасында алар терс уюлдан оң уюлга багыттуу кыймылга келет. Алтын, күмүш жана жездин жылуулук өткөргүчтүгү эң жогору, висмут менен сымаптын жылуулук өткөргүчтүгү эң төмөн.

Металлдар сырткы энергетикалык деңгээлдериндеги электрондорун жеңил бөлүп чыгарып, оң заряддуу ионго айланышат:

$$\overset{0}{Me} - ne^{-} \rightarrow Me^{+n}$$

Металл эместерден айырмаланып металлдар электрондорду кошуп алышпайт. Металлдардын сырткы энергетикалык деңгээлиндеги аз сандагы электронун жеңил берип, реакцияга катышат.

Сырткы электрондук катмарында бирден электрону болгон металлдар күчтүү калыбына келтиргичтер болушат. Металлдардын жөнөкөй заттар: кислоталар, активдүүлүгү төмөнүрөөк металлдардын туздары, галогендер, күкүрт, көмүртек, кремний жана суутек менен аракеттенишкенде металлдардын калыбына келтиргич касиеттери даана байкалат:

$$2Al^{0} + 6H^{+}Cl^{-} \rightarrow 2Al^{+3}Cl_3 + 3H_2^{0}$$

$$Ni^{0} + Cu^{+2}SO_4 \rightarrow Ni^{+2}SO_4 + Cu^{0}$$

$$Ca^{0} + 2H_2^{+}O \rightarrow Ca^{+2}(OH)_2 + H_2^{0} \uparrow$$

Айрым металлдардын калыбына келтирүү жөндөмдүүлүгү жогору болгондуктан суутекти калыбына келтирип, гидриддерди пайда кылат:

$$Ca^{0} + H_2^{0} \xrightarrow{t^{0}} Ca^{+2}H_2^{-}$$

Өтмө металлдардын атомунун түзүлүшүндөгү өзгөчөлүктөрүнө байланыштуу химиялык реакция учурунда, алар сырткы жана d-атомдук орбиталдагы электрондорун бөлүп чыгаргандыктан, өзгөрмөлүү валенттүүлүктөрүн көргөзүшөт:

$$3Fe^{0} + 2O_2^{0} \xrightarrow{t^{0}} Fe^{+2}O \cdot Fe_2^{+3}O_3^{-2}$$

Амфотердик касиетке ээ болгон металлдар эки жактуу (металлдык жана металл эместик) касиетти көрсөтүшөт. Белгилүү бир шартка

металлдар металл эместик касиеттерди көрсөтөт. Амфотердик касиетке ээ болгон металлдар: цинк, алюминий, хром (III), калай (IV), марганец (IV) ж. б.

$Zn^0 + 2H^+Cl^- \rightarrow Zn^{+2}Cl_2 + H_2^0 \uparrow$ (металлдык касиетти көрсөттү)

$Zn^0 + 2NaOH^+ \rightarrow Na_2Zn^{+2}O_2 + H_2^0 \uparrow$ (металл эместик касиетти көрсөттү)

Эритмеде натрий тетрагидроксо-цинкаты пайда болот:

$$Zn^0 + 2NaOH + 2H_2^+O \rightarrow Na_2\{\overset{+2}{Zn}(OH)_4\} + H_2^0 \uparrow$$

натрий тетрагидроксо-цинкаты

Металлдар бири-бири менен биригип металлдык байланыш аркылуу сырткы көрүнүшү боюнча металлдарга окшош, интерметаллдык бирикмелерди пайда кылышат. Мисалы, сурьманынын Sb кээ бир металлдар менен болгон бирикмелери: Na_2Sb, Ca_2Sb, NiSb ж. б. белгилүү. Металлдарга салыштырганда интерметаллдардын катуулугу жогору, ийилгичтиги төмөн болот. Интерметаллдардын көпчүлүгү практикалык мааниге ээ. Мисалы, сурьма-алюминий AlSb, сурьма-индий InSb жарым өткөргүч катарында кеңири колдонулат.

Металлдардын колдонулушу

Айрым металлдарга кадимки шартта абанын кычкылтеги, суу таасир этпегендиктен андай металлдар менен жеңил дат басуучу металлдардан жасалган машинанын тетиктерин каптащат. Ошондой металлдардын бири цинк. Цинкти ар кандай металлдар менен балкып эриген абалында аралаштырып муздатуу менен куймалар алынат. Мисалы, жез, алюминий, никель менен болгон цинктин куймасын – латунду алууда колдонушат. Ар түрдүү батареяларда колдонулуучу цинк-көмүрдү гальваникалык элементти даярдоодо пайдаланышат.

Таза түрүндө металлдар сейрек колдонулат. Көпчүлүк учурда алардын куймалары пайдаланылат. Куймалардын касиеттери аларды түзгөн компоненттеринен айырмаланат. Алтын менен күмүш жумшак металлдар болгондугуна карабастан алардын куймалары катуу. Куймалардагы байланыш металлдык, ошондуктан алар металлдык касиеттерди көрсөтөт. Куймаларды даярдоодо алдынала көздөгөн касиеттери боюнча даярдашат. Мисалы, кислота щелочко, температурага туруктуулугу, катуулугу, температуралык режимдерге жооп бергендей талаптарды канааттандырышы эске алынат. Куймалар жалгыз металлдардан даярдалбастан металл-металл эместер (C, Si, P, I) аралашмасынан да алынат. Мындай куймалар өтө бекем, жешилүүгө туруктуу, иштетүүгө элпектиги менен баалуу.

Дюралюминий куймасынын курамы, алюминий 95%, жез–4%, марганец жана магний – 0,5%тен турат. Бул куйма жеңилдиги жана бекемдиги боюнча баалуу. Алюминий менен жезге салыштырганда катуу. Ошондуктан дюралюминий самолет куруу өнөржайында колдонулат.

? Суроолор жана конүгүүлор

1. Металл эместер элементтердин мезгилдик системасында кандай жайгашкан? Алардын атомунун түзүлүшү металлдардыкынан кандайча айырмаланат?

2. Галогендерге кайсы металл эместер кирет? Эмне себептен галогендер деп аталып калган?

3. Натрий хлоридинин балкып эриген эритиндиси аркылуу электр тогун өткөзгөндө катоддо 11,5 *г* натрий бөлүнүп чыкты. Ушул учурда аноддо канча литр хлор Cl_2 бөлүнүп чыгат?

4. Лабораторияда күчтүү окистендиргичтер калий перманганатынын 0,25 молуна концентрацияланган туз кислотасын таасир эткенде (н.ш) канча литр хлор бөлүнүп чыгат?

5. Элементтердин мезгилдик системасында суутектин биринчи группада орун алышын кандайча түшүнөсүздөр?

6. Жаратылышта суутек кайсы бирикмелердин курамында кездешет? Эмне үчүн суутекти Ааламдын элементи дешет?

7. Төмөнкү айланууларды иш жүзүнө ашыруучу реакциялардын теңдемелерин түзгүлө. Пайда болгон заттарды атагыла.

а) $S \rightarrow SO_2 \longrightarrow SO_3 \longrightarrow H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 \longrightarrow BaSO_4$

б) $N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \quad NH_4NO_3 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4OH$

8. Суутектин лабораторияда, өнөржайда алынышына мисал келтиргиле.

9. Кайсы учурда суутек оң (+) жана терс (–) окистенүү даражасын көрсөтөт?

10. Суутек жана анын бирикмелери эл чарбасынын кайсы тармактарында колдонулат?

11. 6 *г* натрий гидриди гидролизге учураганда (н.ш) канча литр суутек бөлүнүп чыгат?

12. 11,2 *л* суутек пайда болсун үчүн канча грамм кальций гидриди гидролизге учурайт (н.ш.) ?

13. 14 *г* темир суу менен аракеттенишкенде канча грамм темир окалинасы жана (н.ш.) канча литр суутек бөлүнүп чыгат?

14. 3 көлөм суутек менен бир көлөм кычкылтектин аралашмасын эвдиометр куралында электр тогунун таасири менен жардырганда канча грамм суу пайда болот? Кайсы газдан канча көлөм реакцияга катышпай калат?

15. 6 *г* көмүр суу буусу менен аракеттенишкенде (н.ш.) канча литр көмүртек (II) оксиди жана канча литр суутек пайда болот?

16. Металлдарды жаратылышта таркалган бирикмелеринен кантип бөлүп алабыз?

17. Металларды алуунун пирометаллургиялык ыкмасын мүнөздөп бергиле. Мисалдар келтиргиле.

18. Гидрометаллургиялык металлдарды алуу ыкмасын кандай түшүнөсүңөр?

19. Магниттүү темирден Fe_3O_4 алюминотермия ыкмасы менен темирди өндүрүп алуунун теңдемелерин жазып, теңдегиле. Электрондордун өтүшүн көрсөткүлө.

20. Натрий хлоридинин эритмесин электролиздегенде (н.ш) 7,2 *л* суутек бөлүнүп чыкты. Эритмеде канча массадагы жана канча моль натрий гидроксиди пайда болду?

21. 1 *л* 18% жез (II) сульфатынын эритмеси аркылуу ($\rho = 1,12$ *г/см*^{3}) 23,2 *л* күкүрттүү суутекти өткөрүштү. Кайсы зат канча өлчөмгө чөкмөгө түштү?

22. Төмөнкү айланууну иш жүзүнө ашыруучу химиялык реакциялардын теңдемесин жазып, теңдегиле:

а) $Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu$

$Cu \searrow CuSO_4$

б) $Al \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow NaAlO_2$

$Al(OH)_3 \searrow Na[Al(OH)_4]$

ӨТМӨ МЕТАЛЛДАРДЫН ХИМИЯСЫ

Өтмө металлдардын мезгилдик системадан алган орду

Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасындагы кошумча подгруппасында жайгашкан металлдардын бардыгы d - элементтер болуп саналат. Аларга: скандий, титан, ванадий, хром, марганец, темир, кобальт, никель, жез жана цинк подгруппасы деп аталган 10 элементтин катарындагылар кирет. Бул элементтердин атомдорунун сырткы электрондук катмарында *s* эки электрон сакталып турат, ал эми кийинки калган электрондору астыңкы *(n-1)d* катмарында жайгашкан. Ошондуктан аларды өтмө металлдар деп аташат. Айрым металлдарда, мисалы, хромдо, жезде, сырткы электрондордун өтүшү жүрөт да эң сырткы деңгээлде жалгыздан бир электрон калат. Мына ушундай касиеттери менен башка металлдардан айырмаланат. Кошумча подгруппанын металлдарынын химиялык активдүүлүгү, негизги группанын элементтеринен айырмаланып, төмөнтөн жогору карай активдүүлүгү күчөйт.

VIII группадагы айрым *d*-элементтери: рутений, осмий, максималдуу окистенүү даражасы +8ге барабар болгон бирикмелерди пайда кылат.

Кошумча подгруппадагы металлдардын атомдорунун окистенүү даражасынын жогорулашы менен алардын оксиддеринин, гидроксиддеринин негиздик касиеттери төмөндөп, кислоталык касиеттери жогорулайт. Мисалы хром (II) оксиди CrO негиздик, хром (III) оксиди Cr_2O_3 – амфотердик, ал эми хром (VI) оксиди CrO_3 – кислоталык оксид. Ага ылайык кислота H_2CrO_4 хром кислотасы, $H_2Cr_2O_7$ эки хромдуу кислота туура келет.

Кошумча подгруппанын металлдары жана анын куймалары азыркы техникада практикалык мааниси зор, ошондуктан мүмкүн болушунча ар бир кошумча подгруппанын өтмө металдардын атомунун түзүлүшү, физикалык, химиялык касиеттери менен өзүнчө таанышып карайбыз.

§ 1. Жез подгруппасынын металлдары

Жез подгруппасынын металлдарына үч элемент кирет: жез, күмүш, алтын, алар щелочтуу металлдар сыяктуу эле эң сырткы деңгээлинде бирден *s*-электрондору бар, ал эми айырмасы акыркы

катмарында $3s^2 3p^6 3d^{10}$ – *18* электрондун болушу бул элементтерге туруктуулук касиетти берип турат. Щелочтуу металлдардан кескин айырмачылыгы жез, күмүш, алтын Cu, Ag, Au кыйындык менен окистенишет, кычкылтекте туруктуу болушат, жез подгруппасынын металлдарынын активдүүлүгү жогоруда белгилеген катарда азаят. Ошондуктан жез кычкылтек менен өтө кыйындык менен болсо да окистенет. Оксиддери, гидрооксиддери сууда эрибейт, начар гидрооксиддерге кирет. Металлдардын активдүүлүк катарында суутектен кийин турушат. Ошондой болсо да бирикмелеринде жез +1, +2, алтын +1, +3, күмүш +1 кээде +2, +3 деген окистенүү даражасын көрсөтүшү мүмкүн жана валенттүүлүктөрү окистенүү даражасына туура келет.

Жез. Атомдук түзүлүшү төмөндөгүдөй:

$$Cu(+29)\ 1s^2,\ 2s^2 2p^6,\ 3s^2 3p^6,\ 3d^{10} 4s^1$$

Жез атомунун *3d АО* жайгашкан онунчу электрону кыймылдуу болгондуктан, төртүнчү s-деңгээлинен «секирик» абалында астыңкы деңгээлге өтөт, ошондуктан жез бирикмелеринде +1, жез (I) оксидинде Cu_2O жана жез (II) оксидинде CuO +2 окистенүү даражасын көрсөтөт.

Изотоптору бар: $^{64}_{29}Cu$, $^{65}_{29}Cu$.

Жаратылышта кездешиши

Жез жаратылышта аз санда болсо да эркин абалда, ал эми көпчүлүк учурда кен түрүндө – сульфид абалында кездешет. Эң маанилүү минералдары Cu_2S жез жалтырагы, жез колчеданы же халькопирит $CuFeS_2$, борнит Cu_3FeS_3, кычкылтектүү бирикмелеринен, мисалы, малахит $CuCO_3 \cdot Cu(OH)$, азурит $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ жана куприт Cu_2O, тенорит CuO ж. б.

Алынышы: Таза жезди бирикмелеринен бөлүп алуу бир канча баскыч менен жүрүүчү татаал процесстен кийин ишке ашырылат. Адегенде жездин сульфиддик кендерин күйгүзүү менен жез оксидин алышат:

$$4CuFeS_2 + 13O_2 = 4CuO + 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

Андан кийин кокс жана кум менен иштетип шлакты өзүнчө жезден бөлүп алышат. Бул аралашма «купферштейн» деп аталат.

$$2CuO + FeS + C + SiO_2 = Cu_2S + FeSiO_3 + CO \text{ же}$$

$$CuO + FeO + CuS + C + SiO_2 = Cu_2S + FeSiO_3 + CO$$

Андан кийин «купферштейнди» конвертордо балкытып эритип, «кара жезге» чейин калыбына келтиришет:

$$2Cu_2S + 3O_2 = 2Cu_2O + 2SO_2$$

$$2Cu_2O + Cu_2S = 6Cu + SO_2$$

Бул алынган жез анча таза болбойт, ошондуктан, аны башка бирикмелерден тазалоо үчүн кайрадан балкытып ээритишет, «кара жезден» анод жасап, $CuSO_4$+H_2SO_4 эритмени электролиздөө менен таза жез алынат.

Физикалык касиеттери. Жез мала кызгылт түстөгү металл, оңой ийилет, созулат, борборлоштурулган түйүндүү торчого ээ. Балкып ээрүү температурасы 1083°C; 2582°Cде кайнайт, жылуулукту жана электр тогун эң жакшы өткөрөт.

Химиялык касиеттери. Жез химиялык активдүүлүгү боюнча күмүш жана алтындан айырмаланат. Жез гана кадимки шартта кычкылтек менен жай окистенет, ал эми температураны 400°C ден жогору берсек толук окистенип, жез оксидин пайда кылат. Эгерде кычкылтек жетишсиз болсо, анда жез (I) оксидине чейин окистенет:

$$4Cu + O_2 \xrightarrow{t^0} 2Cu_2O \qquad 2Cu^0 + O_2^0 \xrightarrow{t^0} 2Cu^{+2}O^{-2}$$

Кургак абалдагы хлор жез менен аракеттенбейт, ал эми абанын кичине эле нымдуу болушу менен хлор активдүүлүгүн көрсөтөт да, жез менен оңой реакцияга кире баштайт:

$$Cu + Cl_2 = Cu\ Cl_2$$

Ошондой эле температураны жогорулатканда селен, теллур, күкүрт менен да активдүү реакцияга кирет:

$$Cu + S = CuS$$

Жез татаал заттар менен реакциялашат. Мисалы, концентрацияланган туз жана күкүрт кислоталары жылуулуктун таасири менен реакцияга кирсе, кадимки шартта концентрацияланган азот кислотасы менен аракеттене алат:

$$2Cu + 4HCl_{(k)} + O_2 \xrightarrow{t^0} 2CuCl_2 + 2H_2O$$

$$Cu + 2H_2SO_{4(k)} \xrightarrow{t^0} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

$$Cu + 4HNO_{3(k)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

Жез активдүүлүгү боюнча начар болгондуктан бирикмелеринен активдүү металлдардын таасиринен орун алмашат:

$$CuCl_2 + Fe = FeCl_2 + Cu$$

Жез бирикмелери

Жез (I) оксиди Cu_2O кызыл түстөгү порошок абалындагы зат болот, ал эми жез (II) оксиди CuO кара түстө, жаратылышта «тенорит» деген ат менен минерал түрүндө кездешет. Жезди окистендирип, ошондой эле жез (II) гидроксидин ысытуудан да алууга болот:

$$2Cu + O_2 = 2CuO \quad , \quad Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^{o}} CuO + H_2O$$

Жез (I) гидроксиди $CuOH$ туруксуз, ошондуктан, тез эле ажырап кетет жана аммиак менен аракеттенишип комплекстик бирикмени пайда кылат:

$$CuOH + 2NH_3 = [Cu(NH_3)_2]OH$$

Жез (II) гидроксиди жез (II) валенттүү туздарга щелочь менен таасир эткенде көк түстөгү чөкмө түрүндө пайда болот:

$$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Жез (II) гидроксиди азыраак амфотердик касиетке ээ болот.

Жез (II) туздарынын көпчүлүгү сууда жакшы ээришет. Сууда жакшы эрибеген туздарга жез сульфиди CuS жана жез фосфаты $Cu_3(PO_4)_2$ кирет. $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 0{,}5H_2O$ минералы да начар эрийт.

Колдонулушу

Жез жана анын куймалары электр-химиялык өнөржайда электр тогун өткөргүч зымдарды алууда жана башка азыркы өнүккөн техникада колдонулат. Металлургиялык өнөржайда жездин калай менен куймасы коло Cu 80% – Sn 20%, цинк менен куймасы латунь Cu 60% – Zn 40%, алардан машиналардын тетиктерин, суу агызуучу крандарды, эшиктердин туткасын, илгичтерди жасашат. Организмде жез өтө керектүү: кан айлануу процессин жакшыртууда, өсүүгө жардам берип, гемоглобиндин азайып кетүүсүнөн сактайт. Ветеринарияда жез купоросу (көкташ) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ күйгүзүүчү, кустуруучу жана ички курттарды өлтүрүүчү реагент катары пайдаланылат, ал эми $(CuOH)_2CO_3$ өсүмдүк бактерияларын өлтүрүү үчүн жана боёкторду алууда колдонулат.

§ 2. Цинк подгруппасынын металлдары

Мезгилдик системанын II подгруппасынын отмо d-металлдарынын электрондук түзүлүшүн көрсөтсөк төмөнкүдөй болот:

Zn (+30) ... $3d^{10}4s^2$; Cd (+48)... $4d^{10}5s^2$; Hg (+80)... $5в^{10}6s^2$

Бул элементтердин щелочтуу жер металлдарынан озгочолүгү $(n-1)$d АО бардыгы 18 электрон, ал эми акыркы электрондук деңгээлинде 2ден электрону болот. Ал эми щелочтуу жер металлдарда бериллийден башкасында 8 электрон, ал эми эң сыртында экиден электрондору болот. Химиялык реакцияга киргенде цинк подгруппасынын отмо металлдары эң сырткы орбитасындагы эки электронун жоготушат да +2 окистенүү даражасы менен бирикмелерди пайда кылышат. Алар щелочтуу жер металлдарынын элементтеринен айырмаланып, өздөрүнө

мүнөздүү комплекстүү бирикмелерди түзүүгө жөндөмдүү келишет. Цинк подгруппасындагы элементтердин бардыгы күмүш сыяктуу жалтырак, кристаллдык түзүлүшкө ээ болгон металлдар, ал эми сымап кадимки шартта суюк абалда болот. Сымап металлдардын электр-химиялык чыңалуу катарында суутектен кийин турат, ошондуктан кычкылтектин таасирине туруктуу келет. Экинчи группанын негизги группасындагы металлдардын оксиддери, гидроксиддери негиздик касиеттерге ээ, ал эми цинк подгруппасынын элементтеринин оксиддери амфотердик касиеттерге ээ болушат, башкача айтканда начар негиздик касиеттерге ээ.

Цинк

Бирикмелеринде туруктуу +2 окистенүү даражасын көрсөтөт. Мисалы, цинк оксиди, гидроксиди, хлориди ж. б.

$Zn^{+2}O$, $Zn^{+2}(OH)_2$, $Zn^{+2}Cl_2$

Жаратылышта кездешиши

Цинк жаратылышта эркин абалда дээрлик кездешпейт. Бирикмелери кен түрүндө кездешет: гальмей же $ZnCO_3$, цинк обманкасы ZnS (сфалерит). Жер кыртышында болжол менен 0,01% өлчөмүндө цинк шпаты кармалып жүрөт. Канамик $Zn_2SiO_4H_2OZnCO_3$, «кызыл цинкит» же цинктин оксиди ZnO.

Алынышы

Цинкти анын кендеринен байытуу ыкмасы менен цинктик концентратын алат. Көмүртек, көмүртек (II) оксиди жана суутек менен калыбына келтирүү менен таза цинкти алышат:

$2ZnS+3O_2 = 2ZnO + 2SO_2\uparrow$ $\qquad ZnO+C \xrightarrow{1100^\circ-1400^\circ} Zn + CO$

$ZnO + H_2 \xrightarrow{1000^\circ} Zn + H_2O$ $\qquad ZnO+CO \xrightarrow{1000^\circ-1100^\circ} Zn + CO_2$

Физикалык касиеттери

Цинк күмүш сыяктуу жалтырак, тыгыздыгы 7,13 *г/см³* болгон оор металл. Төмөнкү t° майдаланып кетүүчү касиетке ээ, ал эми 100°–150°C ийилчээк, чоюлчаак келип, жука металл пластинкасы алынат. Жаратылышта беш изотобу бар. Мисалы, $^{64}_{30}Zn$, $^{66}_{30}Zn$, $^{68}_{30}Zn$, $^{67}_{30}Zn$, $^{70}_{30}Zn$.

Химиялык касиеттери

Цинктин химиялык активдүүлүгү щелочтуу жана щелочтуу жер металлдарынан начарыраак, ал эми коргошун, калай, жез, сымап, күмүш жана алтындын активдүүлүгүнөн жогору болот. Цинкти кургак абада кармаганда көп убакытка чейин металлдык жалтырактык

касиетин жоготпойт, ал эми абанын нымдуу болушу менен цинк оксиддик катмар менен капталат да, андан ары атмосферада металлдын бузулушунан, коррозияга учурашынан сактайт. Цинк кадимки температурада суу менен реакцияга кирбейт, ал эми температураны жогорулатууда цинк суу менен активдүү реакцияга кирет. Эгерде цинкти оксиддик катмарынан тазалап, суу менен ысытсак, реакция суутекти бөлүп чыгаруу менен жүрөт.

Биринчи учурда: $Zn + H_2O = ZnO + H_2\uparrow$

Экинчисинде: $Zn + 2H_2O = Zn(OH)_2 + H_2\uparrow$

Температураны көтөрүү менен Zn галогендер менен реакцияга кирип, галогениддерди – туздарды пайда кылат:

$Zn + F_2 = ZnF_2$ $\quad Zn + Cl_2 = ZnCl_2$ $\quad Zn + S = ZnS$ ж.б.

Күкүрттүү суутек металлдык цинкке таасир эткенде анын үстүнкү бети цинк сульфидинин чыдамдуу жука катмары менен капталып, металлдын андан ары реакцияга кирүүсүн токтотот:

$$Zn + H_2S = ZnS + H_2\uparrow$$

Цинк суюлтулган туз жана күкүрт кислоталары менен реакцияга кирип, тиешелүү туздарды пайда кылат:

$$Zn + 2HCl_{(c)} = ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + H_2SO_{4(c)} = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

Ал эми концентрацияланган күкүрт жана азот кислоталары менен реакцияга киргенде цинк калыбына келтиргич касиетин гана көрсөтөт, суутек бөлүнүп чыкпайт:

$$Zn^0 + 2H_2SO_{4(k)} = ZnSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

$$4Zn + 10HNO_{3(c)} = 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

Цинк щелочтор менен амфотердик касиетин көрсөтүп, суутекти бөлүп чыгарат:

$$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$$

Цинк металлдардын активдүүлүк катарында өзүнөн кийинки металлдарды бирикмелеринен сүрүп чыгара алат:

$CuSO_4+Zn=ZnSO_4+Cu$ $\qquad CdSO_4+Zn=ZnSO_4+Cd$

Цинк бирикмелери

ZnO цинк оксиди жаратылышта кен түрүндө кездешет. Борпоң ак түстөгү зат. Бул бирикме амфотердик касиетке ээ болгондуктан кислоталарда жана щелочтордо оңой эрип, реакцияга кирет, натыйжада цинк туздары жана цинкаттар пайда болот:

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$

$$ZnO + 2NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4]$$

Цинк оксидин ысытканда негиздик оксиддер менен реакцияга кирип цинкаттарды, ал эми кремний (IV) оксиди менен айнек сыяктуу массаны пайда кылат:

$$ZnO + CaO = CaZnO_2; \quad ZnO + SiO_2 = ZnSiO_3$$

$Zn(OH)_2$ цинк гидроксиди ак түстөгү чөкмө абалында болот. Бул чөкмө цинктин туздары щелочтор менен реакцияга киргенде пайда болот. Амфотердик касиетин көрсөтөт.

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$$

Цинк гидроксиди аммиакта жеңил эрип цинктин аммиакаты деп аталган комплекстүү бирикмени пайда кылат:

$$Zn(OH)_2 + 4NH_4OH = [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$$

Цинктин жогоруда келтирилген бирикмелеринен башка дагы туздары бар.

Жаратылышта ZnS цинк обманкасы, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ цинк купоросу, $ZnCl_2$ цинк хлориди ж.б. туздары кеңири түрдө таралган.

Колдонулушу

Цинк ар түрдүү тармактарда колдонулат. Темир жана болоттон жасалган буюмдардын бетин коррозиядан сактоо үчүн каптоого пайдаланылат. Цинктин алюминий менен куймасы латунь түрүндө көп колдонулат. Цинк гальваникалык элемент катары пайдаланылат жана айыл чарбасында микроэлемент катары өсүмдүктөрдүн өсүшү үчүн жакшы шарт түзөт. Цинк туздары ветеринарияда күйүк, жара айыктыруучу май катары цинк оксиди пайдаланылат. Цинк оксиди ZnO техникада ак боёкту алууда жана резина, замазка, соргуч кагаздарды чыгарууда бириктирүүчү зат катары колдонулат. Цинк сульфаты $ZnSO_4$, цинк хлориди $ZnCl_2$ жыгачтарды чиритпей сактоо үчүн, ал эми цинк, күмүш сульфиддери ZnS + CdS телекөрсөтүүчү экрандарды, түтүктөрдү даярдоо үчүн пайдаланышат.

Сымап

Сымаптын атомунун түзүлүшү Hg (+80) ... $5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2$, ал цинк металлы сыяктуу бирикмелеринде туруктуу +2 окистенүү даражасын көрсөтөт, сымаптын оксиди, гидроксиди, хлориди ж. б. туздары белгилүү:

$$HgO, \ Hg(OH)_2, \ HgCl_2 \ \text{ж. б.}$$

Сымап байыркы замандан бери белгилүү металлдардын бири. Башка металлдардан айырмаланып, кадимки шартта, сымап суюк түрдөгү өзгөчө жалтырак жана тыгыздыгы жогору металл.

Жаратылышта кездешүүсү

Жаратылышта сымап эркин абалда аз кездешет, кобүнчө бирикмелер түрүндө болот: сульфид HgS; селенид $HgSe$; теллурид $HgTe$; оксид HgO; хлорид $HgCl_2$ ж. б. минералдарда көп кездешет. Кеңири таралган кендеринен HgS – киноварь – сымап сульфиди сымапты өндүрүүчү негизги булактардын бири.

Алынышы

Сымапты, анын кени киновардан HgS алышат. Бул учурда сымап буу түрүндө бөлүнүп чыгат, аны муздаткыч кабыл алгычтардын жардамы менен суюк абалга айландырышат:

$$HgS + O_2 = Hg + SO_2$$

Мындан тышкары темир же кальций оксиди менен ысытып, таза сымапты алууга болот:

$$HgS + Fe = Hg + FeS; \qquad 4HgS + 4CaO = 4Hg + 3CaS + CaSO_4$$

Физикалык касиеттери

Сымап күмүш сыяктуу ак түстөгү жалтырак суюк металл, 38,84°С катуу абалга өтөт, 356,95°Сде кайнайт. Катуу абалында ийилгич, чоюлгуч металл. Сымап менен көп металлдар амальгамаларды пайда кылышат. Сымаптын буусу өтө уулуу болот, эгерде организм ууланса, оңой менен чыкпайт, көпкө чейин уулантып жүрө берет, ошондуктан сымап менен өтө этият мамиле жүргүзүү талап кылынат.

Химиялык касиеттери

Кадимки шартта кургак аба, кычкылтек сымапка таасир бербейт, бирок азыраак өлчөмдө нымдуу абанын болушу менен сымап реакцияга кирип, сымаптын боз түстөгү оксидин пайда кылат. Эгерде 350°Сге чейин ысытсак, сымап абада кызыл түстөгү оксидин HgO пайда кылат, аны 500°Сге ысытсак, кайра жөнөкөй заттарга сымапка жана кычкылтекке ажырап кетет. Сымап бирикмелеринде дайым +2 окистенүү даражасын көрсөтөт, бирок, кара түстөгү сымап (I) оксиди Hg_2O дагы бар экендиги белгилүү:

$$2Hg + O_2 \xrightarrow{350^\circ C} 2HgO; \quad 2HgO \xrightarrow{500^\circ C} 2Hg + O_2$$

Кадимки шартта сымап хлор менен Hg_2Cl_2 пайда кылат, анан сымаптын хлоридине – сулемага $HgCl_2$ өтөт.

$$Hg + Cl_2 = HgCl_2$$

Сымап күкүрт менен жеңил эле реакцияга кирет. $Hg + S = HgS$ сульфиди пайда болот. Ошондуктан сымап жерге төгүлүп калган учурда күкүрт менен иштетип, тазалап алышат. Сымап суюда жана щелоч-

тордо эрибейт, ал эми кислоталарда эрийт, сымаптын санына жараша аньш +1 жана +2 окистенүү даражасындагы туздарды пайда кылышат:

$$Hg+2H_2SO_4=HgSO_4+SO_2+2H_2O; \quad Hg + Hg(NO_3)_2 = Hg_2(NO_3)_2$$

$$3Hg+8HNO_3=3Hg(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$

Сымап +2 сымаптын хлоридинде $HgCl_2$ сымап +1ге чейин калыбына келет.

$Hg + HgCl_2 = Hg_2Cl_2$ (каломель) сууда эрибейт.

Сымап бирикмелери

HgO сымап оксиди сары жана кызыл түстөгү зат, ысытканда жеңил эле сымапка жана кычкылтекке ажырап кетет. Сымаптын (II) оксиди негиздик оксид, ошондуктан кислоталар менен реакцияларга кирип, жеңил эрий турган туздарды пайда кылышат:

$$HgO+2HCl=HgCl_2+H_2O; \qquad HgO+2HNO_3=Hg(NO_3)_2+H_2O$$

Сымап (II) оксиди сууда эрибейт, ал щелочтордо сымаптын туздарынын эришинен пайда болот:

$$HgCl_2+2NaOH=2NaCl+HgO+H_2O$$

$$Hg(NO_3)_2+2NaOH=2NaCl+HgO+H_2O$$

Сымаптын туздары катализатор катарында көптөгөн химиялык процесстерге катышат. Мисалы, сулема ацетиленди гидрохлордоодо катализатордук касиетин көрсөтөт:

$$CH \equiv CH + HCl \xrightarrow{HgCl_2} CH_2 = CHCl$$

Кучеровдун реакциясында сымап сульфиди пайдаланылат:

$$CH \equiv CH + H_2O \xrightarrow{HgSO_4} CH_3COOH$$

$Hg(NO_3)_2$ сымап нитраты сууда жакшы эрийт, ысытканда сымап оксидине HgO чейин ажырайт. Сымап күчтүү окистендиргич болгондуктан, аны туздарынан активдүү металлдардын жардамы менен калыбына келтирип алышат:

$$Hg^{+2}(NO_3)_2 + Zn^0=Hg^0+Zn(NO_3)_2$$

Сымап кошулган пестициддерди ажыратып билүү үчүн «сымап күзгү» деп аталган реакция пайдаланылат. Ал үчүн таза жез тыйындын үстүнө пестицидди салса, тыйындын үстүндө жалтыраган суюктук бөлүнүп чыкканы көрүнөт:

$$Hg^{+2}+ Cu^0 = Hg^0 + Cu^{+2}$$

Сымаптын колдонулушу

Металл түрүндөгү сымап ар түрдүү куралдарды – кварц лампаларын термометр ж. б. жасоодо колдонулат. Мисалы, сулема $HgCl_2$ антисептик жана дезинфекция жасоочу зат катары колдонулат. Сулема өтө уулуу зат, анын 0,2–0,4 *г* адамды өлүмгө дуушар кылат. HgS киноварь көбүнчө кызыл боёк жасоодо пайдаланылат.

§ 3. Титан подгруппасынын металлдары

Атомунун электрондук түзүлүшү төмөнкүдөй:

Ti (+22) ...$3d^2 \cdot 4s^2$; Zr (+40) ...$4d^2 \cdot 5s^2$; Hf (+72) ...$5d^2 \cdot 6s^2$

Эң сырткы орбитасында 2 электрону, ал эми астыңкы катмарында 2,6,2 электрондору бар. Химиялык реакцияга киргенде титан, цирконий, гафний 2,3 кээде 4 электронун берип, бирикмелерди пайда кылат. Ошондуктан алар окистенүү даражалары Me^{+4}, Me^{+3}, Me^{+2} ни көрсөтүшөт. Титан подгруппасындагы элементтердин эң туруктуу бирикмелери окистенүү даражалары +4 болгон учуру. Титан, цирконий жана гафний катуу абалында күмүштөй ак, жалтырак, чоюлчаак, ийилчээк, жеңил, катуу металлдар, кристаллдык торчолору гексагоналдык жана борборлоштурулган куб түрүндө болот. Кадимки шартта үчөө тең коррозияга туруктуу.

Титан

Титан эң сырткы катмарында 2 электронун эле бербестен, астыңкы $3d^2$ деңгээлиндеги электронун берүүгө жөндөмдүү болот. Бирикмелеринде Ti^{+2}, Ti^{+3}, Ti^{+4} деген окистенүү даражасын көрсөтө алат, бирок +4 окистенүү даражасы менен туруктуу бирикме. Мисалы, TiO_2, $TiCl_4$

Жаратылышта кездешүүсү

Титан жаратылышта кеңири тараган, жер кыртышында 0,6% кармалып жүрөт. Жаратылышта титан титаномагнетин $FeTiO_3 \cdot nFe_3O_4$, ильменит $FeTiO_3$, сфен $CaTiSiO_5$ жана рутил TiO_2, брукит TiO_2, анатаз TiO_3 деген минералдар түрүндө кездешет.

Алынышы

Таза титанды алуунун бир нече ыкмасы бар. Адегенде титан (IV) оксидин көмүртекти катыштырып, хлор менен иштетип, титан тетрахлоридин алышат:

$$TiO_2 + 2Cl_2 + 2C = TiCl_4 + 2CO\uparrow$$

Андан кийин, тетрахлоридди щелочтуу же щелочтуу жер металлдарын болоттон жасалган туюк идиште ысытуу менен таза титанды алууга болот:

$$TiCl_4 + 2Mg = Ti + 2MgCl_2$$

Бул ыкма магний-термикалык деп аталат, 850°Сде ишке ашат.

Кийинки кездерде титанды титан кендерин иоддоо ыкмасы менен байытып, 1800°С учма келген тетраиодидди вольфрам ысык жиби аркылуу термикалык диссоциация жүргүзүү менен көп санда өндүрүп алуу мүмкүнчүлүгүн пайдаланып жатышат:

$$TiI_4 \rightleftarrows Ti + 2I_2\uparrow$$

Физикалык касиеттери

Титан күмүш түстүү ак, жалтырак, ийилчээк, жеңил, бирок катуу металл. Титандын гексагоналдык жана борборлоштурулган куб модификациялары белгилүү. Титан башка металлдарга салыштырмалуу жеңил металлдарга кирет, тыгыздыгы 4,49 *г/см*³, 20°С ошол эле учурда кыйындык менен эрүүчү катуу металл, эрүү $t_э°$=1677°С, кайноо $t_к°$ = 3277°С, коррозияга туруктуу болот, алюминий сыяктуу кабыкча менен капталган.

Химиялык кисиеттери

Титан кадимки температурада коррозияга туруктуу, ал эми 610°С кычкылтекте күйөт. Титан майдаланган абалында суу менен реакцияга 700°С – 800°С кирип, суутекти сүрүп чыгат:

$$Ti + 2H_2O \xrightarrow{700°-800°} TiO_2 + 2H_2\uparrow$$

Титан бардык галогендер менен активдүүлүгүнө жараша 150°С–400°С реакцияга кирип тетра галогениддерди пайда кылат:

$$Ti + 2F_2 \xrightarrow{150°} TiF_4; \quad Ti + 2I_2 \xrightarrow{400°} TiI_4$$

Ал эми 700°С – 800°С титан азот, күкүрт, көмүртек, фосфор менен аракеттенишет:

$$Ti + P \xrightarrow{1000°} TiP; \quad Ti + 2S \xrightarrow{700°} TiS_2$$

Суюлтулган кислоталардан суутекти сүрүп чыгарат:

$$Ti + 4HCl \rightarrow TiCl_4 + H_2$$

Титан падыша арагында жакшы эрийт:

$$3Ti + 12HCl + 4HNO_3 = 3TiCl_4 + 4NO + 8H_2O$$

Титандын колдонулушу

Деңиз суусунда колдонулуучу куралдарды жасоодо, ар түрдүү куймаларды алууда, аба учактарынын, деңиз кемелеринин, вагондордун тетиктерин титан менен каптоодо, легирленген болот алууда (ферротитан феррокарбютитан, ферросиликотитан ж.б.), минералдык ак боёкту даярдоодо, өзгөчө катуу куймалары: карбид, нитрид, бромиддери механикалык жактан туруштук берүүчү, кесүүчү, бургурлоочу тетиктерди жасоодо пайдаланылат. Титан хлориди $TiCl_4$ алтынды, күмүштү, сымапты калыбына келтирүү үчүн, ал эми титан нитриди, карбиди TiN, TiC өтө катуу, баалуу таштарды жылмалоодо колдонулат. Титан карбидинен түзөтүүчү аппараттар, электроддор жасалат.

§ 4. Хром подгруппасынын металлдары

Хром, молибден, вольфрам атомдорунун электрондук түзүлүшү төмөнкүчө:

Cr (+24) $...3d^5{\cdot}4s^1$; Mo (+42) $...4d^5{\cdot}5s^1$; W (+74) $...5d^4{\cdot}6s^2$

Хром менен молибдендин эң акыркы катмарында бирден электрону бар, астыңкы катмарында 2,6,5 электрон жайгашкан. Ал эми вольфрамдын эң акыркы катмарында 2 электрон, астыңкы катмарында 2,6,4 электрон жайгашкан. Химиялык реакцияга кирген учурунда хром, молибден, вольфрам бирикмелеринде 2,3,4,5,6 валенттүүлүктү көрсөтүшөт. Хром подгруппасындагы элементтер Cr, Mo, W катуу, жалтырак, жогорку температурада балкып ээрий турган металлдар. Бирок хром молибден менен вольфрамга салыштырмалуу морт, үбөлөнмө келет. Молибден катуу болгону менен жакшы жылмаланып, жогорку температурада ал каңдоого, чоюуга элпек келет. Вольфрам бардык металлдардын ичинен ото жогорку температурага туруштук берет, 3410°Сде эрийт. Химиялык активдүүлүгү боюнча хром подгруппасындагы элементтер төмөнкү активдүүлүктү көрсөтүшот. Молибден менен вольфрам хромго караганда жакындыгы бар. Табиятта бул элементтер жалаң гана бирикмелер абалында кездешет.

Хром

Эгерде туура иреттүүлүктогү электрондук толтуруу жүрсө, сырткы катмарынын электрондук формуласы $3d^4 \cdot 4s^2$ болмок. Демек, валенттик катмарынын бир электрону sтен dга өтүү мүмкүнчүлүгүн колдонуп (жарымы бирден электрон менен толтурулган), ички катмарга өтүп кеткен да, $3d^5 \cdot 4s^1$ формуласына ээ болуп калган. Ошондуктан хром бирикмелеринде Cr^{+1}, Cr^{+2}, Cr^{+3}, Cr^{+4}, Cr^{+5}, Cr^{+6} окистенүү даражасын көрсотө алат, бирок +1, +4, +5ке барабар болгон окистен-

ген абалдарынын бирикмелери туруксуз болгондуктан, хром +2,+3,+6 окистенүү даражалары менен туруктуу бирикмелерди беришет: хром (II) оксиди, хлориди жана хром (III) оксиди, гидроксиди CrO, $CrCl_2$, Cr_2O_3, $Cr(OH)_3$, CrO_3, K_2CrO_4 ж. б. бирикмелери белгилүү.

Жаратылышта кездешүүсү

Хром жаратылышта кеңири таралган элементтердин бирине кирет. Кендердин курамында бирикмелер абалында болот. Эң кеңири таралган кендер төмөнкүлөр:

$FeCr_2O_4$ – хромит, $Mg,Fe\,Cr_2O_4$ – магнохромит, $Fe(CrAl)_2O_4$ – алюмохромит, $PbCrO_4$ – крокоит жана Cr_2O_3 – хром охрасы түрүндө кездешет.

Алынышы

Хром өнөржайда электр мешинде хромдуу темирди жана хром оксидин көмүр, көмүртек, алюминий менен калыбына келтирүүдөн алынат:

$$Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3$$

$$FeCr_2O_3 + 3C = Fe + 2Cr + 3CO$$

$$FeCr_2O_3 + 2Al = Fe + 2Cr + Al_2O_3$$

Физикалык касиеттери

Хром ак, жалтыраак металл. Анын тыгыздыгы 7,2 *г/см*^{3}, эрүү температурасы 1903°C, кайноо температурасы 2570°C. Хром абада сыртынан жука катмар – хромдун оксиди менен капталып калат, бул анын андан ары окистенишинен сактайт. Хромго көмүртекти кошсок катуулук сапаты жогорулайт, бирок морт, үбөлөнгүч болуп калат, ошондуктан башка металлдар менен куймалары кеңири алынат жана колдонулат.

Хромдун химиялык касиеттери

Хромдун сырткы бетиндеги байланыштарга катышпай калган электрондор бош валенттүүлүк бирдиктерди пайда кылгандыктан, анын бети абада жука оксиддик кабыкча менен капталат, ошондуктан бөлмө температурасында фтордон башка заттар менен реакцияга кирбейт. Ысытканда хром терс электрлүү элементтердин дээрлик баардыгы менен аракеттенишип, иондук жана уюлдук бирикмелерди пайда кылат:

$$2Cr + 3F_2 = 2CrF_3 \qquad 4Cr + 3O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2Cr_2O_3$$

$$2Cr + 3Cl_2 \xrightarrow{t^\circ} 2CrCl_3 \qquad 2Cr + 3S \xrightarrow{t^\circ} Cr_2S_3$$

Ал эми хромдун +2,+3 жана +6 окистенүү сандарында хром негиздик, амфотердик жана кислоталык касиеттерге ээ. Бул касиет-

тер иондук радиустарга көзкаранды болгондуктан үчүнчү мезгилдин элементтерине салыштырмалуу карап көрөлү.

Mg^{+2} – 0,78 Å	Al^{+3} – 0,57 Å;	S^{+6} – 0,30 Å
Cr^{+2} – 0,81 Å	Cr^{+3} – 0,64 Å	Cr^{+6} – 0,35 Å
$Mg(OH)_2$ негиз	$Al(OH)_3$ амфотердик негиз	H_2SO_4 кислота

Ушундай эле радиуска ээ болгон хром бирикмелери көрсөтүлгөндөй касиеттерге ээ болот:

$Cr(OH)_2$ негиз	$Cr(OH)_3$ амфотердик негиз	$Cr(OH)_6$ же H_2CrO_4 кислота
CrO негиздик	Cr_2O_3 амфотердик	CrO_3 кислоталык оксид

Хром бирикмелери

Хром грекче «боёк» дегенди түшүндүрөт. Чындыгында эле хром d элементтеринин катарында туруп, электрондорунун түзүлүшүнө ылайык жарык нурларынын кай бир узундуктары электр-магниттик толкундарын тандап сиңирүү, түстүү иондорду пайда кылуу мүмкүнчүлүгү бар.

хром (II) оксиди CrO – кара	хром (II) гидроксиди $Cr(OH)_2$– жашыл	хроматион CrO_4^{-2} – сары
хром (III) оксиди Cr_2O_3– жашыл	хром (III) гидроксиди $Cr(OH)_3$ – бозомтук жашыл	эки хроматион $Cr_2O_7^{-2}$– кызгылт

Хром (II) оксиди кара түстөгү порошок, негиздик оксиддерге кирет, ага $Cr(OH)_2$ гидроксиди ылайык. Хром (II) гидроксидин анын туздарына щелочторду кошуу менен алышат:

$$CrCl_2 + 2NaOH = \downarrow Cr(OH)_2 + 2NaCl$$

Пайда болгон хром (II) гидроксидин экиге бөлүп алып, бирине кислотаны, экинчисине щелочту таасир этсек, щелочто эрибей тургандыгын көрөбүз, демек хром (II) гидроксиди негиз, ал эми хром (II) оксиди негиздик оксиддерге кирет. Хром (II) хлориди $CrCl_2$ кристаллдык зат, нымды, сууну тартып алууга жөндөмдүү болот. Суудагы каныккан эритмесинен көгүлтүр түстөгү $CrCl_2 \cdot 4H_2O$ кристаллогидрат пайда болот. Хром (II) хлоридин хром менен туз кислотасынын аракеттешүүсүнөн пайда болот. Эгерде кислота ашыкча алынса, эритмедеги суутектин иондору менен окистенип, хром $Cr^{+2} \rightarrow Cr^{+3}$ окис-

тенүү даражасына өтөт. Электрондон биринен экинчисине жылууга жөндөмдүү болот:

$$Cr+2HCl=CrCl_2+H_2; \quad 2CrCl_2+2HCl=2CrCl_3+2H_2.$$

Хром Cr^{+3} бирикмелери бир кыйла туруктуу жана көп таралган. Туздарынын эритмелери жашыл түстө болот. Хром (III) оксидин лабораторияда төмөнкү реакцияларды пайдаланып алышат:

$$4Cr+3O_2 \xrightarrow{t^{\circ}C} 2Cr_2O_3$$

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^{\circ}C} Cr_2O_3+N_2+4H_2O$$

Хром (VI) оксиди CrO_3 табиятта «хром охрасы» деген ат менен кездешет. Жашыл түстө болот, түсү туруктуу болгондуктан боёк катары көп тармакта колдонулат. Хром (III) оксидине көгүш же жашыл түстөгү $Cr(OH)_3$ хром (III) гидроксиди туура келет. Щелочь, сода менен реакцияланышат:

$$Cr_2O_3+2KOH=2KCrO_2+H_2O \qquad Cr_2O_3+Na_2CO_3=2NaCrO_2+CO_2$$

Хром (III) туздарына щелочторду таасир этүү менен хром (III) гидроксиди алынат:

$$CrCl_3+3NaOH=\downarrow Cr(OH)_3+3NaCl$$

Хром (III) гидроксиди амфотердик касиетке ээ болот:

$$Cr(OH)_3+3HCl=CrCl_3+3H_2O; \quad Cr(OH)_3+NaOH=NaH_2CrO_3+H_2O$$

Хром (III) гидроксидин ысытса, курамындагы сууну жоготуп хром (III) оксидине айланат:

$$2Cr(OH)_3 \xrightarrow{t^{\circ}C} Cr_2O_3+3H_2O$$

Хром (III) хлориди $CrCl_3$ сыя кызыл түстөгү кристаллдык зат. Аны 600°С хром менен хлордун түздөн-түз кошулушунан алууга болот:

$$2Cr+3Cl_2 \xrightarrow{600^{\circ}C} 2CrCl_3$$

Ошондой эле хром (III) оксидине көмүр жана 700–800°С ысытылган хлорду таасир этүү менен хром хлоридин алууга болот:

$$Cr_2O_3+3C+3Cl_2=2CrCl_3+3CO$$

Хром (III) туздары көп жагынан алюминий туздарына окшош болушат. Суудагы эритмелеринде гидролизге учурайт. Хром (III) бирикмелери сыякөк түстө болот, эгер ысытса, жашыл түскө өтөт, ал эми муздагандан кийин баштапкы сыякөк түсүнө келет. Түстөрдүн

мындай өзгөрүүсү туздардын гидратациясы ар түрдүү түстөгү изомерлерди пайда кыла алат деген түшүнүктү пайда кылат.

$$[Cr(H_2O)_6]Cl_3;\ [Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2;\ [Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O\ .$$

сыякөк кочкул жашыл ачык жашыл

Хромдун маанилүү бирикмелеринин бири хром (VI) оксиди CrO_3 жана анын кислоталары: H_2CrO_4 – хром кислотасы, $H_2Cr_2O_7$ – дихром кислотасы. Хром (VI) оксиди CrO_3 күрөң кызыл түстөгү кислоталык оксид, өтө уулуу кристаллдык зат. Анын хроматына жана дихроматына күчтүү кислоталарды таасир этип алышат:

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = 2CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O\ .$$

Хром (VI) оксидинин суудагы эригенине жараша саргыч кызыл жана кызыл түстөгү, кычкыл даамы бар эритмелерди, б.а. кислоталарды пайда кылат.

H_2CrO_4 – монохром кислотасы; $H_2Cr_2O_7$ – дихром кислотасы

$H_2Cr_3O_{10}$ – трихром кислотасы; $H_2Cr_4O_{13}$ – тетрахром кислотасы

Хром оксиди CrO_3 күчтүү окистендиргич. Ага органикалык спиртти күкүрт кислотасынын катышуусунда күйгүзөт, реакция күчтүү жарылуу менен жүрөт:

$$4CrO_3 + C_2H_5OH + 6H_2SO_4 = 2Cr_2(SO_4)_3 + 2CO_2 + 9H_2O$$

Хром кислоталарынын щелочтуу металлдар жана аммоний иону менен пайда болгон туздары сууда жакшы, ал эми калган металлдардын туздары сууда начар эришет. $K_2Cr_2O_7$ калий дихроматы күчтүү окистендиргич катарында химиялык технологияда кеңири колдонулат.

$$K_2Cr_2O_7 + 3Na_2SO_3 + 4H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$$

Бул реакция кычкыл чөйрөдө жүрөт. Калий дихроматынын кызгылт сары түсү Cr^{+3} ионунун негизинде жашыл түскө өтөт. Дихроматтар ошондой эле иодид жана бромиддерди эркин галогендерге чейин окистендирет.

$$K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3J_2 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$$

Дихроматтар бромдуу суутек менен реакцияга киргенде кычкыл чөйрө түзүүнүн кажети жок, себеби HBr кислотасы калыбына келтирүүчү чөйрөнү өзү түзө алат:

$$K_2Cr_2O_7 + 14HBr = 2CrBr_2 + 3Br_2 + 4KBr + 7H_2O$$

Колдонулушу

Хром катуу, анын үстүнө туруктуу оксиддик кабыкчаны пайда кылгандыктан электролиз ыкмасы менен металлдарды хромдоодо

колдонулат, темир аралашкан куймасы жогорку сапаттагы дат баспаган болотторду өндүрүү үчүн темирге кошулат. Көпчүлүк бирикмелеринде ачык жана тунук түстү бергендиктен, хроматтар менен бихроматтардан анилин боекторун алышат. Хром (III) оксиди Cr_2O_3 китеп басмасында, фосфор менен айнекти көгүлтүр түскө боёодо колдонулат. Жаратылышта кездешүүчү коргошун хроматы $PbCrO_4$ сары күрөң, сары боекторду даярдоо үчүн пайдаланылат. Хроматтар, дихроматтар техникада, терини иштетүүдө, текстиль, боек, фармацевтик өнөржайларда кеңири колдонулат. «Нихром» – хром менен никелдин «хромаль» деген куймалардын каршылыктары өтө жогору болгондуктан аларды ар түрдүү ысытуучу приборлорду жасоодо, өнөржай иштеринде ысытуучу элемент катары колдонулат.

Молибден

Молибден атомунун түзүлүшү хромдукуна окшош. d АО беш ячейкасы бирден электрон менен толгон. Бирикмелеринде Mo^{+2}, Mo^{+3}, Mo^{+4}, Mo^{+5}, Mo^{+6} окистенүү даражаларын көрсөтөт, бирок булардын ичинен туруктуу бирикмени окистенүү даражасы Mo^{+6} болгондору пайда кылат.

Жаратылышта кездешүүсү

Молибден жаратылышта дисульфид, молибдат, оксиддер ж.б. абалда учурайт. Жалпы жер кыртышында 0,001% өлчөмүндө кездешет: MoS_2 – молибденит, молибден көп кармалган 60% жаратылыш минералы. $CaMoO_4$ – павеллит, $Fe(MoO_4)_3 \cdot 7{,}5H_2O$ – молибден охрасы же ферромолибденит, $PbMoO_4$ – вульфенит ж. б. минералдары белгилүү.

Алынышы

Молибденди алуу үчүн анын кендерин байытып, андан кийин аны суутек менен калыбына келтирип алышат:

$$2MoS_2+7O_2=2MoO_3+4SO_2$$

Молибден (VI) оксидин суутек менен ысытып калыбына келтирүү эки баскыч менен жүрөт:

$$MoO_3 + H_2 \xrightarrow{600-700^\circ C} MoO_2 + H_2O$$

$$MoO_2 + 2H_2 \xrightarrow{950-1100^\circ C} Mo + 2H_2O$$

MoO_3 (VI) оксидин металлотермикалык ыкма менен кальций, магний, алюминий, цинк ж. б. да калыбына келтирип алышат.

$$MoO_3 + 3Ca = Mo + 3CaO \quad MoO_3 + 2Al = Mo + Al_2O_3$$

Ошондой эле кремний, кобальт, көмүртек менен да калыбына келтирип молибденди алышат:

$$2MoO_3 + 3Si = 2Mo + 3SiO_2 \quad MoO_3 + 3C = Mo + 3CO$$

Физикалык касиеттери

Молибден күмүштөй ак түстөгү металл. Молибден гексагоналдык жана борборлоштурулган кубдук кристаллдык торчодогу түзүлүшкө ээ, ал оор металлдарга кирет. Тыгыздыгы 10, 22 *г/см*^{3}, эрүү температурасы 2610°С, ал эми кайноо температурасы 4830°С. Электр тогун өткөрүмдүүлүгү никель, платина, темир, сымаптардан жогору турат. Молибден оңой ийилет, чоюлат, жеңил ийкемдүү штамповкалаганга, созгонго ж. б. механикалык касиеттерге ээ болгон металл. Башка металлдар менен болгон куймалары көп, дээрлик бардык тармактарда колдонулат.

Химиялык касиеттери

Бөлмө температурасында молибден туруктуу касиетке ээ. Температураны 500°Сге чейин ысытсак молибден кычкылтек менен оңой реакциялашат:

$$2Mo + 3O_2 \xrightarrow{500^\circ C} 2MoO_3^{-2}$$

Молибден өзүнүн бирикмелеринде +2 , +3 , +4 , +5, +6 деген окистенүү даражасын көрсөтө алат, бирок булардын +6 менен болгон бирикмеси туруктуу болот. Молибденди 700–800°С суу буусу менен аракеттендирип, адегенде молибден (IV) оксидине MoO_2, андан ары ысытууну улантканда MoO_3 молибден (VI) оксидине өтөт:

$$Mo + 2H_2O \xrightarrow{700^\circ C} MoO_2 + 2H_2$$

$$MoO_2 + H_2O \xrightarrow{700\text{–}800^\circ C} MoO_3 + H_2$$

Молибден галогендер менен активдүүлүгүнө жараша фтор менен 60°С, калгандары 60–800°С химиялык реакцияга кирет:

$$Mo + 3F_2 \xrightarrow{60^\circ C} MoF_6 \qquad 2Mo + 5Cl_2 \xrightarrow{300^\circ C} 2MoCl_5$$

$$Mo + 2Br_2 \xrightarrow{600^\circ C} MoBr_4 \qquad 6Mo + 6I_2 \xrightarrow{800^\circ C} [Mo_6I_8]I_4$$

Молибденге жогорку температураны берүү менен MoSe – селенид, $MoTe_2$ – теллурид, MoS_2 –сульфид, Mo_3N – нитрид ж.б. пайда кылуу менен жүргөн реакцияга кире алат. Бөлмө температурасында HCl, HF, HNO_3 кислоталарынын эритмелерине туруктуу келет. Падыша арагында жана концентрациясы жогору болгон азот кислотасында эрийт.

Молибден бирикмелери

Молибдендин +2, +6га чейин окистенүү даражасын көрсөткөн бирикмелери көп, бирок биз молибден +6 туруктуу окистенүү даражасын көрсөткөн бирикмелерине токтолуп, касиеттерин карайбыз. MoO_3 – кислоталык оксид, ага H_2MoO_4 кислотасы ылайык келет жана ком-

плекстүү бирикмелерди пайда кылат. Молибден (VI) оксиди MoO_3– өтө көп түрдүү түстү бере алат – ак, сары, саргыч кызыл, кызыл, күрөң жашыл.

Молибден (VI) оксиди щелочтор менен реакцияга кирип изомерлүү комплекстик бирикмелерин пайда кылууга жөндөмдүү келет:

$$MoO_3+2NaOH=Na_2MoO_4+H_2O$$

$$3MoO_3+2NaOH=Na_2[Mo_3O_{10}]+H_2O$$

Молибден кислотасы H_2MoO_4 – ак түстөгү кристаллдык зат. Молибден кислотасынын эки модификациясы бар, сары – лимон түстүүсү, сууда начар эрийт; экинчиси көгүлтүр түстөгүсү сууда жакшы эрийт. Щелочтор менен белгилүү катышта аракеттенишип, молибдаттарын пайда кылат, мисалы, $CaMoO_4(NH_4)_2$, MoO_4, $PbMoO_4$, Hg_2MoO_4, $CuMoO_4$ – кальций, алюминий, коргошун, сымап жана жез молибдаттары.

Колдонулушу

Молибден көбүнчө куймалардын сапатын жогорулатуу максатында пайдаланылат. Молибдендин тантал жана платина менен куймасынан лабораторияда пайдаланылуучу идиштерди жасашат. Таза молибден электрондук лампа, ысыткыч анод, сетка, катодду жана ысыкка чыдамдуу болгон кармагычтарды жасоодо колдонулат. Бирикмелеринен $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$ бул кристаллогидраттык зат фосфор кислотасынын сапаттык анализин жүргүзүү үчүн реагент катары колдонулат. Молибден (VI) оксиди MoO_3 айрым металлдарды алуучу реакцияларда катализатор катары колдонулат. Молибден көгү – $Mo_2O_5\cdot 3MoO_3$ боёк катары кеңири колдонулат.

Вольфрам

Вольфрам атомунун түзүлүшү молибден жана хромдон айырмаланып эң акыркы катмарында 2 электрон, астынкы катарында 2, 6, 4 электрон жайгашкан. Бул элементте да *d* атомдук орбиталь жарым толуп бүткөн эмес, окистенүү даражасы өзгөрүлмөлүү +2 +3,+4, +5, +6 болот.

Жаратылышта кездешиши.

Вольфрам табиятта эркин абалда кездешпейт. Негизинен вольфрамит $FeWO_4$ $MnWO_4$, шеелит – Ca WO_4, шпольцит – $PbWO_3$, ферритунгистит ж.б. минералдар түрүндө кездешет.

Алынышы

Вольфрамды алуунун ыкмалары жогоруда хром менен молибденди алган сыяктуу эле. Жаратылыштагы бирикмелерин күйгүзүп, алынган оксиддерин суутек, көмүртек, көмүртек оксиддери менен же

металлотермикалык ыкма менен калыбына келтирүүдөн алышат. Жаратылыш минералы шеелитти $CaWO_4$ ашыкча алынган концентрацияланган туз кислотасы менен иштеткенде кальций вольфраматы вольфрам кислотасына өтөт, андан WO_3 алынат:

$$CaWO_4 + 2HCl = H_2WO_4 + CaCl_2; \quad H_2WO_4 \xrightarrow{t°C} WO_3 + H_2O$$

Вольфрам (VI) оксидинен 860°C – 920°C суутек менен калыбына келтирүү менен таза вольфрам алынат:

$$WO_3 + 3H_2 \xrightarrow{550°C} W + 3H_2O \qquad WO_3 + 3C \xrightarrow{1200°C} W + 3CO$$

$$WO_3 + 3CO \longrightarrow W + CO_2$$

Физикалык касиеттери

Вольфрам – ак түстөгү оор металл, тыгыздыгы 19,3 *г/см*³, эрүү температурасы 3400°C , кайноо температурасы бардык металлдардыкынан жогору болот – 5930°C. Кристаллдык торчосу борборлоштурулган куб формада. Вольфрам өтө туруктуу, аны кызарта ысытканда гана окистенет, ал эми кислоталарда падыша арагында эрибейт, бирок азот кислотасы менен фтордуу суутектин аралашмасында эрийт. Электр тогу жана жылуулукту өткөрүмдүүлүгү жезден төмөн, темир жана никелден жогору болот. Өтө катуу болгондуктан механикалык иштетүү кыйыныраак, бирок металлокерамикалык ыкма менен алынган вольфрам бир кыйла ийкемдүү келет, жеңил чоюлат, ийилет. Вольфрам жипчесинин диаметри 0,007 *мм* жукалыкка чейин созуп электр лампочкаларын жасоодо пайдаланылат.

Химиялык касиеттери

Химиялык көзкараш менен алганда вольфрам бөлмө температурасында кычкылтек менен аракеттенбейт. Эгерде 900°C температурага чейин ысытсак кычкылтек менен аракеттенишип WO_3 оксидин пайда кылат:

$$2W + 3O_2 = 2WO_3$$

Суу менен 600°C баштап реакцияга кирет:

$$W + 2H_2O = WO_2 + 2H_2$$

Галогендердин ичинен фтор менен бөлмө температурасында реакцияга кирет, ал эми калгандары температуранын таасири менен аракеттенишет:

$$W + 3F_2 = WF_6 \qquad W + 3Cl_2 \xrightarrow{250-300°C} WCl_6$$

$$2W + 5Br_2 \xrightarrow{800°C} 2WBr_5 \qquad 6W + 6I_2 \longrightarrow [W_6I_8]I_4$$

Температураны жогорлатуу менен вольфрамдын селен, теллур, азот менен химиялык реакцияга киришине жетишүүгө болот:

$$W + 2Se \xrightarrow{950^\circ C} WSe_2 \quad N_2\text{– чөйрөсүндө}$$

$$W + 2Te \xrightarrow{750^\circ C} WTe_2 \quad \text{ваакумда}$$

$$W + 2N_2 \xrightarrow{2000-2500^\circ C} WN_2$$

Вольфрам өзүнөн кийинки металдарды: коргошун, жез, алюминий, цирконий оксиддеринен калыбына келтире алат.

Вольфрам бирикмелери

Вольфрам оксиди WO_2 күрөң түстөгү зат. Эгерде 500°Cге чейин ысытса вольфрам (VI) оксидине чейин окистенет.

$$2WO_2 + O_2 = 2WO_3$$

WO_3 сары түстө болот, ага ылыйык келген кислотасы H_2WO_4 кызгылт сары түстө. Вольфрам (VI) оксиди металлдык оксид менен ар кандай сандык катышта аракеттенишип, вольфраматтарды, тактап айтканда поливольфраматтарды пайда кылышат:

Мисалы, $WO_3 + Me_2O = Me_2WO_4$ $\quad$ $2WO_3 + Me_2O = Me_2W_2O_7$

Вольфрам кислотасы щелочтордо эрип, вольфраматтарды пайда кылат:

$$H_2WO_4 + 2NaOH = Na_2WO_4 + 2H_2O$$

Колдонулушу

Өнөржайда вольфрамды өндүрүүнүн негизги максаты – жогорку сапаттагы болотту алуу. Курамында вольфрамы бар болоттор сапаттуу касиеттерге ээ болушат: катуу, сүрүлүүгө чыдамдуу, жогорку температурага жана химиялык реагенттерге туруктуу, ийилгич, чоюлгуч ийкемдүүлүгү менен башка куймалардан өзгөчөлөнүп турат. 20% вольфрам кошулган болоттон металл кесүүчү курч аппараттар даярдалат. Вольфрам менен хром кошулган болоттон абдан курч арааны, тетиктерди штамповкалоочу аппараттар жасалат. Вольфрамдын куймалары отко чыдамдуу, өзгөчө хром менен кобальт кошулган куймалар – «стеллит» отко чыдамдуу, катуу, туруктуу куйма болгондуктан химиялык өндүрүш жайларда колдонулат. Вольфрам, жез жана күмүш кошулган куймалардын электр тогун өткөрүмдүүлүгү жогору жана жылуулукту жакшы өткөрүп көпкө чыдамдуу болот. Ошондуктан, бул куймадан рубильник, ширетүү үчүн электроддор жасалат. Таза вольфрам зымы, лентасы электр лампаларында, радиоэлектроникада жана рентген техникасында пайдаланылат. Вольфрам зымы ысыкка өтө чыдамдуу жана чыңалууну көтөрө алат. Мисалы, электр

лампаларында 2200–2500°С температурада электр тогун өткөрүп көп убакытка чейин чыдайт, ушул сапаттарына ылайык электр мештеринде колдонулат (3000°С). Вольфрам карбиди WC катуулугу жагынан алмазга жакын. Курамында WC башка дагы титан карбиди, тантал жана ниобий кошулган куймасынан атайын кесүүчү жана бургулоочу аппараттардын тетиктерин жасашат. Вольфрам бирикмелеринен: реактив, катализатор, боёк заттары, керамика, отко чыдамдуу жыгач кездемелерди чыгарууда колдонулат.

§ 5. VIII группанын *d*-элементтерине жалпы мүнөздөмө

VIII группанын кошумча подгруппасына 9 өтмө металл кирет. Темир триадасына темир, кобальт жана никель кирет. Калган металлдар палладий жана платинанын триадасын түзүшөт.

Темир триадасына кирген өтмө металлдардын атомунун электронунун түзүлүшү төмөндөгүчө:

Fe (+26) $...3d^6 \cdot 4s^2$; Co (+27) $...3d^7 \cdot 4s^2$; Ni (+28) $...3d^8 \cdot 4s^2$

Үч атомдун тең эң сырткы катмарында экиден электрондору бар, химиялык реакцияга киргенде эки электронун оңой беришип, +2 окистенүү даражасына ээ болуп калышат. Химиялык бирикмелерди пайда кылууда экиден жогору электрондорун берүүгө туура келгенде толуп бүтпөгөн *d* деңгээлинен чыгарып беришет. Ошентип, темир бирикмелеринде +2 жана +3 окистенүү даражасын көрсөтөт, ал эми никель +2, кобальт аралык абалды ээлейт. VIII группанын кошумча подгруппасына кирген металлдардын эң максималдуу окистенүү даражасы +8, рутений менен осмийдин бирикмелеринде RuO_4, OsO_4, ал эми калган металлдардыкы ар кандай болот. Мисалы, темир +6, иридий, радий +5, платина, палладий+4, кобальт, никель +3 окистенүү даражасын көрсөтө алышат. Бул 9 элементтин практикалык мааниси чоң, алардын ичинен темирге кененирээк токтолуп, карайбыз.

Темир, жаратылышта кездешиши, физика-химиялык касиеттери, бирикмелери жана алардын колдонулушу

Темир жаратылышта эркин абалда аз санда кездешет, негизинен кычкылтектик бирикмелери «темир кендери» түрүндө болот. Аларга магниттүү темир, магнетит – Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$) 72%га чейин Fe болот. Кызыл темир, гематит – Fe_2O_3 65% Fe. Күрөң темир, лимонит – $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$ 60% Fe. Шпат темири, сидерит – $FeCO_3$ 35–40% Fe. Күкүрт колчеданы, пирит – FeS_2 46% Fe. Булардан башка да

ильменит – $FeTiO_3$, магномагнетит – $FeMg [Fe_2O_4]$ ж. б. кендери кездешет,

Темир жарым силикат түрүндө да кездешет. Андрадит – $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$, гиперстен – $FeMg_2[Si_2O_6]$.

Темирдин физикалык касиеттери

Таза темир күмүш сыяктуу ак металл, балкып эрүү температурасы 1539°С. Темирдин төрт аллотропиялык модификациясы бар: α-Fe 768°С туруктуу, β-Fe 768°С–906°С, γ-Fe 906°С–1401°С жана δ-Fe1401°С–1536°С туруштук берет. α, β, γ – модификациясынын кристаллдык торчосу борборлоштурулган кубдук түзүлүшкө ээ. Темирдин төрт туруктуу изотобу бар. Атомдук массалары 54,56,57 жана 58 к.б. Радиоактивдүү изотоптору $^{55}_{26}Fe$ жана $^{59}_{26}Fe$ эсептелет. Таза темир жумшак, кургак абада окистенбейт, нымдуу абада окистенип убакыттын өтүшү менен темир гидроксидине өтөт, б. а. дат басат. Башка коп металлдардан айырмаланып темир магнитик касиетке ээ, 600°С жумшак болуп калат, андан ар кандай формадагы тетиктерди ж. б керектүү нерселерди жасоого болот, ал эми 1000°Сде темир ичке зым болгончо чоюлат.

Темирдин химиялык касиеттери

Химиялык касиеттери боюнча темир, кобальт менен никелге окшош келет, бирок химиялык активдүүлүгү темирдики алардан жогору турат. Темирдин бирикмелеринде туруктуу Fe^{+2}, Fe^{+3}, андан сырткары Fe^{+4}, Fe^{+6} окистенүү даражаларына туура келген бирикмелери кездешет.

Темир нымдуу абада сыртынан дат менен капталат:

$$4Fe + 3O_2 + 6H_2O = 4Fe(OH)_3 \downarrow$$

Ушул эле реакцияны $4Fe^0 + 3O_2^0 \rightarrow 2Fe_2^{+3}O_3 \cdot nH_2O$ темир даты деп түшүнсөңөр болот. Темирди 150°Сде ысытуу менен темир окалинасына айланат:

$$4Fe + 3O_2 = Fe_3O_4(Fe_2O_3 \cdot FeO)$$

Ысытсак башка металл эместер менен активдүү реакцияга кирет:

$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3 \qquad 3Fe + C = Fe_3C$$

$$Fe + S = FeS \qquad 2Fe + N_2 = 2FeN$$

Темир суюлтулган туз жана күкүрт кислотасы менен жеңил реакцияга кирет, суутекти бөлүп чыгарат:

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$$

Концентрацияланган күкүрт жана азот кислоталары менен бөлмө температурасында темир эрибейт, ал ысытканда уулуу газдарды бөлүп чыгаруу менен жүрөт:

$$2Fe + 6H_2SO_{4(k)} = Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

$$Fe + 4HNO_{3(k)} = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

Металлдардын активдүүлүк катары боюнча темир өзүнөн кийинки турган металлдарды бирикмелеринин курамынан сүрүп чыгара алат:

$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$$

700°Сден жогору ысытылган темир суу буусу менен кайталанма реакцияга кирет.

$$3Fe + 4H_2O = FeO \cdot Fe_2O_3 + 4H_2\uparrow$$

Темир бирикмелери

Темирдин негизги бирикмелеринин окистенүү даражасын +2 жана +3 болгондору мүнөздөйт, темир (VI) бирикмелери аз санда феррат деген ат менен кездешет. Мисалы, калий ферраты K_2FeO_4, барий ферраты $BaFeO_4$, FeO темир (II) оксиди кара түстөгү жеңил окистенүүчү порошок. Темир (III) оксидин 500°Сде калыбына келтирүү менен алынат:

$$Fe_2O_3 + CO = 2FeO + CO_2$$

Темир (II) оксиди негиздик оксид, сууда эрибейт, ал эми кислоталар менен жеңил аракеттенишет:

$$FeO + H_2SO_4 = FeSO_4 + CO_2$$

Темир (II) оксиди азот кислотасы менен аракеттенишет, анда темир (III) туздары пайда болушу менен жүрөт, себеби азот кислотасы күчтүү окистендиргич.

$$3FeO + 10HNO_3 = 3Fe(NO_3)_3 + NO + 5H_2O$$

Темир (II) туздары калыбына келтиргичтер болуп саналат. Темир (II) туздарына щелочтун эритмесинен куйсак агыш көгүлтүр түстөгү темир (II) гидрооксидинин чөкмөсү чөгөт, ал чөкмө тез эле карарып, анан күрөң түскө өтөт. Чөкмөнүн түсүнүн тез өзгөрүшү темир абада окистенип темир (III) гидроксидине өткөндүгүн билдирет.

$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ – агыш көгүлтүр

$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3\downarrow$ – күрөң көгүлтүр

Темир (II) гидроксиди кислоталарда эрип туздарды пайда кылат: темир (II) туздары сульфаттар, хлориддер, фториддер ж. б. сыяктуу орто туздар жана комплекстүү кристаллогидрат туздары бо-

лот. Мисалы, $FeSO_4$, $FeCl_2$, FeF_2, $FeF_2 \cdot 4H_2O$, ацидотуздары $K[FeF_3]$ $K_2[FeF_4]$, $NH_4[FeF_3] \cdot 2H_2O$, $K_3Na[FeCl_6]$, $FeCl_2 \cdot 4H_2O$. Туздарынын ичинен эң маанилүүсү темир купоросу $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ жана темир дихлориди $FeCl_2$. Темир купоросу минералдык боекторду өндүрүүдө, боёк иштетүүдө жана айыл чарба зыянкечтери менен күрөшүүдө химикат катары колдонулат. Темир (II) хлориди таза темирди суутек менен калыбына келтирип алуудагы баштапкы зат.

$$FeCl_2 + H_2 \xrightarrow{950-1100^{\circ}C} Fe + 2HCl$$

Темир (II) туздары ар түрдүү окистендиргич заттардын таасири менен жеңил эле темир (III) туздарына өтөт. Окистендиргичтер болуп азот кислотасы, калий перменганаты, хлор ж. б. Мисалы,

$$6FeSO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

Жогоруда келтирилген мисалдардан кийин биз мындай жыйынтыкка келсек болот: демек, темир (II) бирикмесинин эритмелеринде дайыма темир (III) катиону жүрөт, ошондуктан биринен экинчисине өткөндүгү, ага байланыштуу түстөрү да өзгөрүп турат.

Fe_2O_3 темир (III) оксиди. Табиятта кычкылтек менен болгон туруктуу бирикмеси, жаратылышта кызыл темир – гематит Fe_2O_3 деген кен абалында кездешет, темир (III) оксиди темир суриги, охрасы, мумиясы деген ат менен боёкторду өндүрүү үчүн колдонулат. Темир (III) оксиди кызыл күрөң түстөгү катуу порошок түрүндөгү зат. Жогорку температурада темир окалинасына өтөт.

$$6Fe_2O_3 = 4Fe_3O_4 + O_2$$

Темир (III) оксиди начар амфотердик касиетке ээ болот. Эгерде щелочтор же щелочтуу металлдардын карбонаты таасир этсе, анда феррит деген бирикмени пайда кылуу менен аракеттенет:

$$Fe_2O_3 + Na_2CO_3 = 2NaFeO_2 + CO_2$$

Пайда болгон ферритке сууну таасир этсе толугу менен гидролизденет:

$$2NaFeO_2 + H_2O = Fe_2O_3 + 2NaOH$$

Темир (III) оксиди кислоталар менен реакцияга кирип, темир (III) туздарын пайда кылат:

$$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$$

Темир (III) туздарына щелочторду таасир этүүдөн кызыл күрөң түстөгү темир (III) гидроксиди алынат:

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$$

Темир (III) гидроксиди $Fe(OH)_3$, темир (II) гидроксидине салыштырганда начар негиз, б.а. амфотердик касиетке ээ, сууда начар эрийт, суюлтулган кислотада, жылытылган күчтүү щелочтордо жакшы эрийт, химиялык реакцияга кирип туздарды пайда кылат:

$$Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O; \; Fe(OH)_3 + 3KOH = K_3[Fe(OH)_6]$$

Темир (III) туздары $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FePO_4$, кристаллогидраттары $Fe_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, аммиакаттары $Fe_2(SO_4)_3 \cdot nNH_3$ кеңири белгилүү.

Темир (II) туздарынан темир (III) туздарын айырмалай турган мүнөздүү сапаттык реакцияны реагент – калий роданиди KSCN же аммоний роданиди NH_4SCN менен жүргүзүлөт. Бул реакцияда калий роданидинин эритмесинин курамындагы түссүз $(SCN)^-$ терс иону менен, байланышып «кызылкандын» түсүндөй болгон начар диссоциацияланоуучу темир (III) роданидин пайда кылат, ал эми эритмеде калган темир (II) роданиди түссүз абалда болот, бул реакция темир (III) туздарын аныктоочу сапаттык реакция болуп эсептелет:

$$FeCl_3 + 3KSCN = Fe\,(SCN)_3 + 3KCl$$

Ал эми темир (II) туздарын аныктоо үчүн калий цианидинин эритмесине таасир эткенде темир (II) цианидинин ак чөкмөсү чөгөт:

$$FeCl_2 + 2KCN = Fe(CN)_2\downarrow + 2KCl$$

Эгерде калий цианидинин эритмесинен ашыкча дагы куйсак, ак чөкмө эрип, комплекстүү бирикме гексацианоферрат (II) пайда болот.

$$Fe\,(CN)_2 + 4KCN = K_4[Fe(CN)_6]$$

Гексацианоферрат (II), бара-бара кристаллдашат да ачык-сары түстөгү $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ кристаллогидратына өтөт, бул тузду «сарыкан тузу» деп атаса да болот.

Колдонулушу

Темир бирикмелеринин ичинен магниттүү темир $Fe_3O_4(Fe_2O_3 \cdot FeO)$, (II) жана (III) оксиддик аралашма магнитке тартылуучу электр тогун өткөргүч катары техникада аноддорду даярдоодо пайдаланылат. Аналитикалык химияда темир ачык таштары индикатор катары күмүш нитратын Al радониди менен титрлөө үчүн колдонулат, темир (III) нитраты $(FeNO_3)_3$ кездемелерди боёодо ачыткыч катары пайдаланылат. Пирит FeS_2 техникада темирди алууда жана күкүрт кислотасын өндүрүүдө колдонулат.

Никель жана платина

Никель жаратылышта Co сыяктуу, мышьяк жана күкүрттүн бирикмелери түрүндө кездешет. Купффер никель (NiAs), мышьяк никель жалтырагы. Платина жаратылышта алтын сыяктуу аз санда

кездешет. Платина металлдар менен бирикмелер түрүндө кездешет, электрондук формуласы:

Ni (+26) ......$3s^23p^63d^84s^2$ Pt (+26) ......$5s25h^65d^96s^1$

Физикалык касиеттери

Никель күмүштөй ак, катуу металл. Жакшы жылмаланат, магнитке оңой тартылат, коррозияга абдан туруктуу. Азот кислотасында активдүү ээрийт. Никелдин химиялык жактан туруктуулугу, сыртынан жука оксиддик пленка менен капталгандыгында. Эгерде жогорку температура берилсе химиялык реакцияга кирүү жөндөмдүүлүгү жогорулайт. Платина – ак, жалтырак металл, химиялык жактан абдан туруктуу, аба жана кислоталар менен жогорку температурада да реакцияга кирбейт. Падыша арагында алтындан жай эрийт.

Химиялык касиеттери

Никель бирикмелеринде Ni^{+2} жана Ni^{+3} окистенүү даражасын көрсөтөт. +3 окистенүү даражасы туруксуз келет. Никель (II) оксиди NiO жаратылышта «бунзенит» деген ат менен кездешет, кочкул жашыл түстөгү октаэдр формасындагы кристаллдык торчодогу түзүлүшкө ээ. Никель сырткы оксиддик катмардан тазаланганда хлор, күкүрт менен реакцияга кирет:

$$Ni+Cl_2=NiCl_2; \quad 2Ni+O_2=2NiO; \quad Ni+S=NiS.$$

Татаал заттар менен кадимки шартта суюлтулган кислоталар болсо никель жай реакцияга кирет:

$$Ni+2HCl=NiCl_2+H_2\uparrow$$

Никель бирикмелери

NiO – негиздик оксид, ага ылайыктуу $Ni(OH)_2$ никель (II) гидроксиди. Никель (II) гидроксиди анын (II) туздарына щелочторду таасир этүү менен алынат:

$$3NiSO_4+5KI+KIO_3+3H_2O=3Ni(OH)_2\downarrow+3K_2SO_4+3I_2$$

Никель (II) гидроксиди $Ni(OH)_2$ негиз, жашыл түстөгү чөкмө акырындап жашыл кристаллга айланат. Никель (II) туздары бар никелдин фториди, хлориди NiF_2, $NiCl_2$ ж. б., ошондой эле кристаллогидраттары белгилүү $NiF_2 \cdot nH_2O$ (n=4,3,2), $K[NiF_3]$, $K_2[NiF_4]$, кычкыл гидрофториддер ($NiF_2 \cdot 5HF \cdot 6H_2O$) ж. б.

Металлдардын куймалары жана алардын колдонулушу

Металлдардын химиясында силер жалпы касиеттери менен тааныштыңар, өтмө металлдардын эң маанилүү бирикмелери алардын

касиеттери менен таанышкандан кийин практикада кеңири колдонулган металлдардын куймалары жөнүндө таанышуу мүмкүнчүлүгүн аласыңар. Куймалардын курамы эки же андан көп металлдардан турат, металлдарга тиешелүү касиеттерге ээ болгон аралашма болот. Азыркы техникада металлдарды **кара** жана **түстүү** деп эки топко бөлөбүз. Кара металлдарга – темир жана анын куймалары (чоюн, болот жана феррокуйма, ошондой эле темирге кошулуучу негизги металлдар) марганец, хром кирет. Калган бардык металлдар «түстүү» деп аталышат.

Чоюн – курамында темир, көмүртек 1,7%, марганец, кремний, фосфор, күкүрт ж. б. болот. Чоюн морт болот. Машиналардын орчундуу тетиктерин жасоодо жана болотту өндүрүүдө колдонулат.

Болот – көмүртеги азайтылган темирдин куймасы, химиялык курамы ар түрдүү.

1. Көмүртектүү болоттор
   - аз көмүртектүү болоттор, көмүртектин саны 0,3%;
   - орточо көмүртектүү болоттор, 0,3төн – 0,65%;
   - көмүртеги көп болоттор – 0,65%тен – 1,5%.

2. Легирленген болоттор – курамында хром, никель, марганец, титан, вольфрам, молибден, кремний, ванадий ж. б. түстүү металлдар болот:
   - аз легирленген болоттор 4%тен жогору эмес;
   - орточо легирленген болоттор 4%–10%ке чейин;
   - жогорку легирленген болоттор 10%–50%ке чейин металлдар кездешет.

Жогоруда санап өткөндөрдөн болоттун курамына кирген металлдарга жараша ар түрдүү сапаттуу касиеттерди беришет: катуулук, коррозияга туруктуулук, жогорку температурага, кислотага ж. б. сапаттары менен азыркы техниканын баардык тармактарында болот кеңири колдонулат.

Түстүү металлдардын негизги куймалары

Латунь – жездин цинк менен болгон куймасы (жез 60%–90%ке чейин) жезден бекем жана окистенүүгө көп дуушар болбойт. Латунга кремнийди, коргошунду, калайды, алюминийди, марганецти жана никелди кошкондо антикоррозиялык касиети жогорулайт. Латундан жасалган листтер, куюлган буюмдар, машина курууда, прибор жасоодо, целлюлоза – кагаз өнөржайларында атайын тор жасоодо колдонулат.

Коло – байыркы замандан бери колдонулуп келет. Мурда колону жез (80%–94%) менен калайдын (20–6%) куймасынан алышчу. Азыркы техниканын өсүшү менен калайы жок колону өндүрүүгө жетишти.

Алюминий колосу – курамында 5–11% алюминий болот. Бул коло антикоррозиялык жана механикалык жактан бекем касиетке ээ.

Коргошун колосу – курамында 25–30% коргошун болот. Негизинен жогорку басымда жана чоң ылдамдык менен иштөөчү подшипниктерди жасоо үчүн пайдаланылат.

Кремний колосу – курамында 4–5% кремний болот. Арзан болгондуктан калай колосунун ордуна колдонулат.

Бериллий колосу – курамында 1,8–2,3% бериллий болот. Чыңалгандан кийин өзүнүн катуулугу, серпилгичтүүлүгү менен айырмаланат. Булардан пружиналар жана башка серпилме буюмдар жасалат.

Кадмий колосу – жез менен кадмийдин куймасы (1% чейин), троллейбустардын зымдарын, суу өтүүчү түтүктөрдү, газ өтүүчү түтүктөрдүн арматураларын өндүрүүгө, машина куруу иштерине колдонулат.

Силициддер – алюминий менен кремнийдин куймасы, кээде курамы татаалыраак болот. Бекемдиги жагынан болоттон кем калбайт, бирок андан жеңил болот. Көп тармакта колдонулат. Машина курууда көп тетиктер жасалат. Автомобиль өнөржайында мотор, поршень, ылдамдык кутулары ж.б. тетиктерди куюуда колдонулат.

Дюралюминий – бул куймада алюминийден башка жез, магний, кремний, марганец болот.

Cu – 3,8–4,8%, Mg – 0,4–0,8%, Mn – 0,4–0,8%, Al – 93–94%

Бабит – калай, коргошун, цинк же алюминийдин негизинде түзүлгөн. Алар антифракциялык куймалар, компрессорлор, электр кыймылдаткычтары, трактор, автомобиль, вагон, локомотивдердин подшипниктерин куюуда колдонулат.

Мельхиор – курамы 80% ке жакын жез жана 20% ке жакын никелден турат. Өтө катуу болот.

Нихром – 60% никель, 14–18% темир жана 18% хром; электр каршылыгы чоң, ошондуктан жылыткыч приборлорду жасоодо колдонулат.

Катуу куймалар – катуу жана жешилүүгө чыдамдуу металл түрүндөгү материалдар. Алар касиетин 900–1000°Сге чейин ысытканда да жоготушпайт. Негизинен вольфрам менен титандын карбидинен даярдалат. Вольфрам – кобальт катуу куймалары; 85 – 97% вольфрам карбидинен жана 13 – 15% кобальттан турат. Титан – вольфрам – кобальт катуу куймалары 34 – 85% вольфрам карбидинен, 6 – 60% титандын карбидинен жана 6 – 9% кобальттан түзүлгөн. Бургулоочу жана кесүүчү аппараттарды жасоодо колдонулат.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Өтмө металлдардын атомунун түзүлүшүндө кандай өзгөчөлүктөр бар?

2. Негизги жана кошумча подгруппанын металлдарынын атомдорунун түзүлүшүндөгү өзгөчөлүктөр кандай?

3. Металлдардын физикалык касиеттерин айтып бергиле.

4. Металлдардын химиялык касиеттери эмнеге негизделген? Тийиштүү реакцияларды, теңдемелерди жазып бергиле.

5. Коррозия деген эмне? Кайсы металлдар коррозияга учурашы мүмкүн? Андан сакталуу жолдорун билесиңерби?

6. Амфотердик касиетке ээ болгон кайсы металлдарды билесиңер, мисал келтиргиле.

7. Сууда эрибеген негиздик оксиддер, гидроксиддерди кантип алууга болот? Мисалдар жазгыла.

8. Жез (II) гидроксидин, темир (III) гидроксидин ысытканда эмне пайда болот?

9. Кошумча подгруппанын металлдары кайсы кислоталар менен кандай реакцияга кирет? Тиешелүү химиялык реакциялардын теңдемелерин түзгүлө.

10. Азыркы мезгилдин техникасы үчүн кайсы металлдар абдан маанилүү дейбиз?

11. Бирикмелеринде хром кандай окистенүү даражаларына ээ? Мисал келтиргиле.

12. Темир триадасына кайсы металлдар кирет? Жалпы окшоштугунун айырмачылыгы.

13. Металлдардын колдонулушунун турмуштагы жана өндүрүштөгү ордун мисалдар менен түшүндүргүлө.

14. Чоюндун болоттон айырмасы эмнеде? Кайсынысы кандай сапаттарга ээ?

15. Легирленген болоттун кандай жакшы сапаттары жана кемчиликтери бар? Аны дагы жакшыртуу үчүн эмне кылат?

16. Куймалардын кандай түрлөрү белгилүү, кайда колдонулат?

17. Темир (II) туздарынан кайсы сапаттык реакцияны жүргүзүү менен аныктайбыз? Тиешелүү химиялык реакциялардын теңдемелерин түзгүлө.

18. Төмөнкү айланууларды ишке ашырууда тиешелүү реакциялардын теңдемелерин түзгүлө.

а) $Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu \rightarrow Cu(OH)_2$

б) $ZnS \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Zn$

в) $Fe \rightarrow FeS \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FePO_4$

г) $FeS_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe_2O_3$

19. Барийди алиминотермикалык ыкма менен барийдин оксидинен алышат. Массанын үлүшү 91,8% болгон 600 *г* барий оксиди менен массалык үлүшү 98,55% болгон 100 *г* алюминий аракеттенишкенде канча грамм барий алынат?

КОМПЛЕКСТИК БИРИКМЕЛЕР

§ 1. Комплекстик бирикмелер жана алардын номенклатурасы

Силер өтмө металлдар менен таанышканда алардын көпчүлүгү татаал биригүүлөрдү пайда кылуу жөндөмдүүлүктөрүнө ээ экендигин билдиңер. Мындай касиетке ээ болгон металлдардын айрымдары төмөнкүлөр: жез, хром, кобальт, сымап жана асыл металлдар. Ар түрдүү өтмө металлдардын атомдору менен молекулалык бөлүкчөлөрдүн ортосунда начар жана күчтүү аракеттешүүлөр болуп, натыйжада татаал түзүлүштөгү комплекстер пайда болот.

XX кылымдын аягында курамын жана түзүлүшүн валенттүүлүк теориясы түшүндүрө албаган көптөгөн химиялык комплекстик бирикмелер табылган. Орус окумуштуусу А.Чугаев биринчилерден болуп комплекстүү бирикмелерге аныктама берүүгө аракет жасаган. Анын пикири боюнча: *«Өз алдынча жашоого жөндөмдүү болгон жөнөкөй айкалышып биригүүлөрдөн пайда болгон продуктуну комплекстүү бирикме»* деп эсептеген. Мисалы, кобальт (III) хлориди жана аммиак, темир (III) цианиди менен калий цианиди өзара айкалышып биригүүлөрдүн негизинде курамдары төмөнкүдөй болгон комплекстерди пайда кылышкан:

$$CoCl_3 \cdot 6NH_3; \quad Fe(CN)_3 \cdot 3KCN$$

Бул бирикменин курамына кирген айрым туздар өздөрүнө мүнөздүү жеке касиеттерин көрсөтө алган эмес, б. а. аналитикалык реагенттердин жардамы менен Co^{+3} катионун жана аммиакты, Fe^{+3} катионун жана цианид аниондорун өздөрүнө мүнөздүү реакциялардын жардамы менен аныктай алышпаган. Демек, бул бирикмелерди пайда кылган өтмө металлдардын катиондору Co^{+3}, Fe^{+3} менен байланышкан аниондор жана молекулалар өзара биригишип татаал комплекстик иондорду пайда кылгандары менен түшүндүрүлөт.

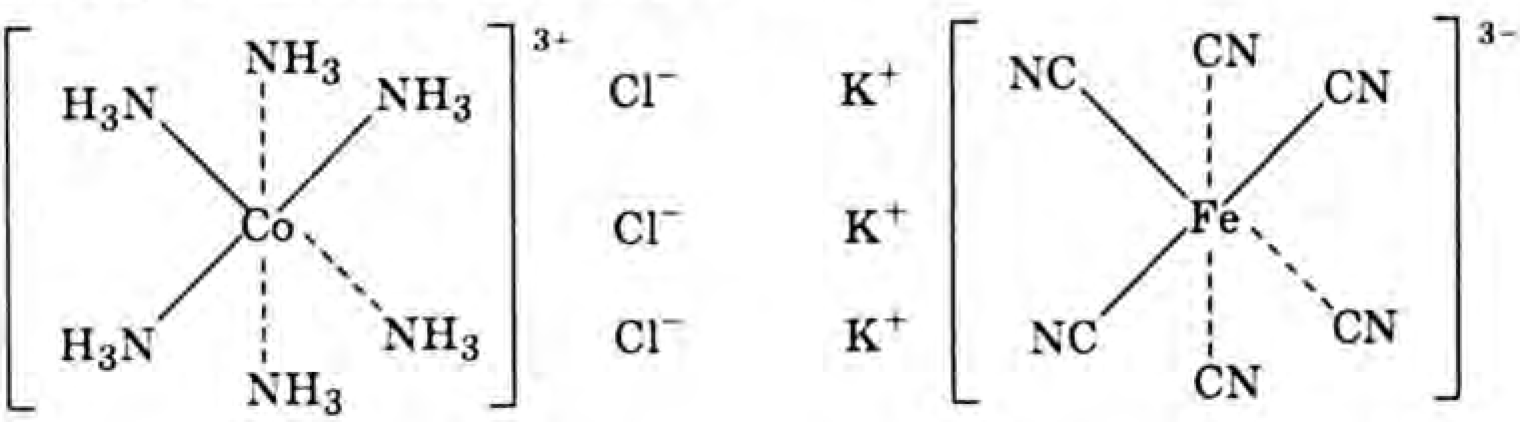
1893-жылы швейцариялык химик А. Вернер комплекстик бирикмелердин түзүлүшүн жана касиеттерин түшүндүрүүчү координациялык теорияны сунуштаган. Координациялык теориянын негизги абалдарынын бири кез келген комплекстүү бирикмелердин курамындагы оң заряддуу катион же электр жактан нейтралдуу атом борбордук бөлүктү ээлейт. Анын тегерегинде координацияланган (багытталган) белгилүү сандагы борбордук иондун зарядына ка-

рама-каршы зарядга ээ болгон аниондор же электр жактан нейтралдуу молекулалар курчап алат. Аларды лигандалар деп аташат. Борбродук ион же атом лигандалар менен биригип комплекстүү бирикмелердин ички сферасын түзүшөт. Ал эми комплекстүү иондун зарядына карама-каршы зарядга ээ болгон ион же электр жактан нейтралдуу бөлүкчө сферанын сыртында жайгашат. Сферанын сыртындагы иондор жана электр жактан нейтралдуу молекулалардын саны комплекстүү иондун заряддарынын санына, жаратылышына байланыштуу болот.

Ушул айтылгандарды төмөнкүдөй мисалдар менен далилдеп көрсөтөлү:

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3;\quad K_3[Fe(CN)_6];\quad K_2[PtCl_4];$$
$$K_4[Fe(CN)_6];\quad [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

Жогоркудай курамдагы айрым комплекстүү бирикмелердин структуралык формуласын, ички сфераны чарчы кашаа, тышкы сферадагы иондорду жөнөкөй көрсөтүп жазалы.



Бул структуралык формулада борбордук комплекси пайда кылуучу атомдорду кандай аниондор жана электр жактан нейтралдуу молекулалар курчап алганы даана көрүнүп турат. Комплекси пайда кылуучу атомдорду же иондорду көпчүлүк учурда комплекси пайда кылуучу борбордук атом катары карашат. Демек, комплекси пайда кылуучу борбордук атомдун валенттүүлүгү заряддуу иондорунун саны менен көрсөтүлөт. А. Вернердин координациялык теориясы комплекстик бирикмелердин жаратылышын, структуралык түзүлүшүн жана касиеттерин окуп-үйрөнүүдө негизги орунду ээлейт. Убакыттын өтүшү менен борбордук атом менен лигандалардын ортосундагы аракет күчтөрү, байланыш өзгөчөлүктөрү такталып турат.

Комплекстик бирикмелерди көпчүлүк учурда координациялык бирикмелер деп да аташат. Борбордук атомдун тегерегинде аны курчап жүргөн лигандалар координациялык сан деп аталат. Ал координациялык сан борбордук иондун же атомдун валенттүүлүктөрүнө жараша болот. А. Вернер көптөгөн комплекстүү бирикмелерди анализдөө менен төмөнкүдөй жыйынтыкка келген: борбордук иондун заряды, тактап айтканда, борбордук атомдун окистенүү даражасы координа-

циялык санга таасир этүүчү негизги факторлордон болот деген. Төмөнкү комплекстүү бирикмелердин эритмелеринде кездешүүчү борбордук иондун заряддары менен координациялык сандар берилген.

$$Me^{1+} - 2;\ Me^{2+} - 4,6;\ Me^{3+} - 6,4;\ Me^{4+} - 4,8$$

Мисалы, Pt^{+2} координациялык саны 4.

$$[Pt(NH_3)_4]Cl_2; \qquad [Pt(NH_3)_3Cl]NH_3 \cdot Cl$$

Кош туздар жана комплекстик бирикмелер

Щелочтуу жер металлдардын туздары менен айрым өтмө металлдардын туздарынын эритмесин кристаллдаштырганда эритмеден татаал курамдагы кош туздардын – квасцтардын кристаллдары бөлүнүп чыгат. Мисалы, магний сульфаты $MgSO_4$ менен хром (III) сульфатынын аралашмаларын сууга эритип кристаллдаштырганда татаал курамдагы кристаллдык зат бөлүнүп чыгат: $MgSO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Пайда болгон кристаллдык затты сууда эритсек, ал толук курамдык бөлүкчөлөрүнө ажырап кетет:

$$MgSO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O \rightleftarrows \overset{2+}{Mg} + 2\overset{3+}{Cr} + 4\overset{2-}{SO}_4 + 24H_2O$$

Бул эритмеде кармалып жүргөн иондорду аналитикалык реагенттердин жардамы менен аныктап алсак болот. Суудагы эритмелеринде же балкыган эритиндисинде ар башка металлдардын катиондорун жана кислота калдыктарын пайда кылган электролиттерди кош туздар деп айтабыз. Мисалы, $KAl(SO_4)_2$, K_2NaPO_4 ж. б. Кош туздар комплекстик бирикмелерден айырмаланып суудагы эритмелеринде жөнөкөй иондорго ажырашат.

Ал эми комплекстик бирикмелердин курамында дагы эки башка металлдар кармалып жүрөт. Алар да кош туздар сыяктуу иондорго ажырашат. Бирок кош туздардан айырмаланып комплекстик туздар татаал анион жана катиондорду, б. а. комплекстик иондорду пайда кылышат. Мисалы,

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3$$
$$K_3[Fe(CN)_6]$$
$$[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$$

комплекстик туздарынын диссоциациясы төмөнкүдөй болот:

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \rightleftarrows [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$$
$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftarrows 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$$

Эгерде борбордук ион электр жактан нейтралдуу молекула менен байланышканда, пайда болгон татаал комплекстүү иондун заря-

ды комплексти пайда кылган борбордук иондун зарядына, ал эми аниондор менен байланышканда ашыкча кармалып жүргөн аниондун санына барабар зарядга ээ болот. Кош жана комплекстүү бирикмелер экөө тең электролит боло алышат.

Комплекстик бирикмелердин номенклатурасы

Комплекстик бирикмелерди атоодо кеңири колдонулган номенклатура – эларалык, колдонмо жана теориялык химиктер союзунун органикалык эмес заттардын номенклатуралык комитети сунуш кылган аталыштар колдонулат. Анын кыскача жазылышы (IUPAK).

Комплекстик бирикмелерди атоодо, эларалык, системалык номенклатураны пайдаланып, биринчи ички сферадагы лигандалардын курамы, андан кийин борбордук иондун окистенүү даражасы рим цифрасы менен көрсөтүлүп, акырында сферанын сыртындагы иондор же нейтралдуу молекулалар аталат. Комплекстүү ион бир сөз менен аталат. Эгерде лиганданын курамында аниондор болсо, алардын латынча аталышына «-» дефис коюлуп атайт. Мисалы, Br^--бром-, Cl^--хлор-, CN^--циан-, SO_4^{2-}-сульфат-, SO_3^{2-}-сульфит- жана башка. Андан кийин нейтралдуу молекулалар аммиак жана суу аталат. Аммиакты атоодо «амин», сууну атоодо «аква» терминдери пайдаланылат.

Лигандалардын сандары грек сандары менен көрсөтүлүп (ди, три, тетра, пента, гекса, гепта ж. б.) жазылып, аталат. Мисалы,

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$ – гексамминкобальт (III) хлориди,

$[Co(NH_3)_5 \cdot H_2O]Cl$ – аквапентамминкобальт (III) хлориди,

$[Pt(NH_3)_2Br_2]$ – дибром-диамминплатина (II),

$[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ – тринитротриамминкобальт (III),

$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2$ – дихлор-тетрамминплатина (IV) хлориди,

$[Ag(NH_3)_2]Cl$ – диамминаргент (I) хлориди,

$K_3[Fe(CN)_6]$ – гексациан-феррат (III) калий,

$[Cr(H_2O)_3F_3]$ – трифтор-триаквахром (III).

Эгерде комплекстүү ион анион болсо, анда анын аталышына ат мүчөсү кошулат.

$(NH_4)_2[PdCl_4]$ – аммонийтетрохлор-палладат (II),

$K[PtNH_3Br_5]$ – калийпентабром-амминплатинат (IV).

§ 2. Комплекстик бирикмелердин классификациясы

Комплекстик бирикмелер курамына жана түзүлүшүнө, касиеттерине байланыштуу төмөнкүдөй класстарга бөлүнөт: аммиакаттар, аквакомплекстер, ацидокомплекстер, туюк чынжырлуу же хелаттар. Булардын ар бирине кыскача мүнөздөмө берели.

Аммиакаттар – комплекстик бирикменин лигандалары аммиак молекулаларынан турат. Мындай бирикмелер аммиакаттар деп аталат. Мисалы,

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4\text{ ; }[Co(NH_3)_6]Cl_2$$

$$[Pt(NH_3)_6]Cl_4\text{ ; }[Ag(NH_3)_2]Cl_2$$

Булардан башка курамында азотту кармап жүргөн аминдер лиганданын ролун аткарган комплекстүү бирикмелер да белгилүү. Мында лиганданы метиламин – CH_3NH_2, $C_2H_5-NH_2$ – этиламин жана $NH_2-CH_2-CH_2NH_2$ – этилендиамин түзөт, мындай бирикмелер **амминаттар** деп аталат.

Аквакомплекстер – мындай комплекстүү бирикмелердин лигандаларын суунун молекуласы түзөт же лиганданын курамына башка атомдордун топтору (аниондор, электр жактан нейтралдуу молекулалар) менен бирге болот. Кристаллдашкан суу ички чөйрөнүн курамына кирбейт. Мисалы,

$$[Al(H_2O)_6]Cl_3\text{ ; }[Cu(H_2O)_4](NO_3)_2\text{ ; }[Cu(H_2O)_4]SO_4\cdot H_2O$$

Чөйрөнүн сыртында жайгашкан кристаллдашкан суу, ысытканда жеңил ажырап кетет.

Ацидокомплекстер. Ацидокомплекстүү бирикмелердин лигандалары аниондор болушат. Буларга кош туздар тибиндеги комплекстер кирет. Мисалы,

$$K_2[PtCl_6]\qquad K_4[Fe(CN)_6]\qquad Na_3[Co(NH_3)_6]$$

Бул бирикмелерди кош туздар тибинде жазсак болот, мисалы,

$$PtCl_4\cdot 2KCl\qquad Fe(CN)_2\cdot 4KCN$$

Ацидокомплекстерге комплекстүү кислоталар, гидроксокомплекстер да кирет. Алардын мисалдары,

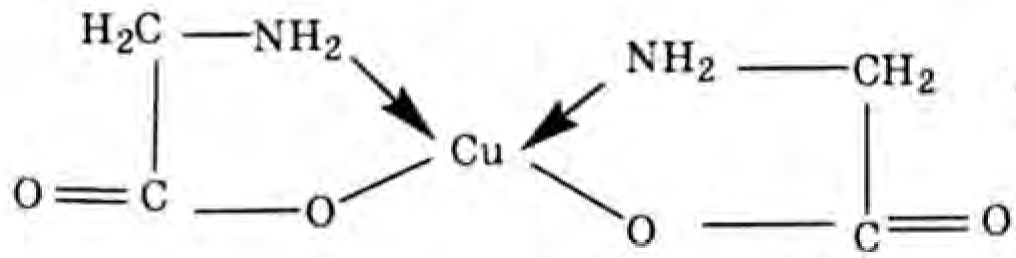
$$H_2[SiF_6]\text{ ; }H_2[CoCl_4]\text{ ; }Na_2[Sn(OH)_4]\quad \text{ж. б.}$$

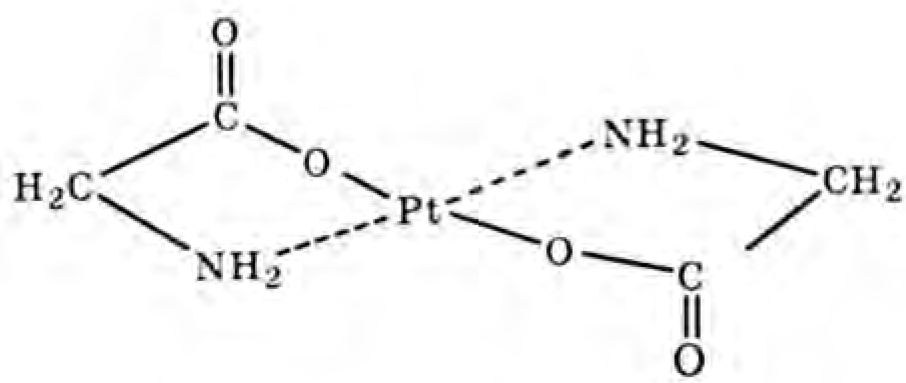
Аралык комплекстер. Аралык комплекстердин лигандалары нейтралдуу молекулалардан, аниондордон турушат. Аммиакаттар менен ацидокомплекстердин аралыгын ээлеген өтмө комплекстердин катарына төмөнкү бирикмелер кирет. Мисалы,

$$[Pt(NH_3)_3Cl]Cl\qquad [Pt(NH_3)_2]Cl_2\qquad K[Pt(NH_3)Cl_3]$$

Туюк чынжырлуу комплекстер же хелаттар

Бул бирикмелерде комплексти пайда кылуучу борбордук атом чынжырдын курамына кирип, лигандалар менен коваленттүү, донор-акцептордук жана атомдордогу жупсуз электрондор аркылуу байланыш түзөт. Мындай типтеги комплекстер аминокарбон кислоталарына мүнөздүү. Анын жөнөкөй өкүлү амионоуксус кислотасы $NH_2–CH_2–COOH$ глицин болуп саналат. Аминоуксус кислотасы төмөнкү катиондор менен (Cu^{+2}, Pt^{+2}, Rh^{+3}) хелаттарды пайда кылышат. Аны төмөнкүдөй жазып көрсөтөлү:





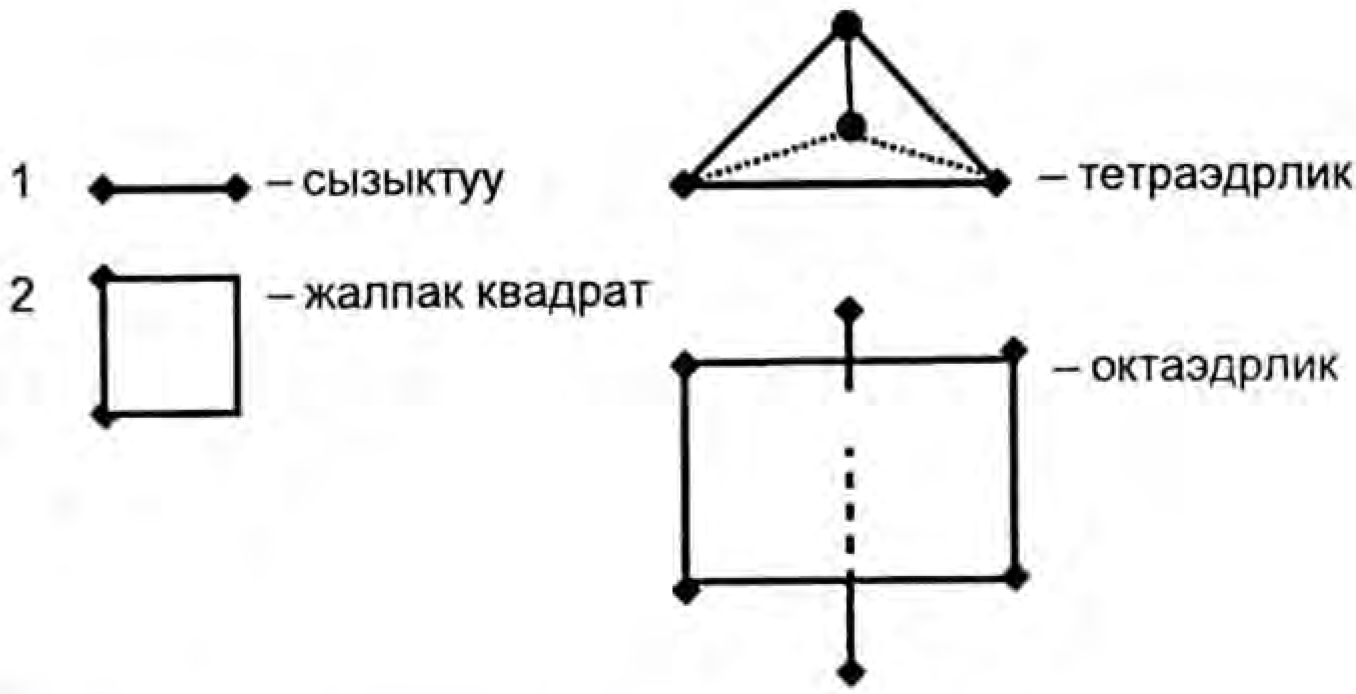
Хелаттар, татаал комплекстер жалпысынан комплексондор деп аталат, аларды жогорку аминокарбон кислоталары да пайда кылышат.

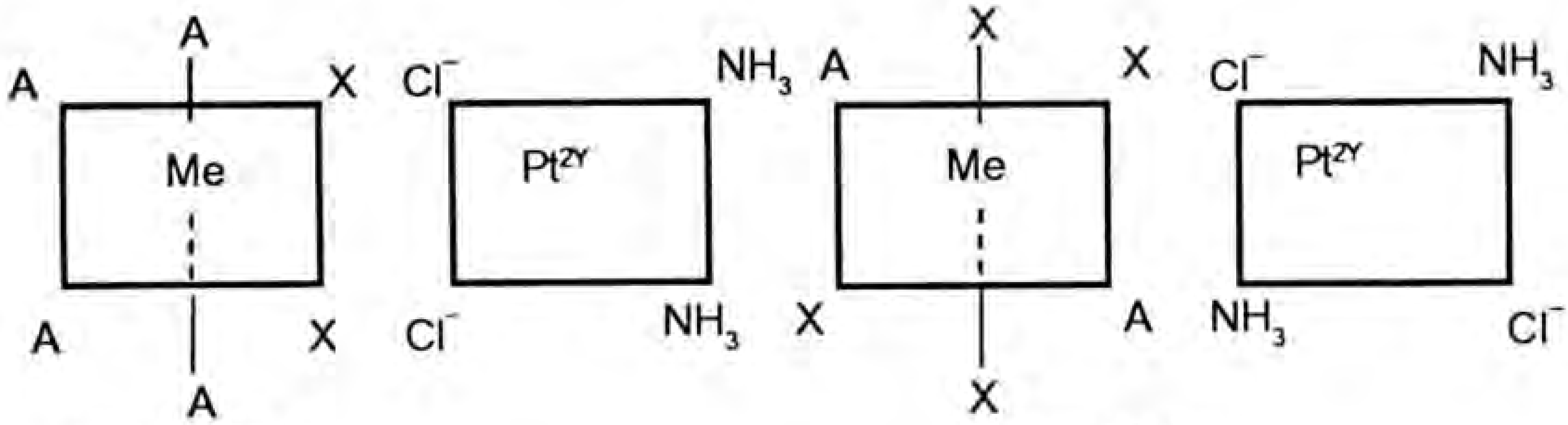
§ 3. Комплекстик бирикмелердин изомериясы

Молекулалары бирдей сандык, сапаттык курамга ээ болуп, түзүлүшү жана касиеттери боюнча айырмаланган заттар изомерлер деп аталарын билесиңер. Заттардын химиялык түзүлүшүн изилдөөдө изомерия кубулушуна негизги орун таандык. Эксперименттен алынган маалыматтар комплекстик бирикмелердин изомерлери бар экенин далилдеди. Бул бирикмелерде изомериянын бир канча түрлөрү бар. Алардын айрымдарына токтололу. Геометриялык, гидраттык, мейкиндиктик, цис- жана транс- изомерлери ж. б. бар.

Геометриялык изомерия. Координациялык бирикмелердин курамындагы лигандалар борбордук атомдун тегерегинде симметриялуу жайланышса, анын координациялык сандары жуп – 2, 4, 6 сандар түрүндө болот. Анда аларга төмөнкүдөй геометриялык конфигурациялар туура келет.

Координациялык саны 6 болгон комплекстүү бирикме октаэдр тибинде эки изомердик комплекстер түрүндө жашайт. Алардын курамын шарттуу түрдө туюнтсак, түзүлүштөрү төмөнкүдөй болот.





цис-изомер транс-изомер

Цис – катарлаш жана транс – карама-каршы жайгашат дегенди билдирет. Жогорку комплекстик бирикмеде X лиганданын жайгашышына карата эки башка изомерлер пайда болду. Комплекстердин геометриялык түзүлүшү аталыштарына да таасир этет. Мисалы,

$$\text{цис-}\left[Cr(NH_3)_4Cl_2\right];\ \text{транс-}K\left[Co(NH_3)_2(NO_3)_4\right]$$

Заттардын аталыштарынын алдына изомерлердин типтери жазылды.

Гидраттык изомерия

Эксперимент менен анализдегенде хром (III) хлоридинин кристаллогидраты $CrCl_6 \cdot 6H_2O$ төмөнкүдөй түзүлүштө боло турганы аныкталды. Суунун молекуласынын комплекстин курамында жайгашышы боюнча ар түрдүү. Аны төмөнкүдөй туюнтуп көрсөтсөк болот:

$$\left[Cr(H_2O)_6\right]Cl_3$$

$$\left[Cr(H_2O)_5 \cdot Cl\right]Cl_2 \cdot H_2O$$

$$\left[Cr(H_2O)_4 \cdot Cl_2\right]Cl \cdot 2H_2O$$

Мында суунун молекуласынын ар түрдүү орун алышына жараша комплекстик бирикменин өңүнүн жана башка касиеттеринин өзгөрүшү байкалат. Бул мисалдарда суунун молекуласы лиганда түрүндө ички чөйрөдө жана кристаллдашкан суу түрүндө сырткы чөйрөдө жайга-

шышты. Суунун молекуласы кандай орун алса да комплекстин курамдык бөлүгү болгондуктан мындай бирикмелерди гидраттык изомерия дейбиз. Эксперимент менен далилденгенде кристаллогидрат аквакомплекске жана кристаллогидраттык комплексе өтүп турат:

$$[Co(NH_3)_5NO_3](NO_3)_2 \cdot H_2O; \quad [Co(NH_3)_5 \cdot H_2O](NO_3)_3$$

Көпчүлүк комплекстүү бирикмелер сууда эрип, комплекстүү иондорго ажырайт. Мисалы,

$$[Cr(H_2O)_6]Cl_3 \leftrightarrows [Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^-$$

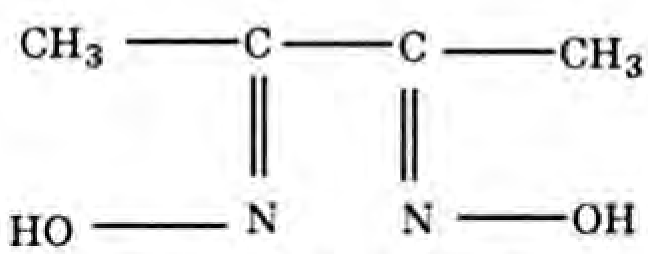
Бул учурда комплекстүү катиондорду пайда кылды. Ал эми $K[Ag(CN)_2]$ ажыраганда комплекстүү анионду пайда кылат:

$$K[Ag(CN)_2] \leftrightarrows K^+ + [Ag(CN)_2]^-$$

Шарттын өзгөрүшү менен комплекстүү иондор жөнөкөй иондорго чейин ажырашы ыктымал.

$$K[Ag(CN)_2] \leftrightarrows K^+ + [Ag(CN)_2]^- \leftrightarrows Ag^+ + 2CN^-$$

Комплекстин курамына кирген иондор өздөрүнө мүнөздүү реактивдердин жардамы менен таанылат. Ошондуктан көпчүлүк комплекстүү бирикмелер аналитикалык химияда колдонулат. Аналитикалык химияда «Чугаевдин реакциясы» деген ат менен никелдин Ni^{+2}– катиону эритмеден сандык жактан органикалык реагент-диметилглиоксима менен аныкталат:



диметилглиоксима

Ушул зат менен Ni^{2+} – катиону ачык түстөгү никель комплексин пайда кылат.

Ички сферанын курамына жараша комплекстүү бирикмелер катион, анион типтеги бирикмелер жана электролит эмес типтеги комплекстүү бирикмелер болушат.

Сууда эриген комплекстүү бирикмелер күчтүү электролиттер сыяктуу толук бойдон катион жана аниондорду пайда кылып ажырашат.

$$[Pt(NH_3)_4]Cl_2 \leftrightarrows [Pt(NH_3)_4]^{2+} + 2Cl^-$$

$$K_2[PtCl_4] \leftrightarrows 2K^+ + [PtCl_4]^{2-}$$

Мындай диссоциация биринчи катардагы диссоциация болот. Пайда болгон комплекстүү катион жана анион белгилүү бүтүндүктө болушат. Ал эми сырткы сферадагы хлорид Cl^- жана K^+ катиону калий хлоридинин диссоциациясына окшош иондорду пайда кылды.

Диссоциациянын экинчи катары лиганданы борбордук комплексти пайда кылуучудан ажыратуу эки баскычта жүрөт.

$$[PtCl_4]^{2-} \leftrightarrows PtCl_3^- + Cl^-$$

$[PtCl_4]^{2-}$ – комплекстүү ион начар электролит

Комплекстүү иондор катуу заттарда жана эритмелерде кездешет. Бул комплекстүү иондордун айрымдары биологиялык процесстер үчүн өтө маанилүү. Комплекстик иондор өсүмдүктөрдүн өсүшүндө, жаныбарлардын жашоо-тиричилигинде, белгилүү физиологиялык процесстерде негизги ролду ойнойт. Мисалы, гемоглобиндин курамына кирген кызыл пигмент – гемин жана өсүмдүктөргө жашыл өңдү берген хлорофилл дагы комплекстик бирикменин курамдык бөлүктөрү болуп эсептелет. Гемоглобин темирдин катионун кармап жүргөн комплекстүү бирикме, ал эми хлорофилл магнийдин комплекстик бирикмеси болуп эсептелет. Магний өтмө элемент болбосо да ал пайда кылган хлорофилл өзүнүн айрым касиеттери боюнча гемоглобинге жакын. Демек, комплекстик бирикмелерди өтмө элементтерден башкалар да пайда кыла алат. Өсүмдүктөрдөн бөлүп алган хлорофиллди анализдегенде бири-бирине окшош *А* жана *Б* хлорофиллден турат. Алар структурасы боюнча айырмаланышат. Өтө майдаланган катуу заттарга ар түрдүү даражада адсорбцияланышат, ушундай ыкма менен *А* хлорофиллди *Б* хлорофиллден ажыратып алса болот.

? Суроолор жана конугуулор

1. Комплекстүү бирикмени кандай түшүнөсүңөр?
2. Комплекстүү бирикмелерден мисал келтирип формуласын жазгыла.
3. Комплекстүү бирикменин курамы кандай? Кандай бөлүктөн турат?
4. Комплекстүү бирикменин курамын көрсөтүүчү структуралык формуласын жазгыла. Курамдык бөлүктөрүн атагыла.
5. Комплекстүү бирикмелердин номенклатурасы кандай?
6. Комплекстүү бирикмелердин кандай типтерин билесиңер?
7. Аммиакаттар жана аквакомплекстерге мисал келтирип, атагыла.
8. Ацидокомплекстер деп кандай заттарды түшүнөсүңөр?
9. Кош туздардан комплекстүү бирикмелердин айырмасы эмнеде?
10. Комплекстүү бирикмелер кандайча диссоциацияланат?
11. Комплекстүү катион жана анионго мисал келтиргиле.
12. Комплекстүү бирикмелердин кандай изомерлерин билесиңер?

13. Комплекстүү бирикме деп эмнени айтабыз?

14. Комплекстүү бирикмелердин мааниси кандай?

15. Гемин жана хлорофилл түшүнүктөрү эмнени көрсөтөт?

16. Үй өсүмдүктөрүнүн бир жалбырагын алып, аны майдалап азыраак өлчөмдөгү спиртке эриткиле. Эмнени байкадыңар? Спиртте эрип жүргөн хлорофиллдин курамы кандай?

17. Бардык комплекстүү бирикмелердин эригичтиги жөнүндө кандай оюңар бар?

ДИСПЕРСТИК СИСТЕМАЛАР ЖАНА КОЛЛОИДДИК ЭРИТМЕЛЕР

§ 1. Дисперстик системалар жөнүндө түшүнүк жана алардын классификациясы

● *Бир заттын чөйрөсүндө башка заттардын майда бөлүкчөлөрү тегиз таралып жүргөн эки же андан көп компоненттерден турган гетерогендүү системаны* **дисперстик** деп атайбыз.

Чөйрөгө тегиз таралып жүргөн **майда бөлүкчөлөр дисперстик фаза**, ал эми ошол бөлүкчөлөрдү камтыган эриткич **дисперсиялык чөйрө** деп аталат.

Мисалы, чаңдуу аба менен ылай сууну алсак: топурактын майда бөлүкчөлөрү дисперстик фаза, ал эми аба менен суу дисперсиялык чөйрө болуп эсептелет.

● *Катуу заттын бөлүкчөлөрү суюктук чөйрөсүндө таралып жүргөн системалар (к/с)* **суспензиялар** деп аталат. Концентрациялуу суспензияларды пасталар дешет. Мисалы, тиш жуучу пасталар, бет-майлар ж. б.

Жер кыртышынын жана чөкмө минералдардын пайда болушунда, эл чарбасында суспензиялардын мааниси чоң. Мисалы: курулуш материалдары (цемент, ылай, актиш ж. б.), боёк, лак, адсорбенттер, жаратты майлоочу майлар, фунгидциддер, инсектициддер, пасталар ж. б. суспензия түрүндө колдонулат.

● *Бири биринде эрибеген, эки суюктуктун бири экинчисинде майда тамчылар түрүндө таралып жүргөн дисперстик система (с/с)* **эмульсия** деп аталат. Мисалы, керосин, бензол, майдын суу менен аралашмасы же кадимки сүт. Эмульсиянын туруктуулугун көбөйтүү үчүн ага эмульгатор деп аталган затты кошушат. Эмульгаторлордун сырткы бети активдүү заттар.

● *Чөйрөсү газ, ал эми дисперстик фазасы суюк, катуу болгон дисперстик системалар (туман, булут, түтүн, чаңдуу аба ж. б.)* **аэрозолдор** деп аталат. Аэрозолдор айыл чарбасында зыянкечтерди жок кылууда кеңири колдонулат.

Аэрозолдорго чаң, түтүн (дисперстик фазасы катуу заттар) жана туман (дисперстик фазасы суюктук) кирет. Мисалы: чаң – өтө майда топурактын, чопонун бөлүкчөлөрүнөн; түтүн – күйбөгөн көмүрдүн

күкүмдөрүнөн, күлдөн, ыштан; туман абадагы суунун өтө майда тамчыларынан тургандыгы белгилүү. Аэрозолдор, эреже катарында полидисперстүү системалар болгондуктан, алар көпчүлүк касиеттери боюнча коллоиддик эритмелерге окшош болушат.

Дисперстик фазасы газ, ал эми дисперсиялык чөйрөсү суюктуктан турган система **көбүк** деп аталат. Ар бир көбүк бири биринен өтө жука кабыкчалар менен бөлүнүп турат. Ал кабыкчалар тез жукарып көбүктөр жарылат да, бири бирине биригип, өтө майда тамчыларды пайда кылат. Бул процесс коалесценция деп аталат. Кээ бир заттар (мисалы, сууда эриген белоктор) көбүктүн суюк кабыкчаларында (кабыкчанын ички бети газ менен тийишкен жеринде) коллоиддик системаны пайда кылат да, көбүктөрдүн туруктуулугун жогорулатат.

Коллоиддик дисперстүү системалар. Дисперстик фазаны түзгөн бөлүкчөлөрдүн өлчөмү боюнча ири дисперстүү системалар менен чыныгы эритмелердин ортосунан орун алышат. Дисперстик фазаны түзгөн бөлүкчөлөрдүн өлчөмү 10^{-5} – 10^{-6} *см*ге чейин өзгөрөт. Мындай бөлүкчөлөр кагаз чыпкалардан өтүп кеткени менен жарым өткөргүч жаргакчалардан өтпөйт. Жөнөкөй көз менен караганда тунук өңдөнөт, бирок ультрамикроскоп аркылуу эриткичте тегиз таралып жүргөн бөлүкчөлөр көрүнөт.

§ 2. Коллоид эритмелеринин өзгөчөлүктөрү жана алыныш шарттары

Коллоиддик эритмелер илгертен эле белгилүү. Алсак, алтындын коллоиддик эритмеси – рубин айнеги алхимиктер тарабынан алынган, ал эми желим, килкилдек эчак эле белгилүү болгон.

Кийин заттарды коллоид жана кристаллоид деп эки топко бөлүү шарттуу экендигин тажрыйба жүзүндө далилдеген. Ал көпчүлүк заттардын шартын, чөйрөсүн ж. б. өзгөртүү менен коллоид түрүндө да, кристаллоид түрүндө да алуу мүмкүнчүлүгүн көрсөткөн. Мисалы, натрий хлориди сууда чыныгы эритме, ал эми бензолдо коллоиддик эритме пайда кылат; белок белгилүү бир шарттарда кристаллдык абалда алынат; самын сууда коллоидди, ал эми спиртте чыныгы эритмени пайда кылат.

Коллоиддер жаратылышта өтө кеңири таркалган заттардын бири, анын практикалык жана илимий мааниси жогору. Мисалы, жаратылыштагы баалуу таштар, жер астындагы минералдар, тамак-аш продуктулары, сырт кийим, бут кийимдер, түтүн, булут, жаратылыштагы киргилт суулар, жер кыртышы, топурак ж. б. бардыгы коллоиддик системага таандык. Ал эми көпчүлүк биологиялык суюктуктар – кан, плазма, лимфа, жүлүн, белок, крахмал, шилекей ж.б. коллоиддик эритмелердин мисалдары болушат.

Өнөржай өндүрүшүндө да коллоиддердин мааниси чоң. Алсак, нефтини өндүрүү, аны кайрадан иштетүүдө, металлургия, тоокен өнөржайларында, курулуш материалдарын, пластмассаларды, синтетикалык булаларды, каучук, резиналарды өндүрүүдө, кездеме, боёк, лак, тамак-аш, самын кайнатуу өнөржайларында коллоиддик эритмелер кеңири колдонулат. Флотациянын жардамы менен кендерди байытуу, металлдарды механикалык, термикалык иштетүү, сүрөт иштеринде коллоиддик системалардын түздөн-түз тиешеси бар. Алсак парфюмериялык, фармацевттик өнөржайларда көпчүлүк турмуш-тиричиликке керектүү заттар, паста, крем, майлоочу майлар жана суспензия, эмульсия түрүндө чыгарылат. Заттын коллоиддик абалын тереңирээк билсек, анда биз тоотектеринин, ар түрдүү кендердин жана минералдардын пайда болушун оңой эле түшүнүп алабыз.

Жер кыртышын иштетүүдө, анын ичинен иондордун орун алмашуу реакцияларын, кыртышка сиңирилген комплекстердин (ППК) түзүлүшүн, касиетин, гумус заттарынын химиясын окуп-үйрөнүүдө коллоиддик химиянын мааниси баалуу.

Өсүмдүктөрдү курт-кумурскалардан, отоо чөптөрдөн химиялык ыкма менен арылтууда коллоиддик химиянын ролу өтө жогору. Бул иштерге колдонулуучу уулуу химикаттар, суспензия, эмульсия, туман, түтүн, аэрозолдор түрүндө колдонулат.

Эми коллоиддик химиянын негизги түшүнүктөрүнө токтолуп кетели. Эгерде дисперстик чөйрө суюктук болсо андай коллоиддик эритмелер – **золдор** деп аталат. Мисалы суудагы коллоиддик эритмелер – гидрозоль, спирттеги – алкозоль, бензолдогу –бензозоль, эфирдеги – этерезоль деп айтылат.

Шартка жараша коллоиддик эритмелер өздөрүнүн суюк абалын жоготот да, коюулана баштайт. Мындай коюулана баштаган коллоиддик эритмелердин түрүн **гелдер** деп коёбуз. Алар золдор сыяктуу гидрогель, алкогель, этерогель ж. б. деп аталат.

Коллоиддик эритмелер дисперстик фаза менен дисперсиялык чөйрөнүн өзара биригишине, аракеттенишине жараша **лиофилдүү** (эритем, сүйөм) жана **лиофобдуу** (эрите албайм, корком, сүйбөйм) болуп бөлүнүшөт. Эгерде дисперсиялык чөйрөсү суу болсо, анда гидрофилдүү жана гидрофобдуу болуп аталат.

Лиофилдүү-коллоиддик эритмелерге белоктор, полисахариддер, каучук, полиамид жана жогорку молекулалуу заттардын эритмелери кирет.

Лиофобдуу коллоиддик эритмелерге – металлдардын гидрозолдору, сульфиддеринин эритмелери мисал боло алат.

Термодинамиканын принциптерине ылайык дисперстик системалар өз алдынча алынбайт. Ал үчүн белгилүү өлчөмдө энергия жум-

шап, кандайдыр бир жумуш аткарылышы зарыл. Мындан тышкары дисперстик системаларды же жалпы эле коллоиддерди алууда төмөнкү негизги шарттар аткарылышы керек.

Коллоиддерди алуунун шарттары

1. **Дисперстик фаза дисперсиялык чөйрөдө эрибеши керек** (мисалы май жана суу).

2. Коллоиддик системаны алыш үчүн дисперстик фазанын диаметрин $\alpha = 10^{-5} - 10^{-7}$ *см*ге жеткириш керек. Ал үчүн заттын бөлүкчөлөрүн майдалоо же атом иондорду чоң агрегатка бириктирүү керек. Ошондуктан коллоиддерди алуунун эки ыкмасы бар. Биринчиси дисперсиялык – заттын бөлүкчөлөрүн майдалоо. Экинчиси конденсациялык – майда бөлүкчөлөрдү ири агрегатка чейин чоңойтуу.

3. Коллоиддик система туруктуу болуш үчүн стабилизаторлордун – электролиттердин болушу зарыл. Себеби электролиттердин сырткы бетинде иондук-гидраттык катмар пайда болот. Мисалы, майды суу менен тазалоодо самын пайдаланылат.

Жогорку үч шарт туура болгондо, коллоиддик бөлүкчөлөр электр зарядына жана гидраттык катмарга ээ болушат дагы, система негизинен туруктуу абалга келет.

Дисперсиялык метод негизинен ири бөлүкчөлөрдү майдалоого негизделген. Ал үчүн ар түрдүү майдалагычтар – тегирмен сыяктуу, механикалык майдалоо ж. б. ыкмалары колдонулат.

Пептизация дисперсиялык методго мисал боло алат. Пептизация деп жаңыдан бузулуудан пайда болгон гелди пептизатор-дисперстик чөйрөнүн жардамы менен майдалоо ыкмасын түшүнөбүз. Мисалы, топурактын суудагы эритмеси, ылай катуу боло баштаганда суу кошуп, аралаштырып, суспензияны кайрадан алуу.

Конденсациялык метод боюнча молекулаларды агрегаттарга бириктирип, тиешелүү дисперстик фазанын өлчөмүнө чейин чоңойтуу керек. Ал үчүн ар түрдүү химиялык реакциялар: чөкмөгө түшүү, окистенүү-калыбына келүү, комплексти пайда кылуу ж. б. пайдаланылат. Негизинен конденсациялык ыкмада молекулалар биригип, чоң агрегаттарды алууда тиешелүү шарттар туура келгени дурус.

1. Физикалык конденсацияда температура төмөндөшү керек. Мисалы: туман, булут ж. б. пайда болушу.

2. Дисперсиялык чөйрөнү башка эриткич менен алмаштыруу. Мисалы: конифоль, күкүрттүн суудагы золдору.

3. Химиялык конденсацияда чөкмөгө түшүүчү же начар эриген заттардын пайда болушуна алып келген бардык реакциялар колдонулат.

Жалпысынан коллоиддердин физика-химиялык ж. б. касиеттери **мицелланын** түзүлүшү менен байланыштуу. Мицелла коллоиддин эң кичине электр жактан нейтралдуу бөлүкчөсү.

Агрегат-мицелла пайда болушу үчүн төмөнкү жөнөкөй эрежелер сакталат:

1. Реакциянын натыйжасында начар эриген зат, комплекс же чөкмө пайда болушу керек.

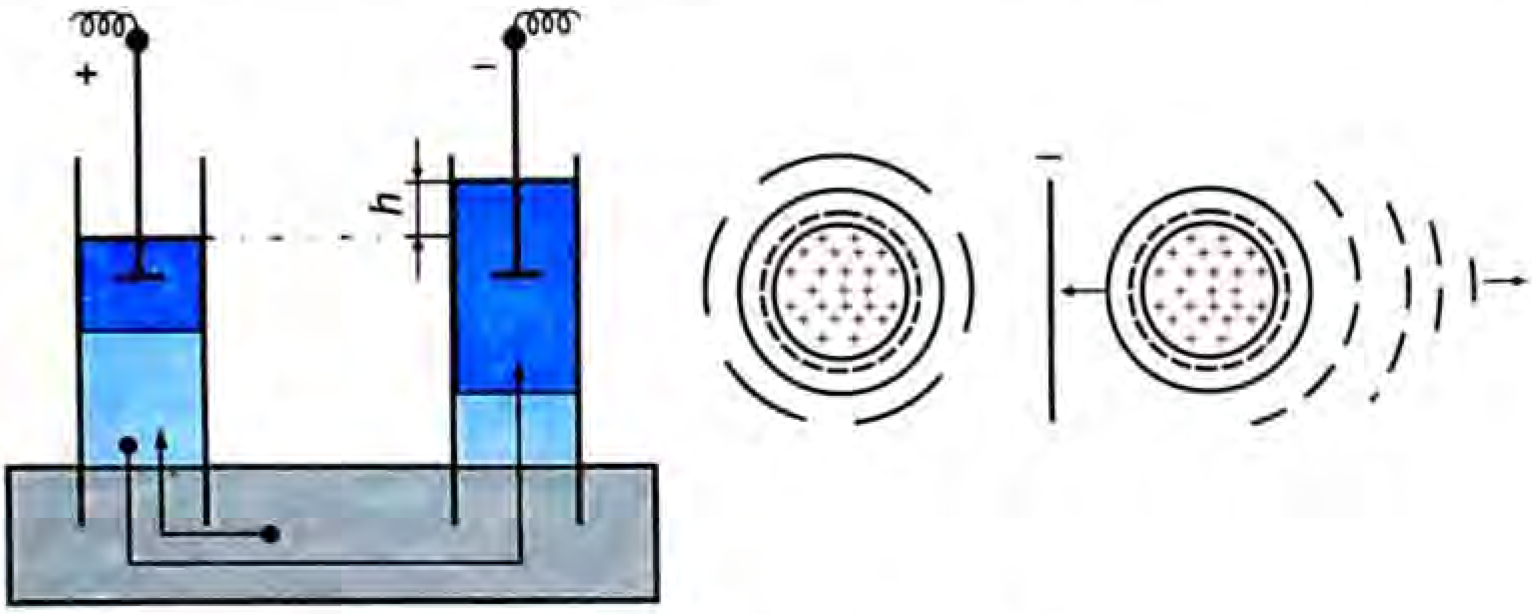
2. Ал чөкмө же комплекс мицелланын **ядросун** түзөт. Ядронун тегерегине электр талаасынын таасиринен стабилизатордун тектеш иондору адсорбцияланып, **потенциал аныктоочу катмарды** пайда кылат.

3. Ядрого потенциал аныктоочу иондор менен кошо бир нече карама-каршы иондор адсорбцияланып, заряддуу бөлүкчө – **гранулынын** пайда болушуна алып келет.

4. Гранулянын эң сырткы – **диффузиялык катмарына**, ички сферага батпай калган, карама-каршы иондор жайгашып, электр жактан нейтралдуу бөлүкчө мицелланы пайда кылышат. Натыйжада алгачкы чөкмө эрип, коллоиддик эритме – дисперстик система алынат.

§ 3. Коллоиддердин касиеттери

Коллоиддик бөлүкчөлөр оң жана терс заряддуу болгондуктан электролиттер эритмеси сыяктуу эле электр тогун өткөрүшөт. Эреже катары металлдар, алардын сульфиддери менен галогениддеринен пайда болгон коллоиддик бөлүкчөлөр терс, ал эми металлдар гидроксиддеринин грануласы оң заряддуу болушат. Бөлүкчөлөрдүн зарядын төмөнкү тажрыйба далилдейт. Золго электр тогун жиберсек зарядынын белгисине жараша коллоиддик бөлүкчө эки электроддун бирин көздөй жылат (11.1-сүрөт).



11.1-сүрөт. Электрофорез кубулушу.

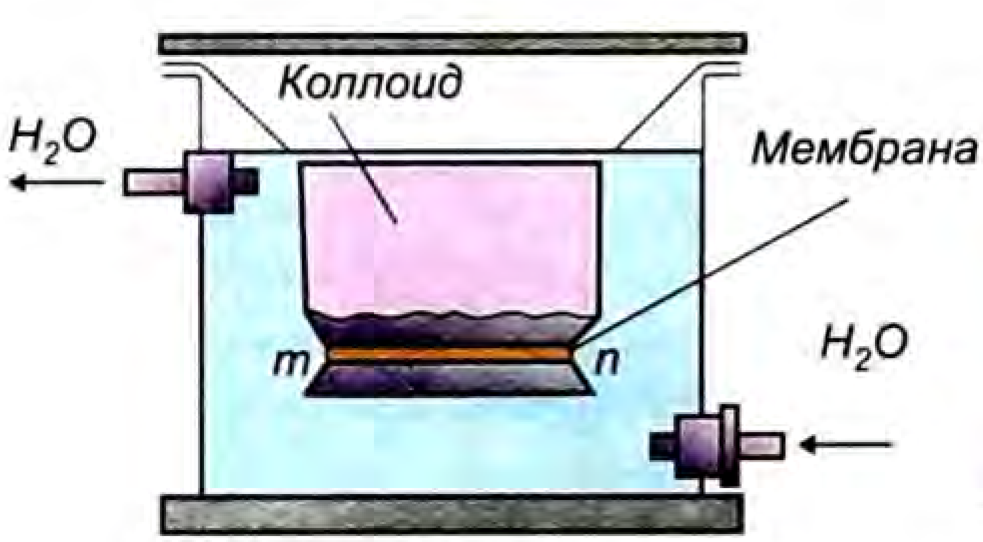
Заряддуу бөлүкчөлөрдүн электр талаасында миграциясы же зарядына жараша тиешелүү электродго багытталып жылышы **электрофорез** деп аталат.

Кээ бир учурларда башка электролитти кошуу менен коллоиддик бөлүкчөлөрдүн зарядын өзгөртүүгө болот. Мисалы, коллоиддик бөлүкчөлөрү терс заряддуу болгон алтын золунун үстүнө, алюминий тузунун эритмесин куйса, алтындын коллоиддик бөлүкчөлөрү оң заряддуу болуп калат да, электр талаасында багытын өзгөртүп, терс электродго тартылат. Эгерде алюминий тузунун эритмеси аз куюлса, алтындын коллоиддик бөлүкчөлөрү зарядын жоготуп, чөкмөгө түшөт, ал эми көп куюлса, чөкпөй зарядын гана өзгөртөт. Электрофорез кубулушу коллоиддик аралашманы бөлүү, тазалоо ж. б. процесстерде кеңири колдонулат. Эгерде золду мембрана менен тосулган баштыкка куюп, сууга салып койсок (11.2-сүрөт) жөнөкөй иондор мембранадан сырткы идишке өтүп золь тазаланат.

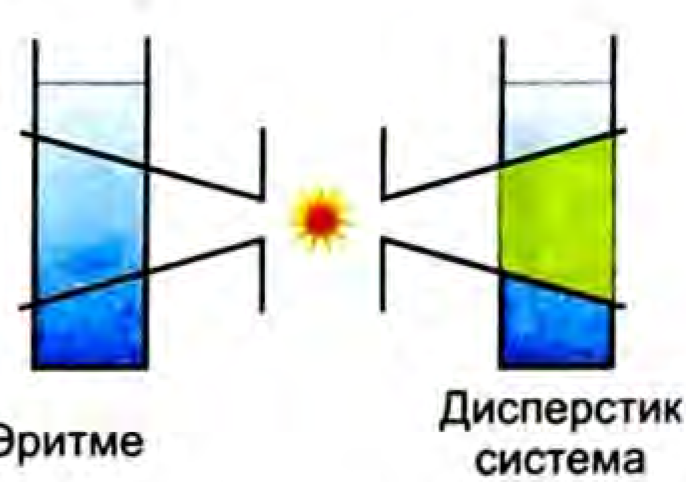
Дисперсиялык чөйрөнүн мембрана аркылуу бир жактуу диффузиясы **диализ** деп аталат.

Жарым өткөргүч жаргакчаны целлофан, пергамент ж. б. даярдашат. Мындай мембранадан эриткичтин молекулалары, эркин жүргөн же гидратталган иондор жеңил диффузияланышат, ал эми коллоиддик бөлүкчөлөр өтпөйт. Бир нече жолу эриткичти алмаштырса коллоиддик эритме тазаланат. Эгерде процесс көп ирет кайталанса, иондордун бардыгы жуулуп кетип дзета-потенциалды пайда кылууга иондор жетишсиз болуп калат да, коллоиддик бөлүкчө өзү калып бири бирине жабышып чөкмөсү түшөт. Диализ коллоиддерди тазалоодо гана эмес, коллоиддин жаратылышын далилдөөдө да колдонулат. Диализдин ылдамдыгы жаргакчанын бетинин чоңдугуна, эриткич менен золдун концентрацияларынын айырмасына көзкаранды. Ошондуктан диализди агып турган таза эриткичте жүргүзүү ишти тездетет.

Электр тогунун жардамы менен диализди ылдамдатуу процесси **электродиализ** деп аталат.



11.2-сүрөт. Диализатор.



11.3-сүрөт. Тиндаль конусу.

Электродиализ золду ашыкча иондордон тазалоонун эффективдүү методу болгондуктан, биоколлоиддерди (протеиндер, ферменттер, гормондор, пектин заттары ж. б.) тазалоодо кеңири колдонулат.

Коллоиддердин дагы бир мүнөздүү касиеттеринин бири жарыкты чачыратуу жөндөмдүүлүгү. Эритмеге тийген жарыктын чачырашы, жарыктын коллоиддик бөлүкчөлөрдү айланып өтүүсүнүн натыйжасы болуп эсептелет. Ошондуктан коллоиддик эритмелерде чаңгылттануу – опалесценция кубулушу байкалат. Мында жарык нуру тийген ар бир мицелла өзү жарык булагы сыяктуу, жарык чыгарган чекитке окшогондуктан коллоиддик бөлүкчөлөрдү ультрамикроскопто байкоого болот. Коллоиддик эритме аркылуу өткөн жарык шооласы жайылып ачык конусту (үйдүн ичине түшкөн жарыктын шооласы) пайда кылат (11.3-сүрөт). Бул кубулуш Тиндаль эффектиси же Тиндаль конусу деп аталат.

Коагуляция жана пептизация

Коллоиддик эритмелердин туруктуулугу грануланын заряды жана сольваттык-диффузиялык катмары менен шартталгандыктан, алардын зарядын азайтуу же жоготууга багытталган бардык таасирлер коллоиддик эритменин туруктуулугун азайтат. Натыйжада коллоиддик бөлүкчөлөрдүн туруктуулугу бузулуп, бири-бирине жабышып, чоң-чоң агрегаттарды пайда кылат да эритмеден бөлүнүп чөгөт.

Коллоиддик бөлүкчөлөрдүн өзара биригип, чоңоюу процесси коагуляция (кандын, сүттүн уюп калышы) деп аталат. Коагуляция процесси коллоиддик эритмеде өтө жай жүрөт. Качан гана коллоиддик бөлүкчөлөр биригип, белгилүү бир өлчөмгө жеткенде өтө тез чөгүү процесси башталат. Бул процесс коллоиддин седиментациясы деп аталат.

Коллоиддик системалардын туруктуулугун ар кандай ыкма менен азайтууга болот: электролит кошуу, ысытуу ж. б. Электролит диффузиялык катмардагы иондорду нейтралдаштырып жоготот да, дзет-потенциалдын сандык маанисин нөлгө чейин азайтат.

Грануласынын заряддары карама-каршы ар түрдүү коллоиддик эритмелерди аралаштырса да коагуляция жүрөт. Мисалы, мышьяк сульфиди менен темир гидроксидинин коллоиддик эритмелерин аралаштырсак өзара бири бирин коагуляциялашат, себеби алардын заряддары карама-каршы.

Лиофобдук коллоиддердин коагуляциясы кайталанбаган процесс болгондуктан чөкмөгө кайра эриткич кошуп, золду алуу мүмкүн эмес. Бирок чөкмөнүн үстүндөгү эриткичке бир аз электролит кошулса, чөкмө эрип кайра золь пайда болушу мүмкүн. Мында чөкмөдөгү бөлүкчөлөр электролиттин бир түрдүү иондорун адсорбциялап заряд-

далат да, заряддалган бөлүкчөлөр түртүлүп, дисперстик чөйрөнүн бардык көлөмүнө таралып, золду пайда кылат. Электролит куюу менен чөкмөнү эритип, золду алуу процесси **пептизация** деп аталат. Пептизация коллоиддик эритмелерди алуунун дисперстик методдорунун бири болуп эсептелет.

? Суроолор жана көнүгүүлөр

1. Дисперстик системаларга аныктама бергиле?
2. Коллоиддик эритмелер менен чыныгы эритмелердин айырмасы кандай?
3. Дисперстик системалардын классификациясы.
4. Суспензия, эмульсия, аэрозолдор, көбүктөр, алардын алынышы, касиеттери, колдонулушу.
5. Дисперстик системалардын алыныш шарттары жана ыкмалары.
6. Коллоиддердин эл чарбасындагы мааниси. Коллоиддердин молекулалык-кинетикалык, оптикалык, электрлик касиеттери.
7. Коллоиддердин алынышы жана бузулушу: пептизация, коагуляция, коалесценция кубулуштары.
8. Самындын кир кетирүүчү касиети эмнеге негизделген?
9. Диализ кубулушу эмнеге негизделген? Анын турмуштагы мааниси.
10. Аэрозолдорду айыл чарбасында колдонуудагы экологиялык талаптар кайсылар?
11. Коллоиддердин эл чарбасындагы жана турмуштагы мааниси. Эмне үчүн жаңы төрөлгөн балдарга сүт (эмульсия) беришет?
12. Чаң менен түтүн, булут менен туман дисперстик системалардын кайсы түрүнө кирет?
13. Көбүктөр кантип пайда болот? Алардын турмуштагы мааниси. Суспензия жана эмульсияны кантип айырмалап алабыз?

ХИМИЯ ЖАНА ЭКОЛОГИЯ

§ 1. Минералдык жер семирткичтер

Өсүмдүктөрдүн өсүшүн жөнгө салуучу, түшүмдүүлүгүн жогорулатуучу жана кыртыштын асылдуулугун жакшыртуучу химиялык бирикмелер жалпысынан *жер семирткичтер* болушат. Азыркы мезгилде айыл чарбасында суюк комплекстик жер семирткичтер кеңири колдонулууда. Мындай жер семирткичтердин курамында N, P, K башка экинчи азык заттары – Ca, Mg, S жана микроэлементтер Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co болот, алар полифосфор кислотасынын негизинде алынат. Айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмдүүлүгүн жогорулатуу үчүн органикалык, органо-минералдык, комплекстик жер семирткичтерди колдонуу жакшы натыйжа берүүдө. Бул учурда өсүмдүктөр үчүн керек болгон азык заттардан тышкары кыртыштын гумусу жакшыртылат. Комплекстик, органоминералдык жер семирткичтерге ар кандай өсүмдүктөрдүн чириндилери, чымкөң, суу сактагычтардын түбүндө чогулган калдыктар, сапропель ж.б. кирет. Жалпысынан жер семирткичтерди пайдаланууда алардын физика-химиялык касиеттерин, өлчөмүн, алыныш ыкмасын билүү, алардын ар бир түрүн максаттуу пайдалануу зарыл.

Азот жер семирткичтери

Азот – өсүмдүктөргө керек негизги элементтердин бири. Ал жөнөкөй жана татаал белоктордун, өсүмдүк клеткаларындагы цитоплазмалардын РНК жана ДНКлардын негизги курамын түзөт. Атмосферадагы азот, азот жер семирткичтери, азот кислотасынын аммоний туздары азоттун негизги булагы болуп эсептелинет: суюк аммиак, аммиак селитрасы NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$, KNO_3, NH_4C1, карбамид $CO(NH_2)_2$ жана аммиакаттар $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ кирет. Аларды пайдаланууда касиеттерин эске алуу зарыл.

Фосфор жер семирткичтери

Фосфор – жаныбарларга керектүү негизги элементтердин бири. Фосфор жана фосфор кислотасысыз бир дагы жандуу клетка болушу мүмкүн эмес. Клетканын ядросу болгон – нуклеопротеиддин курамы фосфор кислотасынан турат. Нуклеопротеиддер белоктор менен нуклеин кислотасынын бирикмеси (РНК, ДНК) болуп эсептелет. Нук-

леин кислотасынын курамында 20% ке жакын (P_2O_5 карата эсептегенде) фосфор бар. Фосфор көпчүлүк өсүмдүктүн курамында болуучу фитин, лецитин, кант фосфаттары ж. б. түрүндө кездешет.

Фосфор жер семирткичтери көбүнчө үрөн себердин астында жана өсүмдүктөр дан байлаган мезгилде кошумча азыктандыруучу зат катары колдонулат, өсүмдүктүн түшүмүн жогорулатат. Фосфору жетиштүү өсүмдүктөрдүн даны чоң, анын курамындагы канттын, крахмалдын саны көп болот.

Калий жер семирткичтери

Калий өсүмдүктүн өсүшү үчүн керек болгон негизги үч элементтин бири. Өсүмдүктүн курамында калий ион түрүндө кездешет, клетканын курамына кирбейт. Бирок, фотосинтез мезгилинде АТФнын пайда болушуна жардам берет, цитоплазмадагы коллоиддердин туруктуулугун жогорулатат. Натыйжада өсүмдүк убактылуу кургакчылыктан аз да болсо сакталып калат. Калий картошкада – крахмалдын, кант кызылчасында – канттын, жашылча жемиштерде моносахариддердин арбын топтолушуна алып келет жана өсүмдүктүн суукка, ысыкка, ар түрдүү бактерияларга чыдамдуулугун, клетка маңызынын осмостук басымын жогорулатат. Калийдин жардамы менен өсүмдүктөрдө жогорку молекулалуу бирикмелер – целлюлоза, крахмал, гемицеллюлоза жана пектин заттарынын синтезделиши тездейт, натыйжада өсүмдүктөрдүн сөңгөгү жоонойп бекемдейт. Айыл чарба өсүмдүктөрүн калий, кальций, магний жана аммоний туздары менен азыктандыруу оң таасирин тийгизет. Топуракта калий жетишсиз болсо өсүмдүктүн түшүмү азаят жана жагымсыз шарттарга туруктуулугу бир топ начарлайт. Калий жетишсиз өсүмдүктөрдүн түшүмүн көпкө сактоого болбойт. Калий жетишпеген өсүмдүктөрдүн жалбырактары эрте саргайып, четтери куурап калат.

Дан өсүмдүктөрү гүлдөгөндөн кийин калийдин өсүмдүктөргө келиши токтолот. *Картошка, кант кызылчасы, капуста* бардык учурда калийге муктаж болушат. Айрыкча картошка гүлдөгөн мезгилде, кант кызылчасы менен капуста түйүлгөн учурда калийди көп талап кылышат. Калий айрыкча өсүмдүктөрдүн жалбырактарында топтолот.

Комплекстик жана органикалык жер семирткичтер

Эки же андан көп азык заттарынан жана микроэлементтерден турган жер семирткичтер **комплекстик жер семирткичтер** деп аталат. Комплекстик жер семирткичтерге **фосфор-калийлик, азот-фосфордук, азот-калийлик жана азот-фосфор-калийлик** туздар кирет. Алынуу ыкмаларына жараша бул жер семиркичтер татаал, татаал-аралашма, аралаш, катуу жана суюк болуп бөлүнөт.

Татаал комплекстик жер семирткичтерге калий селитрасы KNO_3, аммофос $NH_4H_2PO_4$, диаммофос $(NH_4)_2HPO_4$, фосфораммомагнезия NH_4MgPO_4, полифосфаттар кирет. Булардын курамы катион менен аниондон турат жана аралашмалары аз, азык заттары мол болот.

Татаал аралашма комплекстик жер семирткичтерге – **нитрофоско** $CaHPO_4 \cdot 2H_2O+Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O+NH_4NO_3+NH_4Cl$, $KCl+KNO_3+CaSO_4$ жана $NH_4H_2PO_4+KCl$дун аралашмасы кирет. Мындай жер семирткичтер жаратылыштагы фосфаттарды азот кислотасынын жардамы менен иштетүүдөн алынат.

Органикалык жер семирткичтерге канаттуулардын, малдын кыгы, фекалий, чымкөң, ачыган ар түрдүү таштандылар, сапропель, үй-тиричилигиндеги, коммуналдык чарбалардагы жана өнөржайлардагы иштетилген таштандылар кирет. Алардын курамында өсүмдүктөргө керектүү болгон бардык макро- жана микроэлементтер болот. Органикалык жер семирткичтердин өсүмдүктөргө жана кыртышка тийгизген таасири чоң жана айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмүн жогорулатууга жардам берет. Минералдык жер семирткичтер менен чогуу пайдаланганда органикалык жер семирткичтердин эффективдүүлүгү бир кыйла жогорулайт. Себеби органикалык жер семирткичтердеги өсүмдүктөргө азык болуучу көпчүлүк элементтер минералдардын жардамы менен тез сиңирилип алынат.

Микро- жер семирткичтер

Өсүмдүктөрдүн нормалдуу өсүшү үчүн негизги үч элементтен N, P, K дан башка өтө аз сандагы (0,001% жакын) микроэлементтер айрыкча керек. Алардын жетишсиздигинен өсүмдүктөр ар түрдүү ооруга чалдыгып, андан ары өсүүсүн токтотуп, куурап калат. Микроэлементтердин таасири астында өсүмдүктөрдүн түшүмдүүлүгү жогорулайт, алар организминдеги углеводдук, азоттук алмашууларга, окистенүү-калыбына келүү процесстерине активдүү катышат. Микроэлементтер өсүмдүктөрдүн ар түрдүү ооруларга жана сырткы чөйрөгө чыдамдуулугун жогорулатат, жашыл жалбырактагы хлорофиллдин үлүшүн көбөйтөт, фотосинтез кубулушун жакшыртат жана жалпы эле өсүмдүктүн өсүү процессиндеги ассимиляцияны тездетет.

Микроэлементтер нуклеин кислоталары менен ар түрдүү комплекстерди пайда кылып, рибосоманын физикалык касиеттерине, структурасына жана физиологиялык функциясына өз таасирин тийгизип, өсүмдүктөрдүн клеткалары аркылуу азыктануусун жакшыртат. Микро- элементтер жетишпеген кыртыштарга тиешелүү жер семирткичтерди чачуудан өсүмдүктүн түшүмдүүлүгү 10–15%ке чейин көбөйгөндүгү белгилүү. Бирок, микро жер семирткичтерди пайдаланууда айлана-чөйрөнү оор металлдар менен булгабоону эске алып, алардын кыртышта көп болуп кетишине жол бербөө керек.

Микро- жер семирткичтерге бор, жез, марганец, молибден, цинк, кобальт элементтери бар бирикмелер кирет.

§ 2. Айлана-чөйрөнү коргоонун негизги проблемалары

Адам баласы жашаган, эмгектенген жана эс алган жаратылыштагы жер, суу, аба, тоотектери, өсүмдүктөр, жаныбарлар жана адамдардын колунан жасалган **объектилерди айлана-чөйрө** деп түшүнөбүз. Айлана-чөйрө адам баласынын күнүмдүк жашоосуна жана эмгектенишине түздөн-түз таасирин тийгизет. Илимий-техникалык революциянын натыйжасында адам баласы менен айлана-чөйрөнүн байланышы жана жалпы эле жаратылышты коргоо маселеси курч мүнөздөгү, актуалдуу маселелердин бири болуп калды. Ошондуктан, жандуу организмдин өзара жана алардын айлана-чөйрө менен байланышын окуучу *экология* илимине бүгүнкү күндө чоң маани берилүүдө.

Айлана-чөйрөнүн организмге тийгизген таасири жалпысынан экологиялык факторлор деп аталат. Экологиялык факторлор негизинен абиотикалык, биотикалык жана антропогендик топторго бөлүнөт. **Абиотикалык** факторлорго климаттык, эдафикалык, топографиялык, гидрофизикалык жана гидрохимиялык таасирлер кирет. Климаттык факторлордун ичинен температуранын, жарыктын жана нымдуулуктун экологиялык мааниси өтө жогору. Ал эми басымдын, шамалдын тирүү организмге тийгизген таасири илимий түрдө аз изилденген.

Эдафикалык факторлор деп кыртыштын физикалык, химиялык, механикалык касиеттерине байланыштуу жаныбарларга тийгизген таасирин түшүнөбүз.

Гидрофизикалык жана гидрохимиялык факторлор деп суунун физикалык жана химиялык касиеттерине байланыштуу тирүү организмдерге тийгизген таасирин айтабыз.

Биотикалык факторлор деп жандуу жаратылыштын жана өсүмдүктөрдүн бири бирине тийгизген таасирин түшүнөбүз. Ар бир организм түздөн-түз же кыйыр түрдө башка организмдердин таасирине дуушар болот. Мисалы, өсүмдүк жер кыртышынан ар кандай азык заттар менен камсыз болот. Эгерде кыртышка көбүрөөк өлчөмдө азот жер семирткичтерин пайдалансак, анда нитраттык азот өсүмдүктөрдүн жемиштери аркылуу адамдын организмин уулантырат жана кээ бир учурларда өлүмгө дуушар кылат.

Антропогендик факторлор деп адам баласынын жаратылышка жана айлана-чөйрөгө тийгизген таасирин айтабыз. Адамдар өзүнүн жашаган чөйрөсүнө, абага, сууга, жер кыртышына ж. б. өз таасирин

эки жактуу тийгизет. Бир жагынан биологиялык объект катары ал айлана-чөйрөнүн физикалык факторлоруна, тамактануу, демалуу, зат алмашуу аркылуу көзкаранды. Экинчи жагынан адамдар өзүнүн жашоо шартын жаратылыш байлыктарын колдонуу менен жакшыртып алат. Ошентип, адам коому менен жаратылыштын ортосундагы тыгыз байланыштын эсебинен, кен байлыктары кайра иштелип, натыйжада айлана-чөйрөгө ар түрдүү таштандылар чыгарылат. Мындай өндүрүш менен айлана-чөйрөдөгү зат алмашуулар *антропогендик метаболизм* же социалдык зат алмашуу деп аталат.

Азыркы мезгилде айлана-чөйрөнү жана жаратылышты коргоонун **төрт негизги проблемасын**: айлана-чөйрөнү ар түрдүү булганычтан сактоо, калкты таза тамак-аш менен жабдуу, өнөржайды минералдык сырьё менен камсыз кылуу, энергетиклык маселелерди чечүү адам баласынын түздөн-түз милдети.

Жаныбарлардын организминде жана айлана-чөйрөдө сакталып калуучу радиоактивдүү элементтердин, сымап, коргошун, уулуу химикаттардын, синтездик кир кетирүүчү заттардын адам баласына жана жаныбарларга тийгизген тескери таасири өтө коркунучтуу. Айтылгандарга кошумча өнөржайдан, өзү жүрүүчү машиналардан бөлүнүп чыккан газдардын таасиринен абадагы кычкылтектин азайышын жана токойлордун ченеми жок кыйылуусунан, капыстан чыккан өрттүн ж. б. кырсыктардын кесепетинен кычкылтектин толукталбай жатканын эскертип кетсек, айлана-чөйрөнү жана жаратылышты коргоонун кандай социалдык, экономикалык мааниси зор экендигин түшүнөбүз.

Айлана-чөйрөнү жана жаратылышты коргоонун проблемаларын чечүүнүн эки ыкмасы бар. Биринчиси, өнөржайдан, айыл чарбасынан бөлүнүп чыккан зыяндуу заттарды тазалоо, ал үчүн өндүрүштө атайылап жасалган тазалоочу курулуштарды, бийик чыпкалуу морлорду жасоо керек. Экинчиси, таштандысыз же таштандысы аз технологияны пайдалануу. Ал үчүн сырьёну бир өндүрүштөн иштеткенден кийин, экинчи өндүрүш керектегендей кылып пайдалануу керек. Эми адам баласынын жашоосун курчап турган атмосфераны, жаратылыштагы сууларды жана жер кыртышын коргоонун айрым ыкмаларына токтолуп өтөлү.

Атмосферанын курамы жана аны булгоочу уулуу заттар

Атмосфера кычкылтек, көмүртек, азот, суу ж.б. элементтердин жаратылышта айланышын жөнгө салып турат. Атмосферасыз жер бетинде эч кандай жашоо болбойт. Адам баласы тамаксыз бир нече жума, суусуз бир нече күн, **абасыз бир-эки минута, ал эми атмосферасыз бир секунда жашай албайт**. Ошондуктан атмосферадагы не-

гизги газдардын балансын сактап туруу керек. Демалууда атмосферадагы көзгө көрүнбөгөн, өңсүз, жытсыз, уулуу газдарды дем алууда бөлө албайбыз, ошондуктан бизди курчап турган атмосфераны таза кармоо бүткүл элдик иш.

Атмосферадагы абаны булгоочу булактарга негизинен өнөржай, автомобиль ж. б. транспорту кирет. Жылына атмосферага 200 млн *т* ашык CO_2, 151 млн *т* SO_2, 50 млн *т* ар түрдүү углеводороддор, 250 млн *т* ашык аэрозолдор учуп чыгат. Мындан тышкары атмосферага жаратылыштын өзүнүн табигый айланыштарынын натыйжасында коргошун – 8700, мышьяк – 125, уран – 60, кадмий – 40, бериллий менен цирконий – 10, калай + ваннадий 4 эсе көп бөлүнүп чыгууда.

Жаратылыш суулары жана алардын булганышы

Бизди жыл сайын жаңыланып туруучу суунун запасы кызыктырат, ал болжол менен алганда океандарга жыл сайын агып түшүүчү агын суулардын көлөмүнө барабар – 45000 $км^3$. Мындай суулар жамгырдын, кардын, мөңгүлөрдүн эсебинен толукталып турат. Бирок ошого карабастан мындай ичүүгө, турмуш-тиричиликке керектүү болгон суулардын запасы өнөржайдын, айыл чарбасынын өсүшү менен жылдан жылга азаюуда, жер шарында жыл сайын жаңыланып туруучу суунун запасы бирдей бөлүнгөн эмес. Ошондуктан жаратылыштагы сууларды рационалдуу, комплекстүү ыкма менен колдонуу жана аны ар түрдүү булганыч заттардан таза сактоо илимий-техникалык негизги маселелердин бири.

Ичилүүчү жана күнүмдүк турмушта пайдаланылуучу сууларды булгоочу негизги булактардын бири өнөржайлар менен коммуналдык чарбаларда пайдаланылган, айыл чарбасында колдонулган, кен байлыктарды, жыгачты иштетүүдөн бөлүнүп чыккан, темиржол жана суу транспортторун, минералдык жер семирткичти, пестициддердин калдыктарын агызып келген суулар эсептелинет.

Сууну булганыч заттардан тазалоонун ыкмасы өтө эле көп. Булганыч сууларды атайын сактоо учурунда күн нурунун таасири астында өзүнөн-өзү тазаланып калат. Мисалы, **24 сааттын ичинде суудагы 50%ке жакын бактериялар тазаланат**, ал эми 96 саатта – 95%. Эгерде суу өтө булганып калса, анда суу өзүнөн-өзү тазаланып калбайт. Жаратылыштагы ичилүүчү сууну таза сактоо үчүн өнөржайдан, коммуналдык чарбалардан чыккан сууларды атайын жасалган көлмөлөргө топтоп, тазалангандан кийин гана агын сууларга кошууга уруксат берилет. Ошондой болсо да, азыркы мезгилде пайдаланылган сууларды тазалоо үчүн механикалык, химиялык жана биологиялык ыкмалар кеңири колдонулууда.

Кыртышты булганыч заттардан сактоо

Кен байлыктарды казып алуу менен адам баласы жер кыртышын бузуп, абаны, сууну булгоодо. Ошондуктан кен байлыктарды казып алууда экологиялык пландуу иштерди кошо жүргүзүү зарыл. Мисалы, казылып алынган жерлерди кайрадан толтуруу, зыяндуу газдарды сыртка чыгарбоочу чыпкаларды пайдаланып, таштандысыз, циклдүү технологияны түзүү иштери кеңири жүргүзүлүүгө тийиш. Экологиялык талапка ылайык тарыхый мааниси бар жерлер, кенбайлыктар, минералдык суулар, жер алдындагы коммуникациялар, инженердик курулуштар, радиоактивдүү таштандылар көмүлгөн жерлер мамлекеттик коргоого алынышы керек. Кийинки мезгилде минералдык ресурстарды үнөмдүү пайдалануу үчүн **күндүн, шамалдын, суунун, суутектин** энергиялары кеңири пайдаланылууда, металлдарды ж.б. курулуш материалдарын алмаштыруучу жасалма пластмассаларды, булаларды өндүрүү иши жакшы жолго коюлууда.

Кенбайлыктарды, жалпы эле жер кыртышындагы өсүмдүктөрдү жана жаныбарларды коргоо бүткүл мамлекеттик иш. Кыртышты рационалдуу түрдө пайдалануу, аны коргоо, айдоо, сугаруу, кургатуу жана жер семирткичтерди чачуу иштери пландуу жүргүзүлүшү керек. Бузулган кыртыштарды тез аранын ичинде калыбына келтирип, анын химиялык ар түрдүү уулуу заттар менен булганышына, кургап кетип шорлуу, туздуу кыртышка, же болбосо ашыкча нымдуу келип, саздак жерге айланып кетишине жол бербөө керек.

Жаратылышты коргоо жана жаратылыш ресурстарын рационалдуу түрдө пайдалануу бүткүл дүйнө мамлекеттеринин иши. Мындай мамлекеттик өзара келишимдерде ар бир өлкөнүн укугу, суверенитети сакталып, кабыл алынган милдеттерди ар бир өлкө абийирдүүлүк менен так аткарышы керек экендигин баса көрсөткөн. Жыйынтыктап айтканда айлана-чөйрөнү коргоо бүткүл элдик милдет.

? Суроолор жана конүгүүлор

1. Минералдык, органикалык жер семирткичтер, алардын түрлөрү жана колдонулушу?

2. Азот, калий, фосфор жер семирткичтери жана алардын айыл чарбасындагы мааниси.

3. Аммиак селитрасы, мочевина кандай шартта жана кандай учурда колдонулат?

4. Фосфор жер семирткичтерине кайсылар кирет? Кандай өндүрүш калдыктары фосфор жер семирткичтери катары пайдаланылат?

5. Кайсы өндүрүш калдыктары калий жер семирткичи катары колдонулат?

6. Комплекстик жер семирткичтерди пайдаланyудагы экологиялык талаптар. Микро- жер семирткичтер, алардын маанисин айтып бергиле?

7. Органикалык жер семирткичтер минералдык жана микро- жер семирткичтерди алмаштыра алабы?

8. Айлана чөйрөнү коргоонун негизги проблемалары.

9. Химиялык заттарды пайдаланyудагы экологиялык шарттар кайсылар?

10. Атмосфераны, кыртышты, гидросфераны экологиялык коргоонун эл аралык маанисине токтолуп өткүлө?

ТИРКЕМЕЛЕР

1-тиркеме

Кислоталардын, щелочтордун 18°Сдин концентрациялары жана тыгыздыктары

Концентрациясы % менен	H_2SO_4	HNO_3	HCl	$NaOH$	KOH
4	1,027	1,022	1,019	1,046	1,033
8	1,055	1,044	1,039	1,092	1,065
12	1,083	1,068	1,059	1,137	1,100
16	1,112	1,093	1,079	1,181	1,137
20	1,143	1,119	1,100	1,225	1,176
24	1,174	1,145	1,121	1,228	1,217
26	1,205	1,171	1,142	1,310	1,263
32	1,238	1,198	1,630	1,352	1,310
36	1,273	1,225	1,830	1,395	1,358
40	1,307	1,251		1,437	1,411
44	1,342	1,277		1,478	1,460
48	1,380	1,303		1,519	1,515
52	1,419	1,328		1,560	1,564
56	1,460	1,351		1,601	1,616
60	1,503	1,373		1,643	
64	1,547	1,394			
68	1,594	1,412			
72	1,640	1,429			
76	1,687	1,445			
80	1,732	1,460			
84	1,776	1,474			
88	1,808	1,486			
92	1,830	1,496			
96	1,840	1,504			
100	1,838	1,522			

2-тиркеме

Электролиттердин диссоциация даражасы 180°С)

Электролиттер		Диссоциация даражасы % менен	
Аталышы	формуласы	1 н эритме	0,1 н эритме
Азот кислотасы	HNO_3	82	92
Туз кислотасы	HCl	78	91
Бромдуу суутек	HBr	-	90
Иоддуу суутек	HI	–	90
Күкүрт кислотасы	H_2SO_4	51	58
Шавел кислотасы	$H_2C_2O_4$	–	32
Фосфор кислотасы	H_3PO_4	–	26
Күкүртүү кислотасы	H_2SO_3	–	20
Фтордуу суутек	HF	–	15
Уксус кислотасы	CH_3COOH	0,4	1,3
Көмүр кислотасы	H_2CO_3	–	0,17
Күкүртүү суутек	H_2S	–	0,07
Калий гидрооксиди	KOH	77	89
Натрий оксиди	$NaOH$	73	84
Аммоний оксиди	NH_4OH	0,4	1,3

3-тиркеме

Кислоталардын, негиздердин жана туздардын суудагы эригичтиги

Аниондор	Катиондор												
	H^+	K^+	Na^+	NH_4^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Ag^+	Pb^{2+}	Cu^{2+}
OH^-		Э	Э	Э	Э	НЭ	Н	Н	Н	Н	Ж	Н	Н
Cl^-	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Н	НЭ	Э
Br^-	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Н	НЭ	Э
I^-	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Ж	Э	Н	Н	Ж
S^{-2}	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	–	–	Н	Н	Н	Н
SO_3^{-2}	Э	Э	Э	Э	Н	Н	Н	Ж	Ж	Н	Н	Н	Ж
SO_4^{-2}	Э	Э	Э	Э	Н	НЭ	Э	Э	Э	Э	НЭ	Н	Э
PO_4^{-3}	Э	Э	Э	Э	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO_3^{-2}	Э	Э	Э	Э	Н	Н	Н	Ж	Ж	Н	Н	Н	Ж
SiO_3^{-2}	Н	Э	Э	Ж	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Ж	Н	Н
NO_3^-	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э
CH_3COO^-	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	НЭ	Э	Э	Э	Э	Э

ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАР

1. *Кузнецов В. И.* Общая химия. Тенденции и развития. – М.: Высшая школа, 1989.

2. *Ахметов П. С.* Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1988.

3. *Петров М. М., Микилев Л. А., Кукушкин Ю. Н.* Неорганическая химия. – Л.: Химия, 1981.

4. *Оганесян Э. Т.* Неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1984.

5. *Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г.* Химия. 11 класс. – М.: «Просвещение», 1992.

6. *Зубович И. А.* Неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1989.

7. *Ремсден З. Н.* Начала современной химии! Перевод с английского. – Л.: Химия, 1979.

8. *Слейбо У., Персонс Т.* Общая химия. Перевод с английского.– М.: Мир, 1979.

9. Химия. Энциклопедиялык окуу куралы, башкы редактору *У. А. Асанов* – Б.: 2004.

10. *Кудайбергенов Т. Т.* Химия боюнча лекциялар жыйнагы. – Ф.: 1991.

11. *Гольдфарб Я. Л., Ходанов Ю. В., Додонов Ю. Б.* Химия боюнча маселелер жана көнүгүүлөр жыйнагы. 8–10-класс. – Ф.: Мектеп, 1985.

12. *Семененко К. Н.* Химия. Курс для средней школы, перевод с англ.– М.: Мир, 1971.

13. *Кудайбергенов Т. Т., Рысмендеев К. Р., Асанов У. А.* Жалпы химия жана элементтердин химиясы. – Б.:1994.

14. Кузнецова Н.Е. Методика преподавания химии.– М: «Просвещение», 1984.

15. *Верховский В. Н., Смирнов А. Д.* Техника химического эксперимента. – М.: «Просвещение», т. 1. 1973.

МАЗМУНУ

ОКУУЧУЛАРДЫН ЭСИНЕ 3

I глава. 10-КЛАССТА ӨТҮЛГӨН ОРГАНИКАЛЫК ХИМИЯ БОЮНЧА БИЛИМДЕРДИ ЖАЛПЫЛОО

§ I. Химиялык түзүлүш теориясынын негизги жоболору 5
§ 2. Органикалык заттардын гомологиясы жана изомериясы 8
§ 3. Органикалык заттардагы химиялык байланыштардын түрлөрү жана функционалдык топтор 10

II глава. 8–9-КЛАССТА ӨТҮЛГӨН ХИМИЯНЫН НЕГИЗГИ БӨЛҮМДӨРҮН КАЙТАЛОО

§ 1. Химиялык негизги түшүнүктөр жана терминдер 16
§ 2. Органикалык эмес бирикмелердин негизги класстары 25
§ 3. Негизги химиялык закондор 31

III глава. ЖАЛПЫ ХИМИЯНЫН ТЕОРИЯЛЫК НЕГИЗДЕРИ

§ 1. Атом-молекулалык окуу 34
§ 2. Атом түзүлүшүн түшүндүрүүчү алгачкы теориялар 36
§ 3. Квант теориясынын негизги жоболору. Кванттык сандар 39
§ 4. Атомдук орбиталдардын толтурулуш ирети. Принциптер жана эрежелер 42
§ 5. Д. И. Менделеевдин мезгилдик закону жана элементтердин мезгилдик системасы 44
§ 6. Химиялык байланыш жана молекулалардын түзүлүшү 56
§ 7. Атомдук орбиталдардын гибриддешүүсү 64

IV глава. ХИМИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИН НЕГИЗГИ ЗАКОНЧЕНЕМДҮҮЛҮКТӨРҮ

§ 1. Химиялык реакциянын ылдамдыгы жөнүндө түшүнүк 70
§ 2. Ылдамдыктын концентрацияга көзкарандылыгы 71
§ 3. Ылдамдыктын температурага жана катализаторго көзкарандылыгы. Вант-Гофф закону 72
§ 4. Химиялык теңдештик жана аны жылыштыруу шарттары 75
§ 5. Эритмелер жана алардын концентрациялары 78
§ 6. Электролит эмес жана электролиттердин касиеттери 84
§ 7. Суунун диссоциациясы. Суутектик көрсөткүч жана туздардын гидролизи 89

V глава. ХИМИЯЛЫК РЕАКЦИЯЛАРДЫН КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

§ 1.Химиялык реакциялардын түрлөрү 98
§ 2. Химиялык реакциянын типтери 103
§ 3. Аллотропиялык айланыштар, изомерлешүү, полимерлешүү реакциялары 108

VI глава. АЙРЫМ ЗАТТАРДЫН ӨНДҮРҮШТӨ АЛЫНЫШЫ

§ 1. Күкүрт кислотасын өндүрүү. 116
§ 2. Аммиакты жана азот кислотасын өндүрүү 121
§ 3. Чоюн өндүрүү 126
§ 4. Болот өндүрүү 132

§ 5. Химия өндүрүшүнүн илимий негиздери 135
§ 6. Кыргызстандагы химия өндүрүшү, анын негизги проблемалары 137

VII глава. ХИМИЯ ЖАНА ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 1. Окистенүү-калыбына келүү реакциялары жана алардын теңдеөнүн электрондук баланс ыкмасы 144
§ 2. Электр тогу жана химиялык реакциялардын себептери. Электр-химия 148
§ 3. Металлдардын электр-химиялык чыңалуу катары 150
§ 4. Гальваникалык элементтер, аккумуляторлордун иштөө принциби 152
§ 5. Электролиз жана анын колдонулушу 154
§ 6. Коррозия, анын түрлөрү жана мааниси 157

VIII глава. ЭЛЕМЕНТТЕРДИН ХИМИЯСЫ БОЮНЧА БИЛИМДИ СИСТЕМАЛАШТЫРУУ

§ 1. Химиялык элементтердин жаратылышта таркалышы, мезгилдик системадан алган орду 160
§ 2. Металл эместер, алардын физика-химиялык касиеттери, алынышы жана колдонулушу 161
§ 3. Айрым металл эместердин алынышы жана колдонулушу 166
§ 4. Суутек – жаратылышта таралышы, алынышы, касиеттери жана колдонулушу 168
§ 5. Металлдар – жаратылышта алардын таркалышы, алынышы, физика-химиялык касиеттери жана колдонулушу 171

IX глава. ӨТМӨ МЕТАЛЛДАРДЫН ХИМИЯСЫ

Өтмө металлдардын мезгилдик системадан алган орду 179
§ 1. Жез подгруппасынын металлдары 179
§ 2. Цинк подгруппасынын металлдары 182
§ 3. Титан подгруппасынын металлдары 188
§ 4. Хром подгруппасынын металлдары 190
§ 5. VIII группанын *d*-элементтерине жалпы мүнөздөмө 200

Хглава. КОМПЛЕКСТИК БИРИКМЕЛЕР

§ 1. Комплекстик бирикмелер жана алардын номенклатурасы 209
§ 2. Комплекстик бирикмелердин классификациясы 213
§ 3. Комплекстик бирикмелердин изомериясы 214

XI глава. ДИСПЕРСТИК СИСТЕМАЛАР ЖАНА КОЛЛОИДДИК ЭРИТМЕЛЕР

§ 1. Дисперстик системалар жөнүндө түшүнүк жана алардын классификациясы 219
§ 2. Коллоид эритмелеринин өзгөчөлүктөрү жана алыныш шарттары 220
§ 3. Коллоиддердин касиеттери 223

XII глава. ХИМИЯ ЖАНА ЭКОЛОГИЯ

§ 1. Минералдык жер семирткичтер 227
§ 2. Айлана-чөйрөнү коргоонун негизги проблемалары 230
ТИРКЕМЕЛЕР 235
ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАР 237

Колдонулган окуу китеби жөнүндө маалымат

№	Окуучунун аты-жөнү	Окуу жылы	Китептин абалы	
			жылдын башында	жылдын аягында
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

Кудайбергенов Торобай Тургунбекович
Молдогазиева Седепкан Молдогазиевна
Иманкулова Гүлсайра Иманкуловна

Окуу басылмасы

ЖАЛПЫ ХИМИЯ

Орто мектептин 11-классы үчүн окуу китеби

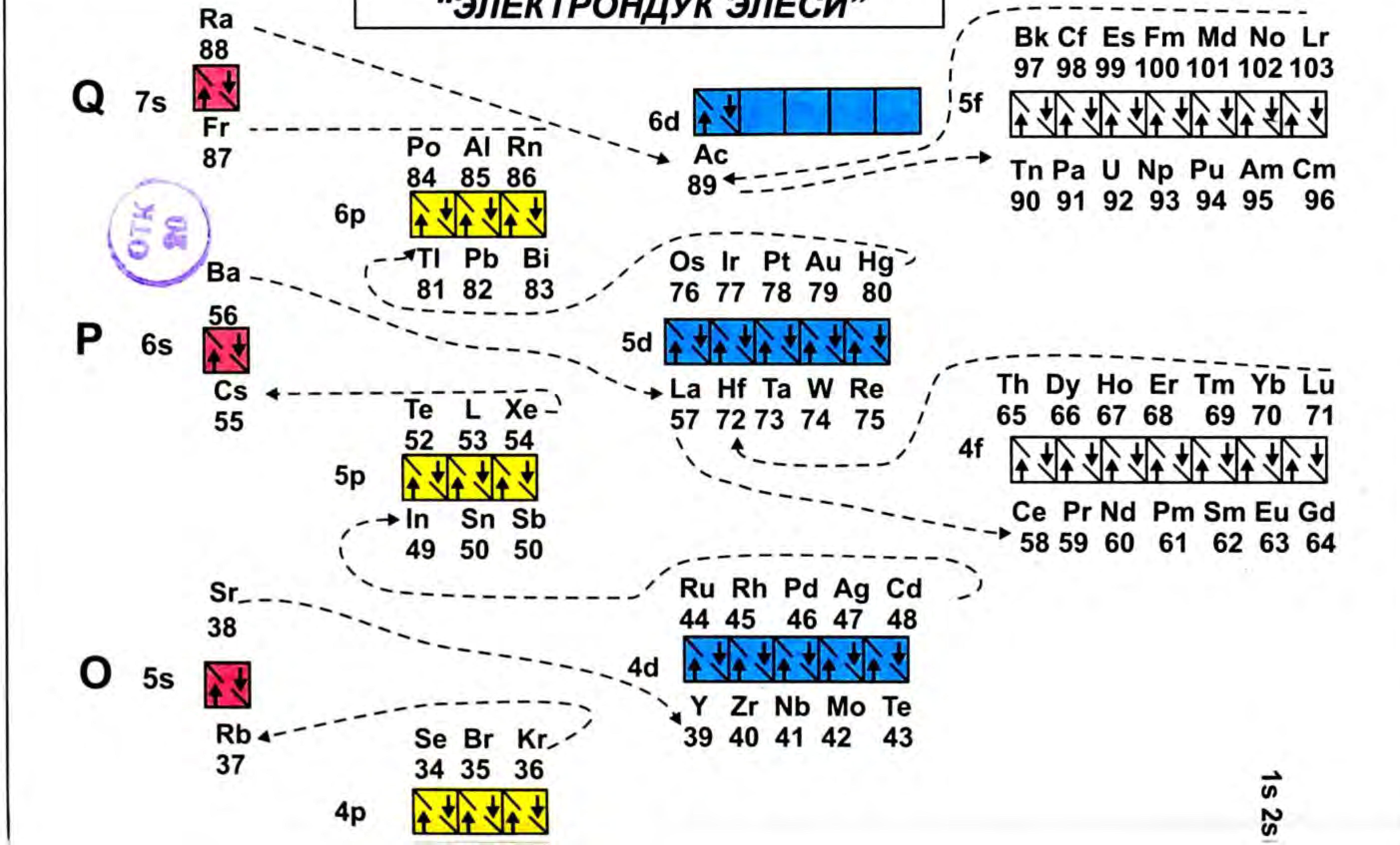
Редактору *Байтокова К. Т.*
Техн. редактору *Крутякова В. В.*
Корректорлору *Ороскожоева Д., Эстебесова Д.*
Компьютердик калыптоочу *Керимбаева Ж.*

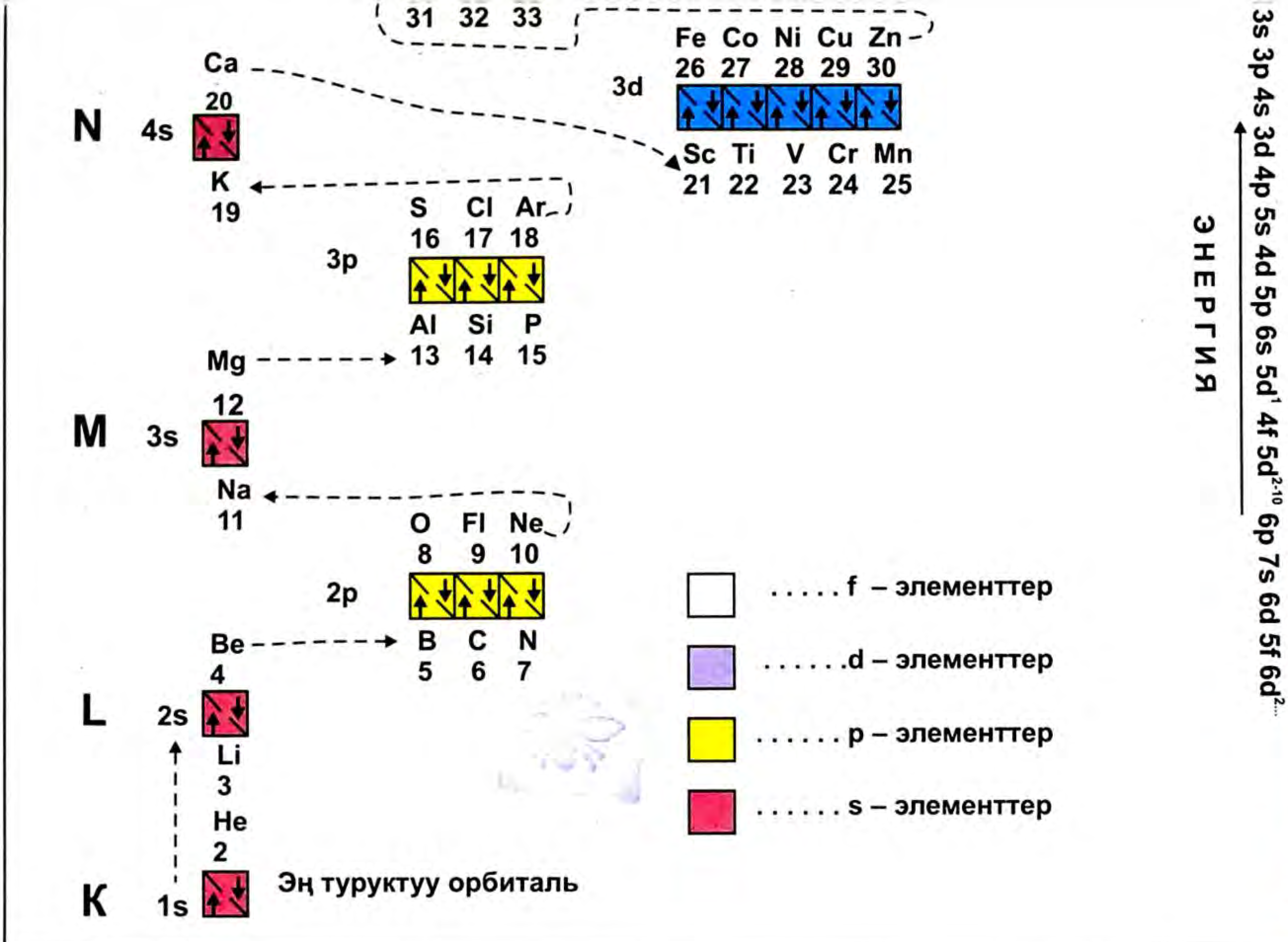
Басууга 18.03.08. кол коюлду. Форматы 60х90 $^1/_{16}$.
Офсеттик кагаз № 1. Көлөмү 15,0 б. т. Офсеттик басуу. Заказ № 36.
Нускасы 49500.

«Инсанат» басма-полиграфиялык борбору
Бишкек ш. Исанов Н. көчөсү, 87

«Учкун» ААК басмаканасында басылды
720031, Бишкек ш., С. Ибраимов көчөсү, 24.

ХИМИЯЛЫК ЭЛЕМЕНТТЕРДИН МЕЗГИЛДИК СИСТЕМАСЫНЫН "ЭЛЕКТРОНДУК ЭЛЕСИ"




3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 5d¹ 4f 5d²⁻¹⁰ 6p 7s 6d 5f 6d²...
ЭНЕРГИЯ
N
4s
Ca
20
K
19
M
3s
Mg
12
Na
11
L
2s
Be
4
Li
3
K
1s
He
2
Эң туруктуу орбиталь
2p
O 8
Fl 9
Ne 10
B 5
C 6
N 7
3p
S 16
Cl 17
Ar 18
Al 13
Si 14
P 15
3d
Fe 26
Co 27
Ni 28
Cu 29
Zn 30
Sc 21
Ti 22
V 23
Cr 24
Mn 25
31 32 33
..... f – элементтер
......d – элементтер
...... p – элементтер
...... s – элементтер

ИНВ №