



М. Қ. Оспанова
Қ. С. Аухадиева
Т. Г. Белоусова

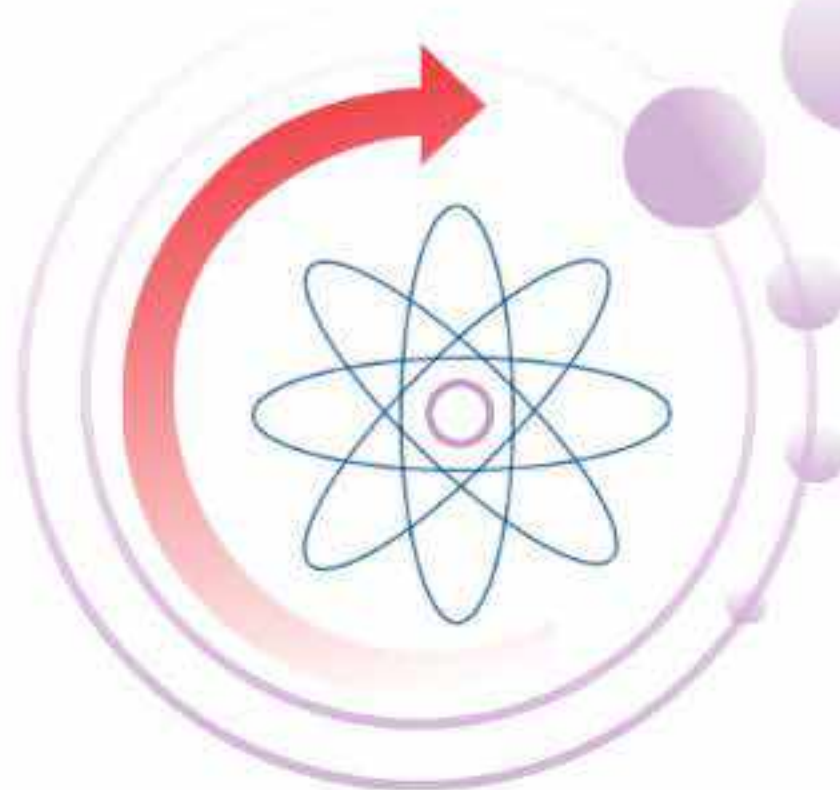
ХИМИЯ

1-бөлім

Жалпы білім беретін мектептің
жаратылыстану-математика бағытындағы
10-сыныбына арналған оқулық

*Қазақстан Республикасының Білім
және ғылым министрлігі бекіткен*

10



Алматы "Мектеп" 2019

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 24.1я72
О-78

Оспанова М.Қ. т.б.

О-78 **Химия. Жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 10-сыныбына арналған оқулық. 1-бөлім / М.Қ.Оспанова, Қ.С.Аухадиева, Т.Г.Белоусова. — Алматы: Мектеп, 2019 — 224 б., сур.**

ISBN 978—601—07—1119—8

О $\frac{4306021500-074}{404(05)-19}$ 39(1)—19

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 24.1я72

© Оспанова М.Қ., Аухадиева Қ.С.,
Белоусова Т.Г., 2019

© “Мектеп” баспасы, көркем
безендірілуі, 2019

Барлық құқықтары қорғалған

Басылымның мүлкітік құқықтары
“Мектеп” баспасына тиесілі

ISBN 978—601—07—1119—8

I тарау

АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ

II тарау

ХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН
ОЛАРДЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ
ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУ ПЕРИОДТЫЛЫҒЫ

III тарау

ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

IV тарау

СТЕХИОМЕТРИЯ

V тарау

ТЕРМОДИНАМИКАҒА КІРІСПЕ

VI тарау

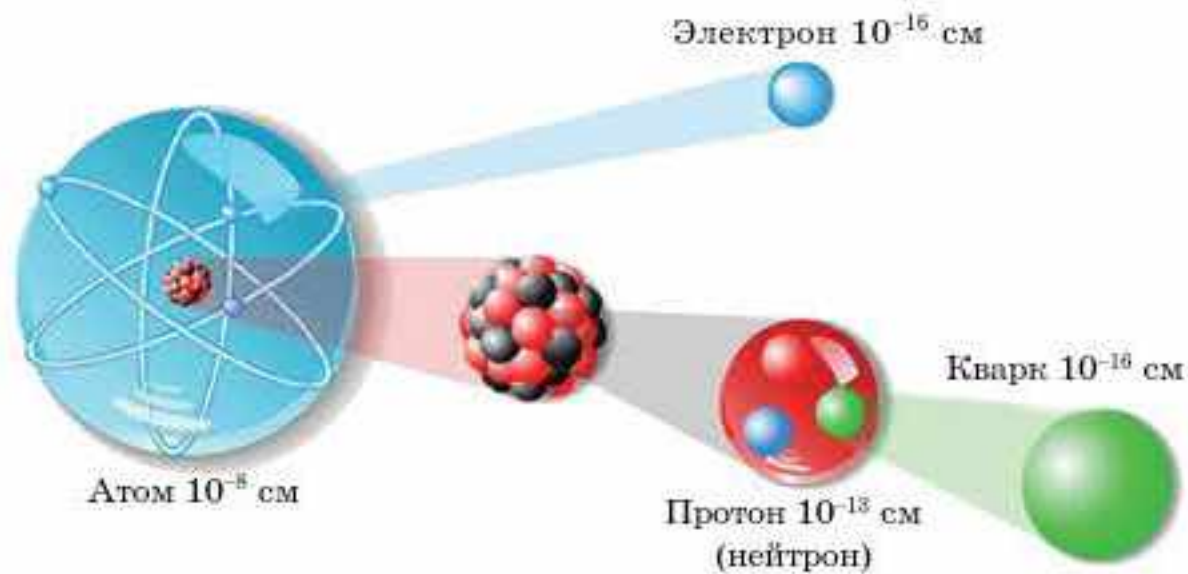
КИНЕТИКА

VII тарау

ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

VIII тарау

ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ



2-сурет. Бөлшектердің өлшемдері

1-кесте

Атом құрамындағы бөлшектердің сипаттамалары

Сипаттамасы	Электрон	Протон	Нейтрон
Ашылған жылы	1897	1919	1932
Алғаш ашқан ғалым	Джозеф Джон Томсон	Эрнест Резерфорд	Джеймс Чедвик
Таңбасы (символ)	e^-	p^+	n^0
Массасы, таңбалауы мен мәні	$m(e^-)$ $9,108 \cdot 10^{-31}$ кг	$m(p^+)$ $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг	$m(n^0)$ $1,675 \cdot 10^{-27}$ кг
Электр заряды	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $-1e^-$	$+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $+1e^+$	0
Радиусы	*	$\approx 10^{-15}$ м	$\approx 10^{-15}$ м

• “-”, “+” және “0” — белгілері бөлшек символдарының жоғары оң бөлігінде орналасқан индекстер.

• * Электрон өлшемінің аз екені сонша, тіпті физикада ол шаманы өлшеу жөнінде әңгіме жоқ.

Элемент атомының ядросындағы нуклондардың саны элементтің (бүтінге дейін дөңгелектенген) салыстырмалы атомдық массасының сан мәніне тең. Мысалы:

- A_r (сутек) = 1,001; яғни 1 нуклон;
- A_r (көміртек) = 12,011; бұл 12 нуклон.

Сен білесің бе?

Грек тілінен электрон — *янтарь*, протон *бірінші* дегенді білдірсе, нейтрон латын тілінен *зарядсыз* дегенді білдіреді.

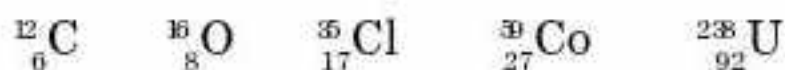
Ядродағы нуклондардың жалпы саны **массалық сан** деп аталып, **A** әрпімен белгіленеді. Ядродағы **нейтрондар** саны **N**, ал **протондар** саны **Z** деп белгіленеді. Бұл сандар өзара байланысты:

$$A = Z + N.$$

Химиялық реакция кезінде атомдар өздерінің электрондарының белгілі бір бөлігін жоғалтуы немесе керісінше, қосып алуы мүмкін. Нәтижесінде бейтарап атомдардан зарядталған бөлшектер — иондар түзіледі, бірақ атомдардың химиялық мәні өзгермейді. Өйткені элемент атомы электронын жоғалтқанымен немесе басқа элемент атомының электрондарын қосып алғанымен ядро сол элементтің атомына не ионына айналады. Өртүрлі элементтердің атомдары бір-бірінен ядродағы протон және электрон сандарымен ғана емес, нейтрондар санымен де ерекшеленеді. Олар *нуклидтер* деп аталады.

Нуклид (лат. тілінде *nucleus* — ядро және ежелгі грек тілінде *είδος* — түр, сұрып) — ядро заряды (Z) пен массалық саны (A) бірдей атомдардың жиынтығы.

Мысалы, ядросында 12 нуклоны бар көміртек атомы, 59 нуклонды кобальт атомы және 235 нуклонды уран атомы — нуклидтер болып табылады (5-сурет). Белгілі бір нуклидті арнайы таңбамен белгілейді. Химиялық элемент таңбасының сол жағындағы жоғары индексімен массалық сан, ал төменгі индексімен ядро заряды (элементтің атомдық нөмірі) көрсетіледі. Мысалы:



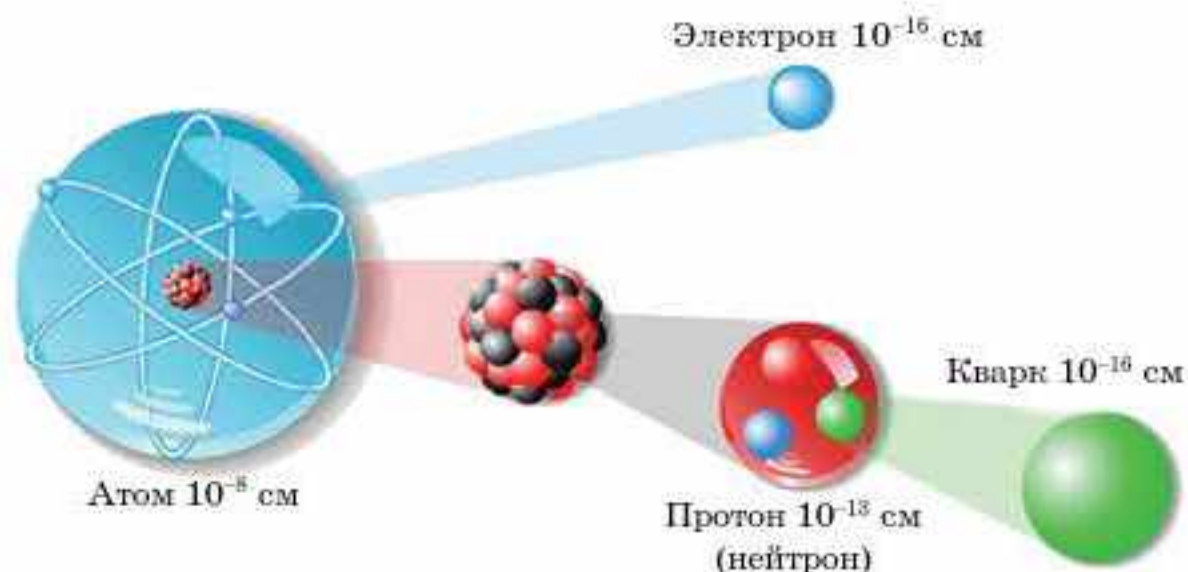
Нуклидтің массалық саны ондағы нуклондардың санына (протон мен нейтрондардың қосындысы) тең. Енді химиялық элемент ұғымына нақты анықтама беруімізге болады. **Химиялық элемент дегеніміз — ядро заряды бірдей нуклидтердің жиынтығы.**

Элементтің атомдық нөмірі — нуклидтің ядросындағы протон санына тең химиялық элементтің сипаттамасы. Ядро заряды протон санымен анықталатындықтан, химиялық элемент деп протон саны бірдей нуклидтерді де айтуға болады. Масса мен энергияның сақталу заңы тұрғысынан химиялық реакция кезінде нуклидтер пайда болмайды және жоғалмайды әрі бір-біріне айналмайды деп тұжырым жасауға болады.

Бір элементтің **нуклидтерінің ядро заряды бірдей ($Z = \text{const}$).** Массалық сан протон мен нейтрондардың қосындысына тең. Бір элементтің нуклидтеріндегі нейтрон саны бірдей болуы да, бірдей болмауы да мүмкін. Сондықтан бір элементтің нуклидтерінің массалық саны әртүрлі мәнге ие болады. Мысал ретінде оттектің тұрақты нуклидтерінің сипаттамалары 2-кестеде келтірілген.



5-сурет. Кейбір элементтердің нуклидтері



2-сурет. Бөлшектердің өлшемдері

1-кесте

Атом құрамындағы бөлшектердің сипаттамалары

Сипаттамасы	Электрон	Протон	Нейтрон
Ашылған жылы	1897	1919	1932
Алғаш ашқан ғалым	Джозеф Джон Томсон	Эрнест Резерфорд	Джеймс Чедвик
Таңбасы (символ)	e^-	p^+	n^0
Массасы, таңбалауы мен мәні	$m(e^-)$ $9,108 \cdot 10^{-31}$ кг	$m(p^+)$ $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг	$m(n^0)$ $1,675 \cdot 10^{-27}$ кг
Электр заряды	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $-1e^-$	$+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $+1e^+$	0
Радиусы	*	$\approx 10^{-15}$ м	$\approx 10^{-15}$ м

• “-”, “+” және “0” — белгілері бөлшек символдарының жоғары оң бөлігінде орналасқан индекстер.

• * Электрон өлшемінің аз екені сонша, тіпті физикада ол шаманы өлшеу жөнінде әңгіме жоқ.

Элемент атомының ядросындағы нуклондардың саны элементтің (бүтінге дейін дөңгелектенген) салыстырмалы атомдық массасының сан мәніне тең. Мысалы:

- A_r (сутек) = 1,001; яғни 1 нуклон;
- A_r (көміртек) = 12,011; бұл 12 нуклон.

Сен білесің бе?

Грек тілінен электрон — *янтарь*, протон *бірінші* дегенді білдірсе, нейтрон латын тілінен *зарядсыз* дегенді білдіреді.

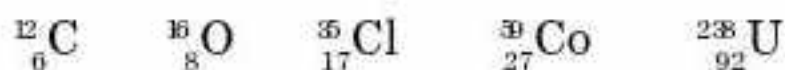
Ядродағы нуклондардың жалпы саны **массалық сан** деп аталып, **A** әрпімен белгіленеді. Ядродағы **нейтрондар** саны **N**, ал **протондар** саны **Z** деп белгіленеді. Бұл сандар өзара байланысты:

$$A = Z + N.$$

Химиялық реакция кезінде атомдар өздерінің электрондарының белгілі бір бөлігін жоғалтуы немесе керісінше, қосып алуы мүмкін. Нәтижесінде бейтарап атомдардан зарядталған бөлшектер — иондар түзіледі, бірақ атомдардың химиялық мәні өзгермейді. Өйткені элемент атомы электронын жоғалтқанымен немесе басқа элемент атомының электрондарын қосып алғанымен ядро сол элементтің атомына не ионына айналады. Өртүрлі элементтердің атомдары бір-бірінен ядродағы протон және электрон сандарымен ғана емес, нейтрондар санымен де ерекшеленеді. Олар *нуклидтер* деп аталады.

Нуклид (лат. тілінде *nucleus* — ядро және ежелгі грек тілінде *είδος* — түр, сұрып) — ядро заряды (Z) пен массалық саны (A) бірдей атомдардың жиынтығы.

Мысалы, ядросында 12 нуклоны бар көміртек атомы, 59 нуклонды кобальт атомы және 235 нуклонды уран атомы — нуклидтер болып табылады (5-сурет). Белгілі бір нуклидті арнайы таңбамен белгілейді. Химиялық элемент таңбасының сол жағындағы жоғары индексімен массалық сан, ал төменгі индексімен ядро заряды (элементтің атомдық нөмірі) көрсетіледі. Мысалы:



Нуклидтің массалық саны ондағы нуклондардың санына (протон мен нейтрондардың қосындысы) тең. Енді химиялық элемент ұғымына нақты анықтама беруімізге болады. **Химиялық элемент дегеніміз — ядро заряды бірдей нуклидтердің жиынтығы.**

Элементтің атомдық нөмірі — нуклидтің ядросындағы протон санына тең химиялық элементтің сипаттамасы. Ядро заряды протон санымен анықталатындықтан, химиялық элемент деп протон саны бірдей нуклидтерді де айтуға болады. Масса мен энергияның сақталу заңы тұрғысынан химиялық реакция кезінде нуклидтер пайда болмайды және жоғалмайды әрі бір-біріне айналмайды деп тұжырым жасауға болады.

Бір элементтің **нуклидтерінің ядро заряды бірдей ($Z = \text{const}$).** Массалық сан протон мен нейтрондардың қосындысына тең. Бір элементтің нуклидтеріндегі нейтрон саны бірдей болуы да, бірдей болмауы да мүмкін. Сондықтан бір элементтің нуклидтерінің массалық саны әртүрлі мәнге ие болады. Мысал ретінде оттектің тұрақты нуклидтерінің сипаттамалары 2-кестеде келтірілген.



5-сурет. Кейбір элементтердің нуклидтері

2-кесте

Оттек нуклидтерінің сипаттамасы

A	Z	N
15	8	7
16	8	8
17	8	9

Бір элемент атомдарының массалары әртүрлі болуы мүмкін. Сонымен *нуклид* ұғымы — изотопқа қарағанда ауқымды түсінік. Изотоп — бір элементтің массалық саны әртүрлі нуклидтерінің жиынтығы. Массалық сан протон мен нейтрондардың қосындысына тең. Демек, бір изотоптың нуклидтерінің протон және нейтрон сандары мен массалары бірдей. Мысал ретінде сутек, оттек және хлордың изотоптары 3-кестеде келтірілген:

3-кесте

${}^1_1\text{H}, {}^2_1\text{H}, {}^3_1\text{H}$	${}^{16}_8\text{O}, {}^{17}_8\text{O}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}, {}^{37}_{17}\text{Cl}$
Сутек элементінің изотоптары	Оттек элементінің изотоптары	Хлор элементінің изотоптары

Нуклидтердің массалық саны *A* әртүрлі болғанымен, атомдық нөмірі бірдей болса, олардың химиялық табиғаты бір, яғни бір элементке тиесілі изотоптар болады. Изотопты жазу үшін химиялық элемент таңбасының сол жағына жоғарыға массалық сан жазылады (4-кесте):

4-кесте

Сутектің изотоптары

Протий	Дейтерий	Тритий
${}^1\text{H}$	${}^2\text{H}$ және D	${}^3\text{H}$ және T
$Z = 1$	$Z = 1$	$Z = 1$
$N = 0$	$N = 1$	$N = 2$
$A = 1$	$A = 2$	$A = 3$

4-кестеден байқағанымыздай, табиғи сутектің үш изотопы бар. Тіпті дейтерий мен тритийдің өздерінің жеке таңбалары да белгілі. Ғалымдарға белгілі изотоптардың саны шамамен 2000-ға жуық. Олардың 300-ге жуығы табиғатта кездеседі. Шығу тегіне қарай нуклидтер **табиғи** және **жасанды** болып бөлінеді. Тұрақтылығы жағынан яғни өздігінен түрлену қабілетіне қарай нуклидтер **тұрақты** және **радиоактивті** деп жіктеледі. Қазіргі таңда жасанды жолмен алынғандарымен қоса есептегенде, 118 химиялық элемент белгілі. Мас-



салары бірдей нуклидтер *изобаралар* деп аталады. Сонымен бірге нейтрон сандары бірдей әртүрлі элемент атомдары *изотондар* деп аталады. Мысалы, ^{136}Ba және ^{138}Xe әрқайсысының ядросында 82 нейтроннан бар. Кейбір элементтерде бір табиғи изотоптан кездеседі. Мысалы: Be, F, Na, Al, P, Mn, Co, I, Au және т.б. Дегенмен элементтердің көпшілігі екі, үш және одан да көп тұрақты изотопқа ие. Атом ядроларының құрамын сипаттау үшін кейде протондар мен нейтрондардың үлесін есептейді. Сонымен қорытындылайтын болсақ, химиялық элементтердің маңызды сипаттамаларына нуклондар, нуклидтер, изотоптар, изобаралар, изотондар жатады (5-кесте).

5-кесте

Бөлшектерді салыстыру

Бөлшек атауы	Мысал	Бөлшектердің сипаттамасы
Нуклондар	^6_6C 6 протон, 6 нейтрон	Атом ядросындағы протондар мен нейтрондар
Нуклидтер	$^{12}_6\text{C}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$, $^{80}_{35}\text{Br}$	Әртүрлі химиялық элементтердің атомдары (протондар, нейтрондар, электрондар)
Изотоптар (изотоптық нуклидтер)	$^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$	Бір химиялық элементтің атомдық нөмірі (протондары және электрондары) бірдей, бірақ нейтрон саны мен атомдық массасы әртүрлі атомдары
Изобаралар	$^{14}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$ Екі атомның массасы да 14	Атомдық массалары бірдей әртүрлі химиялық элемент атомдары
Изотондар	$^{39}_{19}\text{K}$, $^{40}_{20}\text{Ca}$ Екі атомның әрқайсысында 20 нейтроннан бар	Нейтрон сандары бірдей әртүрлі химиялық элемент атомдары

Сен білесің бе?

Қалайы Sn — изотопы ең көп (10) элемент.



Атом — химиялық бөлінбейтін кішкентай бөлшек. Атом — нуклондардан (протондар мен нейтрондар) және электрон қабатынан тұратын күрделі бөлшек.

Нуклид — ядро заряды мен массалық саны бірдей атомдардың жиынтығы. Химиялық элемент — ядро заряды бірдей нуклидтердің жиынтығы. Изотоп — бір элементтің массалық саны әртүрлі нуклидтерінің жиынтығы. Химиялық элементтердің сипаттамаларына нуклондар, нуклидтер, изотоптар, изобаралар, изотондар жатады.



1. Атомның құрамында 8 протон және 8 нейтрон болса, оның электрондарының массасы атом массасының қандай бөлігін құрайды?
2. Атомдық нөмірлері 9, 16, 25, 41, 50, 92, 105 болатын элементтердің нуклон сандарын есептеңдер.
3. Келесі атомдардағы $^{42}_{20}\text{Ca}$, $^{58}_{26}\text{Fe}$, $^{39}_{19}\text{K}$ және $^{127}_{53}\text{I}$ нейтрондар мен электрон сандарын есептеңдер. Әр атом ядросындағы протондардың үлесі қандай?
4. Кестеде кейбір бөлшектер туралы мәлімет берілген:

Бөлшек	Электрондар	Протондар	Нейтрондар
A	12	12	12
B	12	12	14
C	10	12	12
D	10	8	8
E	9	9	10

- A. Бейтарап атомдар болып табылатын қандай бөлшектер?
 Ә. Анион қандай бөлшек? Оның заряды неге тең?
 Б. Катион қандай бөлшек? Оның заряды неге тең?
 В. Изотоптар болып табылатын екі бөлшек.
5. Нуклидтер деген не?
 6. Изобара және изотондар деген не? Мысал келтіріңдер.
 7. Берілген нуклидтердің ядросындағы нейтрондардың үлесі қандай: $^{24}_{12}\text{Mg}$, $^{26}_{12}\text{Mg}$, $^{28}_{14}\text{Si}$, $^{30}_{14}\text{Si}$, $^{107}_{47}\text{Ag}$ және $^{109}_{47}\text{Ag}$?
 8. Нуклидтің массалық саны 27, протондардың үлесі 48,2%. Қай элементтің нуклиді екенін анықтаңдар.
 9. $^{127}_{53}\text{I}$ нуклидінің ядросындағы нейтрондардың үлесі 0,582. Протон санын Z анықтаңдар.
 10. Ядросында 148 нейтроны бар уранның $^{238}_{92}\text{U}$ ауыр изотопының массасы ядросында 135 нейтроны бар жеңіл изотопының массасынан қанша ауыр?
 11. Ядросында төмендегідей бөлшектері бар нуклидтер қандай элементтердің изотоптарына жататынын анықтаңдар:

Нейтрондар	5	16	4	1	60	2	146	0
Протондар	5	15	3	1	47	1	92	1

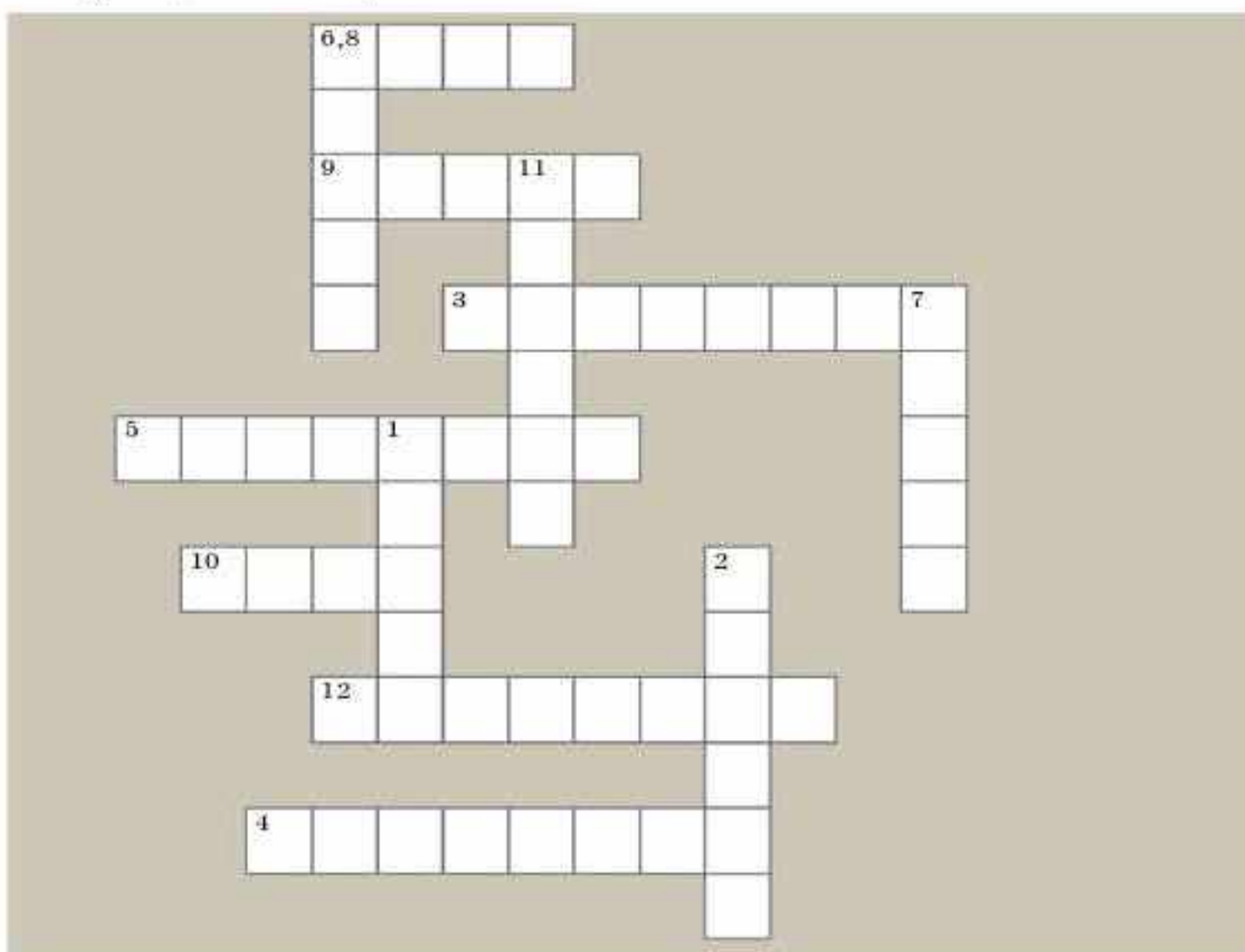
Нуклидтердің химиялық таңбаларын жазыңдар.

12. Мына изотоптардағы $^{27}_{90}\text{X}$, $^{34}_{90}\text{X}$ және изобаралардағы $^{21}_{83}\text{Y}$, $^{21}_{85}\text{Z}$ протон, нейтрон, электрон сандарын анықтап, осы элементтерді атаңдар.
13. Сәйкестендіріңдер:

	Оттек атомы	Протон саны: 10 Электрон саны: 10 Заряд: 0
---	-------------	--

	<p>Неон атомы</p>	<p>Протон саны: 8 Электрон саны: 10 Заряд: -2</p>
	<p>Оттек анионы</p>	<p>Протон саны: 8 Электрон саны: 8 Заряд: 0</p>

Сөзжұмбақ «Химиялық элемент»



1. 26 протоны бар химиялық элемент.
2. Sn таңбасымен белгіленетін элемент.
3. Заттың қасиеттерін сақтайтын ұсақ бөлшек.
4. Сутек изотопы.
5. Атомдағы теріс зарядталған бөлшек.
6. Екінші энергетикалық деңгейдегі электрондардың максимал саны.
7. Теріс зарядталған ион.
8. Электронның өз осінен айналуы.
9. Дирижабльдерді толтыруға арналған инертті газ.
10. Электрбейтарап бөлшек.
11. Ядро зарядтары бірдей, массалары әртүрлі бір атомның түрөзгерістері.
12. Электронның ядро маңайында болуының ықтималдығы жоғары аймағы.

§ 2. АТОМДЫҚ МАССА. ОРТАША САЛЫСТЫРМАЛЫ АТОМДЫҚ МАССАНЫ ЕСЕПТЕУ

Бүгінгі сабақта:

- атомдар мен химиялық элементтердің сандық сипаттамаларын қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Атомның абсолюттік массасы
- Атомның салыстырмалы массасы
- Изотоп құрамы

Атомның массасы (m_0) ядроға жинақталған. Оны килограммен өлшеуге болады, бірақ бұл өте қолайсыз. Мысалы, ең жеңіл атом — сутектің массасы $1,674 \cdot 10^{-27}$ кг, ал жердегі ең ауыр атом — уранның массасы небәрі $3,952 \cdot 10^{-25}$ кг. Тіпті грамның кішкентай ондық үлесі — аттограмды (аг) қолданғанның өзінде, сутек атомының массасы $m_0(\text{H}) = 1,674 \cdot 10^{-9}$ г-ды құрайды. Бұндай санды оқу қиынға түседі. Сондықтан атом массасының өлшем бірлігі ретінде арнайы бірлік дальтон қолданылады. “Дальтон” атауын белгілі американдық химик Лайнус Полинг (1901—1994) ұсынған. Массалық атомдық бірліктің дәлдігі жеткілікті, ол кез

келген нуклонның массасына тең әрі ядросында бір протоны бар сутек массасына шамалас. Өлшеуге қолайлы болғандықтан, массалық атомдық бірлік көміртектің ең көп тараған изотопы нуклидінің массасымен анықталады.

Дальтон (массалық атомдық бірлік) — ^{12}C нуклиді массасының $1/12$ бөлігі.

Массалық атомдық бірлік м.а.б. немесе Дн деп белгіленеді.

$$1\text{Дн} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Егер атомның массасын дальтонмен өлшесе, оны *атомдық масса дейді*. Атом массасы мен атомдық масса — бір физикалық шама, оны осы нуклидтің атомдық массасы деп те атайды.

Нуклидтің атомдық массасы — дальтонмен берілген нуклидтің массасы.

Нуклидтің атомдық массасы A_r былай таңбалаынады:

$A_r(^{16}\text{O})$ — ^{16}O нуклидінің атомдық массасы;

$A_r(^{35}\text{Cl})$ — ^{35}Cl нуклидінің атомдық массасы;

$A_r(^{27}\text{Al})$ — ^{27}Al нуклидінің атомдық массасы.

Егер элементтің бірнеше изотопы болса, онда ол элемент массасы әртүрлі нуклидтерден тұрады. Элементтердің табиғатта кездесетін изотоптарының құрамы тұрақты, сондықтан әр элементтің *атомдарының орташа массасын* есептеуге болады (\bar{m}_0).

$$\bar{m}_0 = \sum_{i=1}^n D_i \cdot m_0(i) = D_1 \cdot m_0(1) + D_2 \cdot m_0(2) + \dots + D_n \cdot m_0(n),$$

мұндағы D_1, D_2, \dots, D_i — $1, 2, \dots, i$ изотоптардың үлесі; $m_0(1), m_0(2), \dots, m_0(i)$ — $1, 2, \dots, i$ изотоптардың нуклидтерінің массасы, n — берілген элементтің изотоптарының жалпы саны.



Алмаз көміртек элементінен тұрады. Көміртектің массалық саны 12 және 13 болатын атомдарынан бірдей екі бриллиант кристалы жасалса, екеуі де химиялық тұрғыдан ядро заряды +6, тек массалары әртүрлі көміртек атомдары болар еді. Изотоптардың физикалық және химиялық қасиеттері өте ұқсас болғандықтан оларды бөлу өте қиын. Сондықтан олардан жасалған бриллиант та қымбат болады.

Элементтің атомдық массасы — осы элементтің табиғи изотоптарының атомдық массалық бірлікпен берілген орташа массасы (дальтонмен есептелген).

Элементтің атомдық массасы да нуклидтің атомдық массасы сияқты A_r белгіленеді, бірақ жақшада нуклидтің емес, тиісті элементтің таңбасы көрсетіледі. Мысалы:

$A_r(O)$ — оттектің атомдық массасы;

$A_r(Cl)$ — хлордың атомдық массасы;

$A_r(Al)$ — алюминийдің атомдық массасы.

Элементтің атомдық массасы мен элемент атомының орташа массасы — әртүрлі өлшем бірлігімен берілген бір физикалық шама болғандықтан, элементтің атомдық массасын да сол элемент атомының орташа массасын есептеген формулаға ұқсас формуламен есептеуге болады:

$$A_r(\text{Э}) = \sum_{i=1}^n D_i \cdot A_r(i) = D_1 \cdot A_r(1) + D_2 \cdot A_r(2) + \dots + D_n \cdot A_r(n),$$

мұндағы D_1, D_2, \dots, D_i — 1-, 2-, ..., i - изотоптардың үлесі; $A_r(1), A_r(2), \dots, A_r(i)$ — 1-, 2-, ..., i - изотоптардың атомдық массасы, n — берілген элементтің изотоптарының жалпы саны.



Атом массасын абсолютті масса сияқты (кг, г) немесе салыстырмалы масса сияқты (м.а.б./Дн) өрнектеуге болады. Периодтық кестедегі кез келген элементтің атомдық массасы оның изотоптық нуклидтерінің массасының орташа мәніне тең.

Орташа салыстырмалы атомдық массаны есептеу

1-есеп. Хлордың екі изотопының үлгілері берілген: ^{35}Cl (75,5%) және ^{37}Cl (24,5%). Оның салыстырмалы атомдық массасы неге тең? Хлордың абсолютті атомдық массасы ше?

Шешуі. Хлордың салыстырмалы атомдық массасы:

$$A_r(\text{Cl}) = 0,755 \cdot m(^{35}\text{Cl}) + 0,245 \cdot m(^{37}\text{Cl}) = 35,5.$$

Салыстырмалы атомдық массаның ережесінен абсолюттік атомдық масса салыстырмалы атомдық масса мен массалық атомдық бірліктің көбейтіндісіне тең екені белгілі:

$$m(\text{Cl}) = 35,5 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-24} = 5,89 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

2-есеп. Магний изотоптарының ^{24}Mg , ^{25}Mg және ^{26}Mg массалық үлестері сәйкесінше 79,7%; 9,8% және 10,5% -ды құрайды. Магнийдің орташа салыстырмалы атомдық массасын есептеңдер.

Шешуі. Магнийдің орташа салыстырмалы атомдық массасын есептеу үшін әр изотоптың массалық үлесін оның массалық санына көбейтіп, алынған көбейтінділерді қосады:

$$A_r = 0,797 \cdot 24 + 0,098 \cdot 25 + 0,105 \cdot 26 = 19,128 + 2,450 + 2,730 = 24,308.$$

Алынған шама элементтердің периодтық кестесінде келтірілген магнийдің атомдық массасының мәніне сәйкес (24,305).

3-есеп. Мыстың атомдық массасы 64,546 Дн. Табиғатта мыстың ^{63}Cu және ^{65}Cu изотоптары кездеседі. Мыстың ауыр изотопы оның жеңіл изотопынан массалық үлесі бойынша қанша есе ауыр екенін есептеңдер.

Шешуі. Есепті шешу үшін, алдымен мыстың әр изотопының массалық үлесін есептейміз: 63-изотоптың массалық үлесі x , ал 65-изотоптың массалық үлесі $(1 - x)$ болсын

$$64,546 = x \cdot 63 + (1 - x) \cdot 65;$$

$$x = 0,227 \text{ (изотоп 63),}$$

онда екінші изотоп 0,773. Демек, ауыр изотоп жеңілден $\frac{0,773}{0,227} = 3,4$ есе ауыр.



1. Су молекуласындағы сутек атомдарының үлесі қандай? Осы есептің мысалында сутек атомдарының үлесі судың кез келген бөлігінде судың бір молекуласындағы сутек атомдарының үлесіне тең екенін дәлелдеңдер.
2. а) Азот (V) оксидіндегі N_2O_5 оттегі атомдарының массалық үлесі; ә) күкірт қышқылындағы күкірт атомдарының массалық үлесі қандай?
3. Бордың табиғи изотоптарының құрамы 19% ^{10}B және 81% ^{11}B құралған. Нуклидтің массасы массалық санға тең деп алып, бордың атомдық массасын есептеңдер.
4. Нуклидтің массасы массалық санға тең деп алып, төмендегі элементтердің изотоптарының массалық үлестері бойынша атомдық массаларын есептеңдер:
 - а) ^{24}Mg — 0,796; ^{25}Mg — 0,091; ^{26}Mg — 0,113;
 - ә) ^{28}Si — 92,2%; ^{29}Si — 4,7%; ^{30}Si — 3,1%;
 - б) ^{63}Cu — 0,691; ^{65}Cu — 0,309.
- 5*. Таллийдің атомдық массасы 204,37 Дн. Табиғатта таллий-207 және таллий-203 изотоптары кездеседі. Табиғи таллийдің изотоптық құрамын анықтаңдар.
- 6*. Табиғи аргон үш изотоптан тұрады. ^{36}Ar нуклидінің үлесі 0,34%. Аргонның атомдық массасы 39,948 Дн. Табиғатта ^{38}Ar және ^{40}Ar қандай қатынаста кездеседі?

- **7***. Табиғи магний үш изотоптан тұрады. Магнийдің атомдық массасы 24,305 Дн. ^{25}Mg изотопының массалық үлесі 9,1%. ^{24}Mg және ^{26}Mg изотоптарының массалық үлестерін есептеңдер.
- **8***. Жер қыртысында литий-7 атомдары литий-6 атомдарына қарағанда шамамен 12,5 есе жиі кездеседі. Литийдің атомдық массасын есептеңдер.
- **9***. Рубидийдің атомдық массасы 85,468 Дн. Табиғатта ^{85}Rb және ^{87}Rb изотоптары кездеседі. Рубидийдің жеңіл изотопы оның ауыр изотопынан неше есе көп екенін анықтаңдар.
- **10***. Табиғи күмістің екі изотопы ^{107}Ag және ^{109}Ag бар. Күмістің салыстырмалы атомдық массасы 107,8682. ^{107}Ag және ^{109}Ag изотоптарының массалық үлестерін (%) есептеңдер.

§3. РАДИОАКТИВТІЛІК

Француз физигі Анри Беккерель уранның табиғи қосылысы көрінбейтін сәуле шығарып, қараңғыда фотопленканы зақымдайтынын анықтады. Бұл құбылыс **радиоактивтілік деп аталды**. Бұл терминді М. Склодовская-Кюри енгізді.

Бір химиялық элементтің тұрақсыз изотопының өздігінен элементар бөлшектер шығара отырып, екінші элементтің изотопына айналуы радиоактивтілік деп аталады.

Негізінен, үш түрлі радиоактивті сәулелер болады (6-сурет):

- **α -сәулелер** заряды электрон зарядынан екі есе көп, оң зарядталған, массасы сутек массасынан 4 есе көп α - бөлшектерден тұрады.
- **β -сәулелер** — электрондар ағыны;
- **γ -сәулелер** — массасы өте аз, зарядсыз электрмагнитті толқындар.

Сәулелер грек алфавитінің алғашқы үш әрпімен таңбаланады. Одан басқа радиоактивті ыдыраудың аз таралған екі түрі бар:

- позитрон бөле ыдырау;
- электрондарды тартып алу.

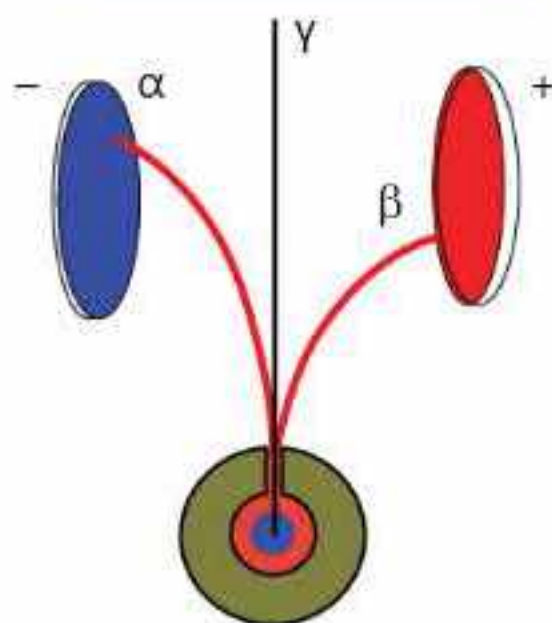
Алдымен ядро *альфа* немесе *бета-сәулелер шығарады*, ядро *тұрақталмаған жағдайда гамма-сәулелер* шығарады. Альфа-бөлшектер екі протон және екі нейтроннан тұрады. Гелий атомының ядросының құрамы тура осындай. Ғалымдар гелийді жер бетіндегі табиғи радиоактивтіліктің өнімі деп санай-

Бүгінгі сабақта:

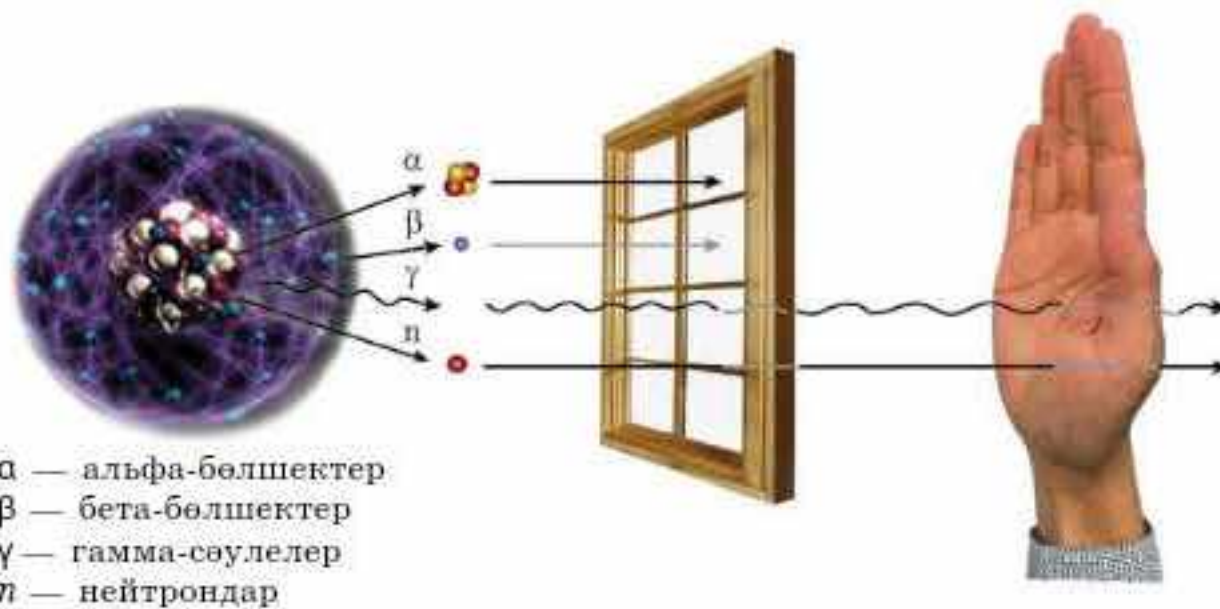
- радиоактивтіліктің табиғатын және радиоактивті изотоптардың ыдырау себебін түсінеміз;
- изотоптардың тұрақтылығын анықтауды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Радиоактивтілік
- α , β^- , β^+ , γ -сәулелену
- Позитрон бөле ыдырау
- Электрондарды тартып алу



6-сурет. Электр өрісінде радиоактивті сәуленің таралуы



α — альфа-бөлшектер
 β — бета-бөлшектер
 γ — гамма-сәулелер
 n — нейтрондар

7-сурет. Гамма-сәулелер жиілігінің төмендеуі

ды. Альфа-бөлшектер баяу қозғалады, қағаз бетінен қалың зат қабаты оларды ұстап қалады және олар 10 см-ден аз қашықтыққа ұшады.

Бета-бөлшектер — үлкен энергиясы бар электрондар. Олар нейтрондар ыдырағанда түзіледі. Бета-бөлшектер ауада шамамен 1 м-ге ұшады. Оны қалыңдығы 1 мм мыс қабаты ұстайды.

Гамма-сәулелер — жарық жылдамдығындай жылдамдықпен қозғалатын үлкен энергиялы электрмагниттік сәулелер. Гамма-сәулелердің жиілігі қорғасын қабаты арқылы өткенде 13 мм немесе ауа қабаты арқылы өткенде 120 м-ге дейін төмендейді. (7-сурет, 6-кесте).

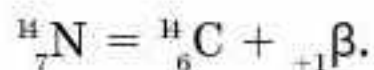
6-кесте

Радиоактивті сәулелердің сипаттамасы

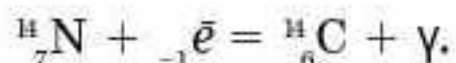
Сәулелену	Таңбалауы	Заряды	Массасы (м.а.б.)	Сипаттамасы
α-сәулелер	${}^4_2\text{He}$	0	4	Екі протон және екі нейтрон шығарады Өту қабілеті төмен, жарық шығару көзі: 10 м Сәуле шығару жылдамдығы 20000 км/с Биологиялық әсері: жоғары радиация
β-сәулелер	e^- e^+	-1 +1	0 0	Электрондар немесе позитрондар бөледі. Жарық шығару көзі: 20 м-ге дейін. Сәуле шығару жылдамдығы: 300 000 км/с. Биологиялық әсері: орташа радиация
γ-сәулелер	γ	0	0	Энергия фотондар түрінде бөлінеді. Өту қабілеті жоғары, жарық шығару көзі: 100 м Сәуле шығару жылдамдығы: 300 000 км/с. Биологиялық әсері төмен радиация



• Позитрон бөле ыдырау. Позитронның массасы электрон массасымен бірдей, ал заряды $+1$: $_{+1}\beta$), нәтижесінде бір протон нейтронға айналады, ал ядро заряды бір бірлікке азаяды:



• *Электронды тартып алу* (К-тартып алу), ядроның өз электронын қосып алуы, яғни ядроға жақын К-деңгейден электрон тартып алынады. Нәтижесінде ядро заряды 1 бірлікке кемиді, ал массалық сан өзгермейді және рентген сәулесі түзіледі:



Ғалымдардың анықтауы бойынша ядросында 84 протоннан (полоний Po) көп протон болатын атом ядролары тұрақсыз, олар уақыт өте келе *радиоактивті* ыдырауға ұшырайды. Дегенмен ядроларында протон саны 84-тен аз болатын *радиоактивті* изотоптар да кездеседі. Изотоптың тұрақтылығын атомның протон және нейтрон сандарының қатынасынан анықтауға болады. Протон және нейтрон сандарының айырмасы үлкен болса, *изотоп тұрақсыз болады*. Протон және нейтрон сандары шамамен тең болса, изотоп тұрақты болады.

Атом ядросының тұрақтылығы нейтрон сандарының протон санына қатынасына, сондай-ақ олардың санының жұп немесе тақ болуына байланысты. Протон және нейтрон сандары жұп болатын атом ядролары нуклондарының саны тақ болатын ядроларға қарағанда тұрақты болады (7-кесте).

7-кесте

Нуклон сандары әртүрлі тұрақты изотоптардың саны

Тұрақты изотоптардың саны	Протон саны	Нейтрон саны
157	жұп	жұп
52	жұп	тақ
50	тақ	жұп
5	тақ	тақ

Радиоактивті нуклидтердің ыдырау жылдамдығын жартылай ыдырау периоды деп аталатын шамамен сипаттайды. Жартылай ыдырау периоды деп $T_{1/2}$ радиоактивті изотоптың бастапқы атомдар санының 2 есе азаюына кететін уақытын айтады:

$$N = N_0/2^n.$$

Жартылай ыдырау периодын білу радиоактивті элементтің қауіпсіз кезеңін анықтау үшін керек. Қауіпсіз кезеңі жартылай ыдыраудың 10 периодынан кейін туады. 8-кестеде кейбір радиоактивті изотоптардың жартылай ыдырау периоды келтірілген.

Кейбір радиоактивті изотоптардың жартылай ыдырау периоды

Изотоп	Жартылай ыдырау периоды	Қауіпсіз период
Криптон — 94	1,4 секунд	14 секунд
Радон — 222	3,8 тәулік	38 тәулік
Йод — 131	8 тәулік	80 тәулік
Кобальт — 60	5,2 жыл	52 жыл
Сутек — 3	12,3 жыл	123 жыл
Көміртек — 14	5730 жыл	57300 жыл
Уран — 235	4,5 млрд жыл	45 млрд жыл
Рений — 187	70 млрд жыл	700 млрд жыл

Көптеген элементтердің табиғатта кездесетін изотоптары тұрақты емес. Әртүрлі геологиялық үлгілерде олардың мөлшері өзгеше болады. Ондай элементтердің салыстырмалы атомдық массаларының A_r мәнінің дәлдігі жоғары болмайды. Элементтің атомдық массасы, оның табиғатта таралған изотоптары массаларының орташа шамасы екені белгілі. Бір ғана изотопы бар элементтің салыстырмалы атомдық массасының мәні периодтық кестеде 5 немесе 6 таңбалы цифрға дейінгі дәлдікпен көрсетілген.

◆ Қазақстан уран қоры бойынша әлемде үшінші орынға ие және оны өндіруде бірінші орында. Елдегі уран қоры 900 мың тонна деп бағаланып отыр. Негізгі кен орындары Қазақстанның оңтүстігінде (Түркістан және Қызылорда облысы), батысында (Маңғыстау), Қазақстанның солтүстігінде (Семізбай кен орны) орналасқан.

Ақтауда қуаты 600 МВт және Балқаш көлінің маңында 1900 МВт жаңа атом электрстансысын салу мәселесі қарастырылуда. Елде шамамен 5 зерттеу ядролық реакторы жұмыс істейді.



Бір химиялық элементтің тұрақсыз изотопының өздігінен элементар бөлшектер шығара отырып, екінші элементтің изотопына айналуы радиоактивтілік деп аталады. Атом ядросының тұрақтылығы нейтрон сандарының протон санына қатынасымен анықталады. Радиоактивті нуклидтердің ыдырау жылдамдығын жартылай ыдырау периоды деп аталатын шамамен сипаттайды.

Сен білесің бе?

Сутектің 1 г-ы гелийге айналғанда бөлінетін энергия 15 т бензин жанғанда түзілетін жылумен бірдей.



1. Радиоактивтілік деген не?
2. Радиоактивті сәулеленудің қандай түрлерін білесіңдер?
3. Кестені толтырыңдар:



Сәулелену	Заряд	Қиып өту қасиеті	Қиып өту қасиетіне мысалдар	Табиғаты
α				
β				
γ				

- Тұрақты және тұрақсыз изотоптар деген не?
- Изотоптардың тұрақтылығын қалай анықтайды?
- Жартылай ыдырау периоды деген не? Оның маңызы неде?
- Берілген нуклидтердің тұрақтылығын анықтаңдар: ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{91}Y , ^{95}Zr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{141}Ce , ^{144}Ce .
- Табиғатта кездесетін мынадай изотоптардың тұрақтылығын анықтаңдар: ^{230}Th , ^{232}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu .
- Темекінің түтінінде аздаған мөлшерде радиоактивті полоний $^{216}_{84}\text{Po}$ болады. Шылымның бір қорабын шеккен адам радиоактивті сәуле мөлшерін 4-5 есе көп алады. Ең алдымен бұл тамақ пен өкпеге әсер етеді, ыдырай келе бауырда жиналатын қорғасын Pb пайда болады. Реакция теңдеуін толықтырыңдар:



- Радиоактивтіліктің оң және теріс аспектілерін салыстыра отырып, сендер "Радиоактивтілік біз үшін пайдалы ма, әлде зиянды ма?" деген сұраққа жауап бере аласыңдар. Кестенің бағандарын мысалдармен толтырыңдар:

Пайдасы	Зияны

- Атом электрстансылары жұмысын бастағаннан бері 14 елде 150-ден астам оқиғалар мен әртүрлі деңгейдегі апаттар орын алды. Атом электрстансысындағы апаттардың салдарын атаңдар (кем дегенде, төрт), мысалдар келтіріңдер.
 - 2013 жылы Қазақстан әлемдегі уран радиоактивті элементінің жетекші өндірушісі болды. Уран атом электрстансыларында электр энергиясын өндіру үшін қолданылады. Отынның басқа түрлерімен салыстырғанда атом энергиясын пайдаланудың артықшылығы мен кемшіліктеріне екі мысал келтіріңдер.
 - Ғаламтор материалдарын пайдаланып, Қазақстан Республикасында атом энергетикасының негіздерін және дамуын қалыптастырудың негізгі алғышарттары (кем дегенде, үшеуі) қандай екенін әңгімелеңдер.
- Йод изотопының $^{131}_{53}\text{I}$ — жартылай ыдырау периоды 8 тәулік. Радиоактивті ядролардың бастапқы саны 10^9 болса, 80 тәуліктен кейін бұл изотоптың қанша радиоактивті ядросы қалады?
 - Күмістің радиоактивті изотопының массасы 810 тәуліктен кейін 8 есе азаяды. Радиоактивті күмістің жартылай ыдырау периодын анықтаңдар.
 - Радиоактивті элементтің белсенділігі 8 күнде 4 есе азайды. Элементтің жартылай ыдырау периодын анықтаңдар.

§ 4. ЯДРОЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАР

Химиялық реакциялар нәтижесінде бастапқы заттар жаңа заттарға айналады, бірақ атомдар өзгермейді. Ал ядролық реакциялар нәтижесінде бір химиялық элементтің атомдары басқа химиялық элемент атомдарына айна-

Бүгінгі сабақта:

- ядролық реакциялардың мәнін түсінеміз және олардың теңдеулерін құрастыруды үйренеміз.

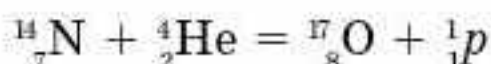
Тірек ұғымдар

- Ядролық реакциялар
- Ядролық реакция теңдеулері

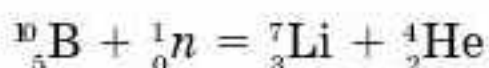
лады. Өткен ғасырдың 30-жылдары ғалымдар ядролық реакцияларды басқаруды үйрене бастады. Ауыр элемент атомын нейтронмен атқылау нәтижесінде оның ядросы жеңіл екі ядроға бөлінеді. Мысалы:



Осындай ядролық өзгерістердің көмегімен ғалымдар табиғатта кездеспейтін жасанды изотоптарды алды. Бірінші ядролық реакцияны 1919 жылы Резерфорд жүзеге асырды. Ол азот атомын α -бөлшектермен атқылады:



Қазіргі уақытта жасанды өзгерістерді жүзеге асыру үшін протондар немесе нейтрондар қолданылады:

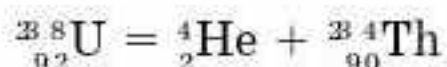


Ядролық реакция дегеніміз — атом ядросының элементар бөлшектермен әрекеттесуі нәтижесінде атом ядросының құрамы мен құрылымы өзгеріп, екіншілік элементар бөлшектер түзіле жүретін реакция.

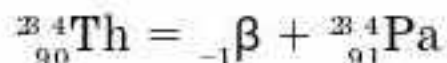
Ядролық реакциялардың сызбанұсқасын былай көрсетуге болады:

Реакцияға қатысатын реагенттер	+	Реакция нәтижесінде түзілген өнімдер
-----------------------------------	---	---

Ыдырау өнімдері мен олардың периодтық кестедегі орнын болжау үшін Ф. Содди мен К. Фаянстың жылжу (ығысу) ережелері қолданылады. **Егер элемент изотопының ядросы α -бөлшек түзіп ыдыраса** (${}_{2}^{4}\text{He}$), онда оның массалық саны 4 бірлікке, ал ядро заряды 2 бірлікке кеміп, периодтық жүйеде 2 нөмір кейін орналасқан жаңа элемент изотопының ядросы түзіледі:

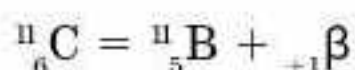


• **Егер элемент изотопының ядросы β -бөлшек түзіп ыдыраса**, онда массалық саны өзгермей, ядро заряды 1 бірлікке артып, яғни периодтық жүйеде 1 нөмір алда орналасқан жаңа элемент изотопының ядросы түзіледі:



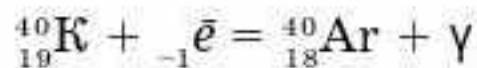
• **Гамма γ -сәулелену кезінде изотоптың массасы мен заряды өзгермейді, көбінесе γ -сәулелер энергияның артық мөлшерін алып кетеді, сондықтан энергия азаяды. γ -сәулелер шығаратын белсенді изотоптарға ${}^{60}\text{Co}$, ${}^{137}\text{Cs}$, және ${}^{224}\text{Ra}$ жатады.**

• **Позитрон бөле ыдырау нәтижесінде 1 протон нейтронға айналады, ал ядро заряды 1 бірлікке азаяды:**





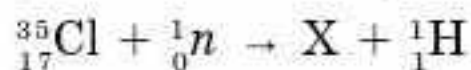
• **Электронды тартып алу** (K-тартып алу), ядроның өз электронын қосып алуы, яғни ядроға жақын K-деңгейден электрон қосып алынады. Нәтижесінде ядро заряды 1 бірлікке кемиді, ал массалық сан өзгермейді және рентген сәулесі түзіледі:



Өрнектің сол жағындағы элементтердің атомдық нөмірлерінің қосындысы реакция нәтижесінде түзілген элементтердің атомдық нөмірлерінің қосындысына тең болса, ядролық реакция теңесті деп есептеледі. Бұл шарт массалық сандардың қосындысы үшін де орындалуы керек.

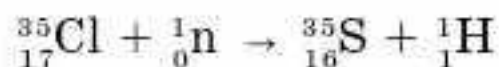
Ядролық реакцияларда реагенттер мен өнімнің массалық саны және ядро зарядтарының қосындысы әр уақытта тұрақты. Ядролық реакциялардың теңдеулері зат массасы мен зарядтың сақталу заңына негізделген.

Мысалы, хлор изотопын (хлор-35) нейтронмен атқылау ядролық реакциясы нәтижесінде сутек изотопы түзіледі (сутек-1):



Реакцияның оң жағындағы X элементін анықтау керек.

Ядролық реакцияларда реагенттер мен өнімнің массалық саны және ядро зарядтарының қосындысы әр уақытта тұрақты екенін ескерсек, ядролық реакция теңдеуіндегі белгісіз элементтің атомдық нөмірі 16. Периодтық кестеде бұл нөмір күкіртке (S) тиесілі. Демек, берілген ядролық реакция нәтижесінде, яғни хлор изотопын (хлор-35) нейтронмен атқылағанда сутек изотопы (сутек-1) және күкірт (күкірт-35) изотопы түзілді:



Ядролық реакциялар көмегімен *радиоактивті изотоптар* алынды. Барлық химиялық элементтердің шамамен 1500-дей изотопы белгілі. Тек радиоактивті изотоптардан тұратын элементтер *радиоактивті* деп аталады. Бұл — атомдық нөмірлері 43, 61 және 84—118 элементтер.

Сен білесің бе?

Сау ұлпаларға қарағанда, қатерлі ісікке шалдыққан ұлпалардың сәулеге сезімталдығы жоғары. Бұл радиоактивті кобальт-60 изотопынан таралатын үсәулелерінің көмегімен қатерлі ісік ауруларын (радиациялық терапия) емдеуге мүмкіндік тудырды.

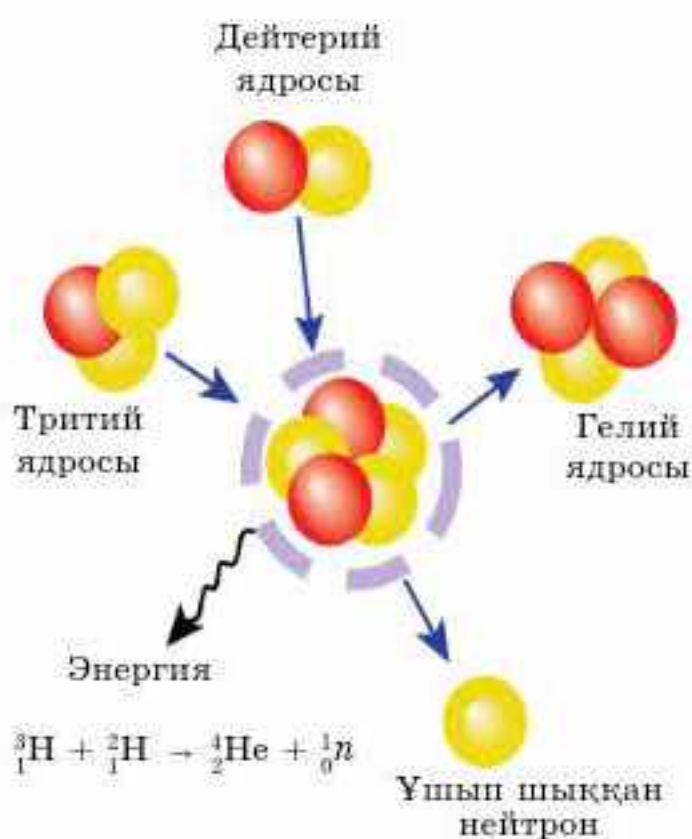
Табиғаттағы ядролық реакциялар. Ядролық реакциялар жұлдыздар қойнауында немесе жұлдыздар атмосферасында өте жоғары температурада жүзеге асады. Екі ядро бір-бірімен бірігу үшін олар өте жақын келуі тиіс. Жердегі қалыпты температурада оң зарядталған екі ядро бір-бірінен күшті тебілетіні сонша, синтез жүзеге аспайды. Өте жоғары температурада кинетикалық энергиялары жоғары ядролар аса жоғары



Мария Склодовская-Кюри (1867—1934)



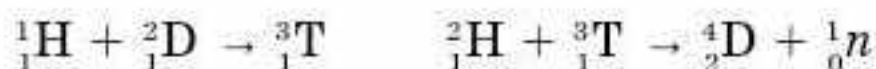
Француз физигі және химигі, радиоактивтілік туралы ілімнің негізін қалаушылардың бірі, Петербург ҒА мүше-корреспонденті (1907 ж.), КСРО ҒА (1926 ж.) құрметті мүшесі. Торийдің (1898 ж.) радиоактивтілігін анықтады. Жолдасы Пьер Кюримен бірге полоний және радийді анықтады, "радиоактивтілік" терминін енгізді. Радиоактивтілікті зерттегені үшін (1903 ж. Пьер Кюри және Антуан Анри Беккерельмен бірге) физикадан Нобель сыйлығын алды. 1910 ж. А. Дебьернмен бірге металл радийді алып, қасиеттерін зерттеді. 1911 жылы химиядан Нобель сыйлығын алды. Радиоактивті өлшеу әдістерін енгізді, радиоактивті сәулелерді алғаш рет медициналық мақсатта қолданды.



8-сурет. Ядролық синтез реакциясы

жылдамдықпен қозғалғанда, тебілу энергетикалық кедергісін жеңуі мүмкін. Ядролар бір-біріне жақындағанда, ядродағы протондар мен нейтрондарды біріктіріп ұстап тұратын орасан зор ядролық күштердің әсерінен бірігеді де, анағұрлым ауыр ядролар түзіледі. Табиғатта сондай-ақ адам организмінде кездесетін элементтер жұлдыздарда жүретін термоядролық реакциялардың нәтижесінде түзілген. Жұлдыздардың газды бұлттарында жүретін ядролық синтез реакцияларының нәтижесінде жаңа элементтер түзіледі. Мысалы, ядролық синтез реакциясы барысында сутектің екі ядросы бірігіп, гелийге айналады (8-сурет). Бөлініп шыққан энергия

газды бұлттың жарқырауын тудырады. Синтез — температурасы миллиондаған градусқа жететін жұлдыздардың орталығында жүретін негізгі процесс. Күнде жүретін ядролық реакциялардың екі мысалы төменде келтірілген. Оған сутектің үш изотопы қатысады:



Басқа типтегі жұлдыздарда гелий термоядролық реакцияға ұшырап, нәтижесінде көміртек, оттегі, неон, магний, күкірт, аргон, кальций және басқа элементтер түзіледі.

Сен білесің бе?

1 г ${}^{235}\text{U}$ ыдырағанда $7,5 \cdot 10^7$ кДж жылу бөлінеді. Бұл 2 т көмір жанғанда бөлінетін жылудан көп.

Сен білесің бе?

Ядролық реакциялар барысында бөлінетін энергия мөлшері химиялық реакциялардан бөлінетін энергиядан шамамен 106 есе көп.



Ядролық реакция дегеніміз — атом ядросының элементар бөлшектермен әрекеттесуі нәтижесінде атом ядросының құрамы мен құрылымы өзгеріп, екіншілік элементар бөлшектер түзіле жүретін реакция. Ядролық реакциялардағы реагенттер мен өнімнің массалық саны және ядро зарядтарының қосындысы әр уақытта тұрақты. Ядролық реакциялардың теңдеулері зат массасы мен зарядтың сақталу заңына негізделген.



Радиоактивтілікті сусындар өндірісінде, бактар мен құбырлардағы және мұнай құбырларындағы, сонымен қатар құрылыста жерасты суқұбырларындағы саңылауларды анықтауға қолданады. Барлық жағдайларда қысқа өмір сүретін изотоптар қолданылады.

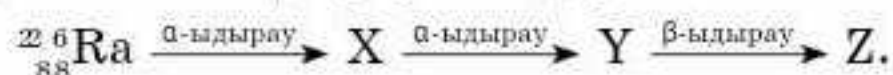
Ядролық реакциялардың теңдеулерін құрастыру

1-мысал. Ядролық реакцияның теңдеуін аяқтаңдар:



Шешуі: Теңдеудің оң және сол жағындағы барлық бөлшектердің зарядтарының қосындысы тең болу керек. Сондықтан зат массасының сақталу заңына сүйенеміз. Теңдеудің сол жағындағы төменгі қосынды 24, оң жағында 23. Теңдеудің сол жағындағы жоғары индекс 53, оң жағындағы жоғары индекс 52, демек, жетпей тұрған сан 1. Белгісіз бөлшек: 1_0p .

2-мысал. Радиоактивті ыдырау өнімдері X, Y және Z-ті анықтаңдар:



Шешуі. α -ыдырау кезінде ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ массалық саны A 4 бірлікке кеміп, $A_X = 226 - 4 = 222$ болады. Ядро заряды 2 бірлікке кемиді. $Z_X = 88 - 2 = 86$. Сонымен бірінші ыдырау нәтижесінде радон изотопы ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ түзіледі. Радонның α -ыдырауын да осылай анықтаймыз:

$A_Y = 222 - 4 = 218$, $Z_Y = 86 - 2 = 84$. Екінші ыдыраудың нәтижесінде полоний изотопы ${}_{84}^{218}\text{Po}$ алынады; β -ыдыраудан полонийдің массалық саны өзгермейді, ядросының заряды 1 бірлікке артады:

$Z_Z = 84 + 1 = 85$. Ыдырау тізбегінің соңғы өнімі атомдық нөмірі 85 элемент, яғни аstat (${}_{85}^{218}\text{At}$) түзіледі. Ядролық реакциялардың нәтижесі:



1. Ядролық реакция деген не?
2. Берілген ядролық реакциялардағы белгісіз X элементін анықтаңдар:
 - а) ${}^9_5\text{F} + {}^1_1\text{p} = \text{X} + {}^0_0\gamma$
 - ә) ${}^{40}_{19}\text{K} + {}^0_{-1}\text{e} = \text{X}$
 - б) ${}^{53}_{24}\text{Cr} + {}^2_1\text{D} = \text{X} + {}^1_0\text{n}$
 - в) $\text{X} = {}^0_{-1}\text{e} + {}^{239}_{94}\text{Pu}$
3. Литийдің изотопын ${}^7_3\text{Li}$ дейтерий ядроларымен атқылағанда қандай бөлшек түзіледі?

$${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + ?$$
4. Ядролық реакцияға қатысатын бөлшек:

$${}^7_3\text{N} + ? \rightarrow {}^6_7\text{N} + 2{}^0_1\text{n}$$
5. Ядролық реакцияға қатысатын атқылаушы бөлшек X:

$$\text{X} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^4_7\text{N} + {}^0_1\text{n}$$
6. Ядролық реакция нәтижесінде түзілген азот атомының ядро заряды мен массалық санын анықтаңдар:

$${}^8_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^0_1\text{n} + {}^A_Z\text{N}$$
7. Ядролық реакция нәтижесінде түзілген марганец атомының ядро заряды мен массалық санын анықтаңдар:

$${}^{56}_{26}\text{Fe} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{Mn}$$
8. Ядролық реакция нәтижесінде түзілген оттект атомының ядро заряды мен массалық санын анықтаңдар:

$${}^4_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^A_Z\text{O}$$
9. ${}^{235}_{92}\text{U}$ α -бөлшектерін түзіп ыдырағанда қандай химиялық элемент түзіледі?
10. Уран изотопы ${}^{238}_{92}\text{U}$ қандай ыдыраудың нәтижесінде ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ -ға айналады? Бұл реакцияның болашағы қандай?
11. Радиоактивті ыдырау өнімдері X, Y және Z анықтаңдар:

$${}^{215}_{89}\text{Ac} \xrightarrow{\alpha\text{-ыдырау}} \text{X} \xrightarrow{\beta\text{-ыдырау}} \text{Y} \xrightarrow{\alpha\text{-ыдырау}} \text{Z}$$
12. Ядролық реакция сызбанұсқаларын толықтырыңдар:

$${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He} \qquad {}^{55}_{25}\text{Mn} + ? \rightarrow {}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$$

$$? + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{22}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He} \qquad {}^{27}_{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow {}^{26}_{12}\text{Mg} + ?$$
- *13. Бериллийдің изотопы ${}^9\text{Be}$ бір α -бөлшекті жұтып, нейтрон шығарып басқа элемент изотопына айналады. Қандай элемент түзіледі? Ядролық реакция теңдеуін жазыңдар.
- *14. Ең ауыр галоген аstat At 1940 жылы ${}^{215}_{83}\text{Bi}$ изотопын α -бөлшектермен атқылау нәтижесінде алынды. Реакция нәтижесінде висмут атомының ядросы 2 нейтрон бөлетін болса, аstatтың қандай изотопы түзіледі? Ядролық реакция теңдеуін жазыңдар.
- *15. Табиғатта кездеспейтін резерфордид ${}^{260}_{104}\text{Rf}$ элементі ${}^{242}_{94}\text{Pu}$ изотопын неон ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ядроларымен атқылау арқылы алынды. Реакция нәтижесінде резерфордид атомынан басқа қандай бөлшектер түзіледі? Осы реакция теңдеуін жазыңдар.

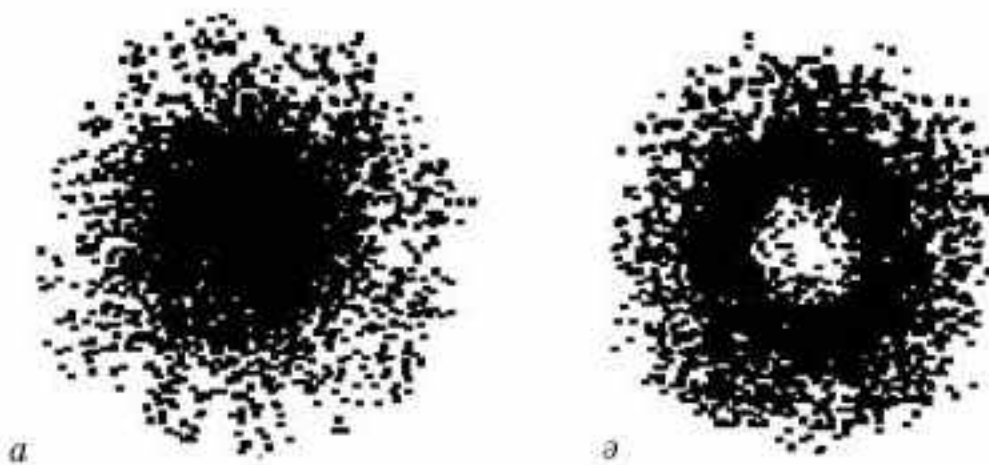
§5. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ДЕҢГЕЙЛЕР. КВАНТТЫҚ САНДАР ЖӘНЕ ОРБИТАЛЬДАР

Микроәлем және макроәлем. Ғалымдар біздің әлемді әлдеқашан *микроәлем* және *макроәлем* деп екіге бөлген. Макроәлем — адамдар өмір сүретін және тіршілік ететін (ғаламшарлар, жердегі денелер, кристалдар, макромолекулалар және т.б.) кәдімгі әлем. Онда бәрі әдеттегідей түсінікті және барлығымызға мәлім физика заңдары орындалады. Микроәлем мүлде басқа әлемді (атомдар, ядро, қарапайым бөлшектер және т.б.) елестетеді, ондағы объектілердің мөлшері сантиметрдің миллиардтық үлесінен де кіші, ал уақыт аралықтары секундтың миллиардтық үлесіндей, яғни тікелей бақылау мүмкін емес.

Микроскоптық объектілердің қасиеттерін бізге белгілі макроәлемнің физикалық заңдарымен түсіндіру мүмкін емес. Микробөлшектер атомның қазіргі моделін жасауға негіз болған *кванттық механика* заңдарына бағынады. Микроәлем бөлшектерінің ішінде бізді бәрінен бұрын электрон қызықтырады. Сондықтан біз атомдағы электронның жай-күйімен танысамыз.

Атомдағы электронның күйі деп — белгілі бір электронның энергиясы мен оның кеңістіктегі орны туралы ақпараттардың жиынтығын айтады.

Электрон — ядроның айналасында қозғалыста болатын бөлшек және нақты сыртқы шегарасы болмайтын толқынды бұлт ретінде бізге таныс. Электрондық бұлт жөнінде көрнекі мәліметті келесі ойша тәжірибе негізінде алуға болады. Біз түрлі уақыт аралығында сутек атомының электронын өте көп суретке түсіре аламыз деп есептейік. Бұл суреттерді бірінің үстіне бірін қойып, электрон бұлтының үш өлшемді көрінісін аламыз (9-сурет).



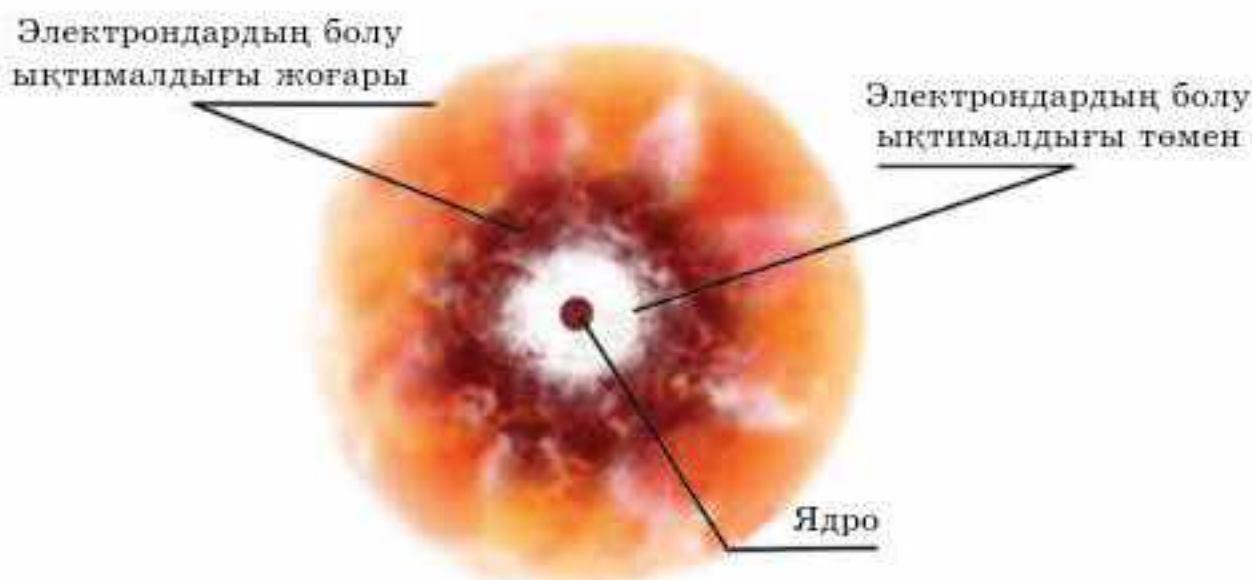
9-сурет. Электрондық бұлт — электронның бір сәттік “суреттерінің” жиынтығы:
a — сыртқы көрінісі; *ә* — көлденең қимасының көрінісі

Бүгінгі сабақта:

- квант сандарының сипаттамасының мәндерін қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Бас квант саны
- Орбиталь квант саны
- Магнит квант саны
- Спин квант саны



10-сурет. Электрондардың болу ықтималдығы

Бұл сурет электронның x , y , z үш өлшемді ядро кеңістігінде болу ықтималдығын сипаттайды.

Электронның болу ықтималдығы ең жоғары ($\approx 90\%$), атомдық кеңістіктің белгілі бір бөлігі атомдық орбиталь деп аталады (10-сурет). Атомдағы кез келген электронның күйі төрт квант санымен сипатталады: негізгі (n), орбитальды (l), магнитті (m) және спинді (s).

Бас квант саны n электронның энергетикалық деңгейін және атомдық орбитальдың өлшемін анықтайды; ол бүтін мәндерге ие ($n = 1, 2, 3, \dots$).

Энергетикалық деңгейлерді K, L, M, N, O, P, Q әріптерімен белгілейді. n -нің мәні бірдей болатын электрондар жиынтығы энергетикалық деңгей деп аталады. Ядроға ең жақын орналасқан бірінші энергетикалық деңгейдің ($n = 1$) электрондарының энергиясы ең төменгі мәнге ие. n -нің мәні артқан сайын, электрон энергиясы жоғарылайды.

Сен білесің бе?

Атом бос. Егер атом ядросын алманың өлшеміне дейін үлкейтсе, ядродан электрондарға дейін қашықтығы 1 км-дей болады. Егер электрондар мен ядро зарядталмаған болса, атомдар бір-біріне кедергі келтірмей-ақ өтіп жүрер еді.

Атомдағы энергетикалық деңгейлердің мәні сан жағынан сол элемент орналасқан период нөміріне тең.

Олай болса, квант саны бірге тең ($n = 1$), 1-период элементтерінің 1 энергетикалық деңгейі болады. Квант саны 2-ге тең ($n = 2$). 2-периодтың барлық элементтерінің 2 энергетикалық деңгейі болады. Берілген энергетикалық деңгейдегі электрондардың максимал саны

$$N = 2n^2$$

теңдеуімен анықталады. Мұндағы N — берілген энергетикалық деңгейдегі электрондар саны, n — деңгей нөмірі (период нөмірі, негізгі квант саны). Олай болса, бірінші, екінші, үшінші және төртінші



энергетикалық деңгейлердегі электрондар саны сәйкесінше, 2, 8, 18, 32-ден артық болмайды. n -нің әрбір мәніне n^2 -қа тең орбитальдар саны сәйкес келеді. 9-кестеде бас квант саны n мен деңгейшелер, орбитальдар типі мен саны және деңгей мен деңгейшелердегі электрондардың максимал саны арасындағы байланыс келтірілген.

9-кесте

Бас квант саны n , орбитальдар типі мен саны, деңгейшелердегі электрондардың максимал саны

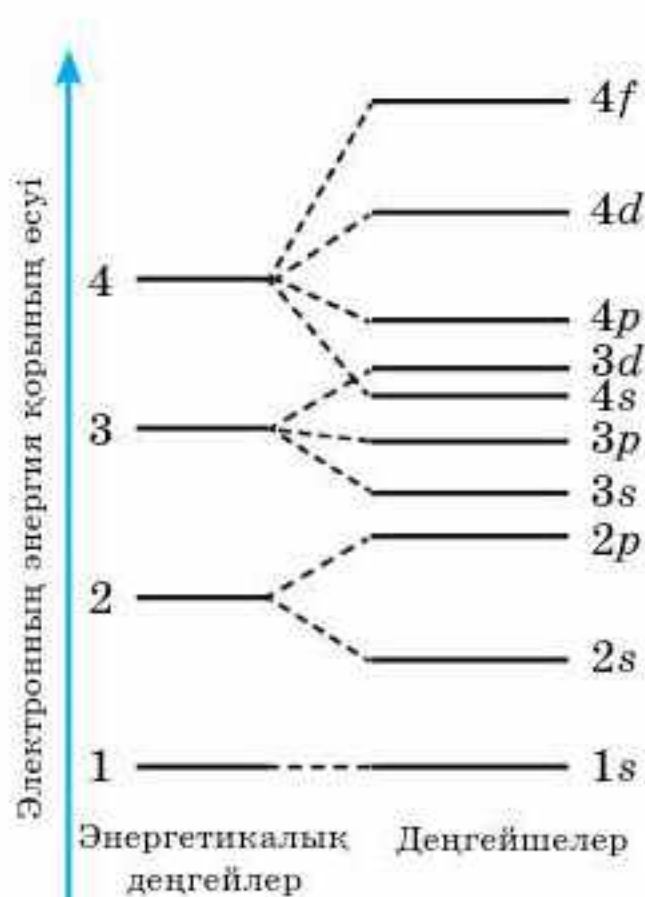
Энергетикалық деңгей (n)	Деңгейшелер саны, n -ге тең	Орбиталь типі	Орбиталь саны		Электрондардың максимал саны	
			деңгейшеде	деңгейде	деңгейшеде	деңгейде
$K(n=1)$	1	$1s$	1	1	2	2
$L(n=2)$	2	$2s$	1	4	2	8
		$2p$	3		6	
$M(n=3)$	3	$3s$	1	9	2	18
		$3p$	3		6	
		$3d$	5		1	
$N(n=4)$	4	$4s$	1	16	2	32
		$4p$	3		6	
		$4d$	5		10	
		$4f$	7		14	

Орбиталь квант саны (l) атомдық орбитальдың пішінін сипаттайды. n санына байланысты $l = 0, 1, \dots (n - 1)$ мәндеріне ие болады. Мысалы, егер $n = 2$, онда $l = 0, 1$; егер $n = 3$, онда $l = 0, 1, 2$. l саны деңгейшені сипаттайды. Орбиталь квант санының l бірдей мәнімен сипатталатын электрондардың жиынтығы энергетикалық деңгейше деп аталады.

Энергетикалық деңгейшенің белгіленуі: s - p - d - f -.

Мұндай деңгейшелердің саны деңгей нөмірімен немесе бас квант санымен n сәйкес келеді.

Сөйтіп, $l = 0, 1, 2, 3$ болғанда, электрондар сәйкесінше, s -, p -, d -, f -деңгейшелерде орналасады. Бас квант санының берілген n мәнінде s -деңгейшесінің электрондарының энергиясы төменгі мәнге ие болады,



11-сурет. Атомдағы энергетикалық деңгейлер мен деңгейшелердің сызбанұсқасы

біртіндеп электрондарының энергиясы p -, d -, f - деңгейшелерінде жоғарылайды.

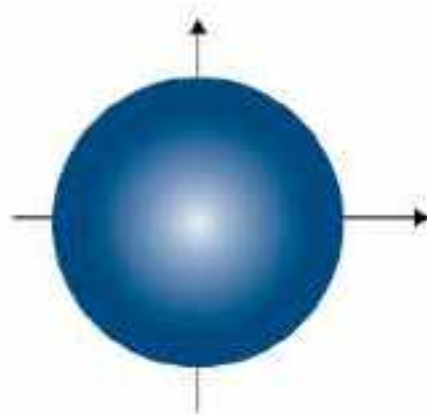
Электронның энергия қорының өсуі

Деңгейдегі энергетикалық деңгейшелердің саны бас квант санынан n артық болмайды. Яғни, бірінші деңгейде ($n = 1$) бір деңгейше (s), екінші деңгейде ($n = 2$) екі деңгейше (s және p), үшіншіде ($n = 3$) үш (s, p, d), төртіншіде ($n = 4$) төрт (s, p, d, f) деңгейше болады (11-сурет). Бас және орбиталь квант сандарына сәйкес деңгейшелердің белгіленуі 10-кестеде келтірілген.

10-кесте

Бас және орбиталь квант сандарына сәйкес деңгейшелер

n -нің мәндері	l -дің мәндері	Деңгейшелердің белгіленуі
1	0	1s
2	0, 1	2s, 2p
3	0, 1, 2	3s, 3p, 3d
4	0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f

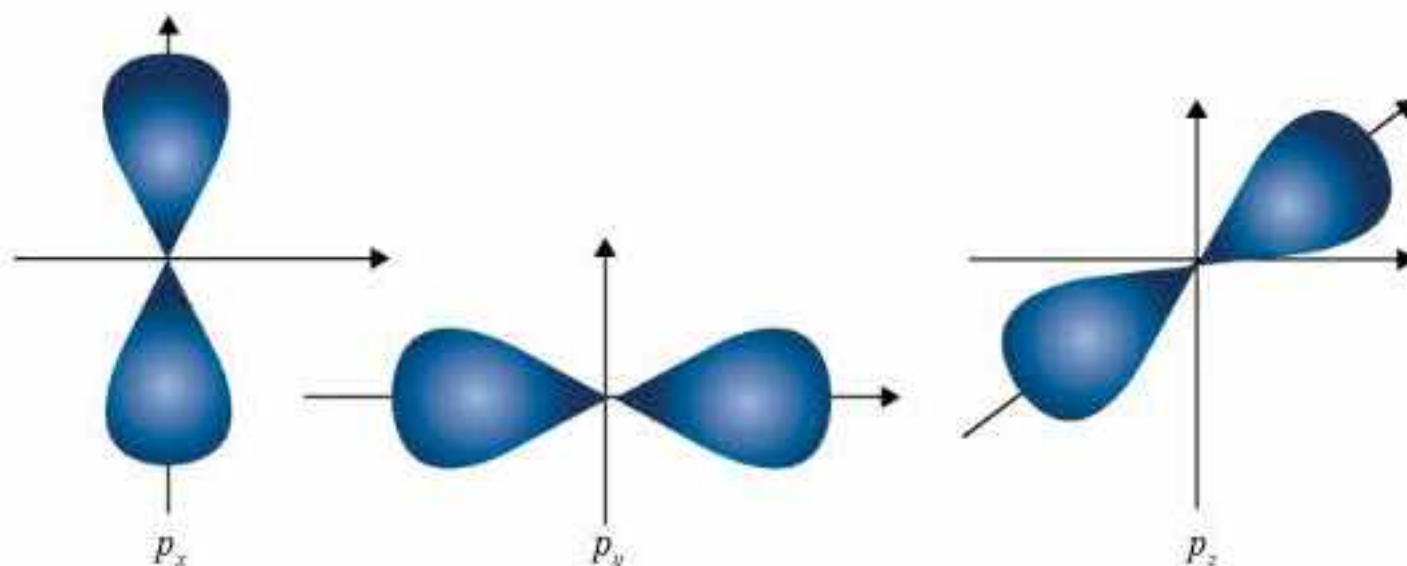


12-сурет. s -орбитальдың пішіні

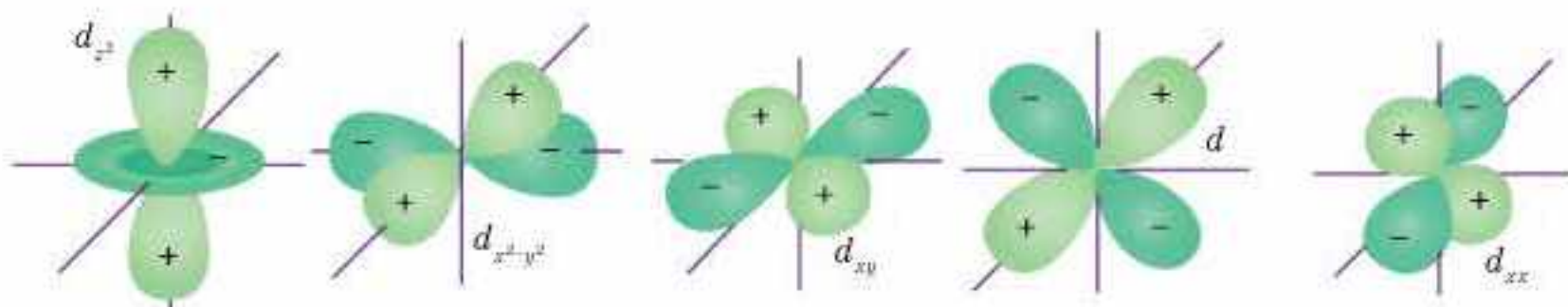
$l = 0$ (s – деңгейшесі) болғанда, электрондық бұлттың пішіні сфера тәрізді болады (12-сурет).

$l = 1$ (p – деңгейшесі) болғанда, электрондық бұлт көлемдік сегіздік пішінге ие болады (13-сурет).

d және f орбитальдары күрделі пішіндерге ие. Магнит квант саны (m) ядролық магнит өрісіндегі орбитальдардың таралуын сипаттайды, ол орбитальды квант санына тәуелді және 0-ден $l - 1$ дейінгі мәндерді қабылдайды; $m = 2l + 1$. Мысалы: $l = 0$ болғанда, $m_1 = 0$, бір орбиталь; $l = 1$ болғанда, $m = -1, 0, 1$, үш орбиталь. Барлық орбитальдар кеңістікте симметриялы түрде орналасады.



13-сурет. Кеңістікте p_x, p_y және p_z орбитальдарының бағытталуы



14-сурет. d -орбитальдарының мүмкін болатын пішіндері

$l = 2$ болғанда, $m = -2, -1, 0, 1, 2$, бес орбиталь. Соған сәйкес, түрлі бағытқа бағытталған бес d -орбитальдан тұрады (14-сурет).

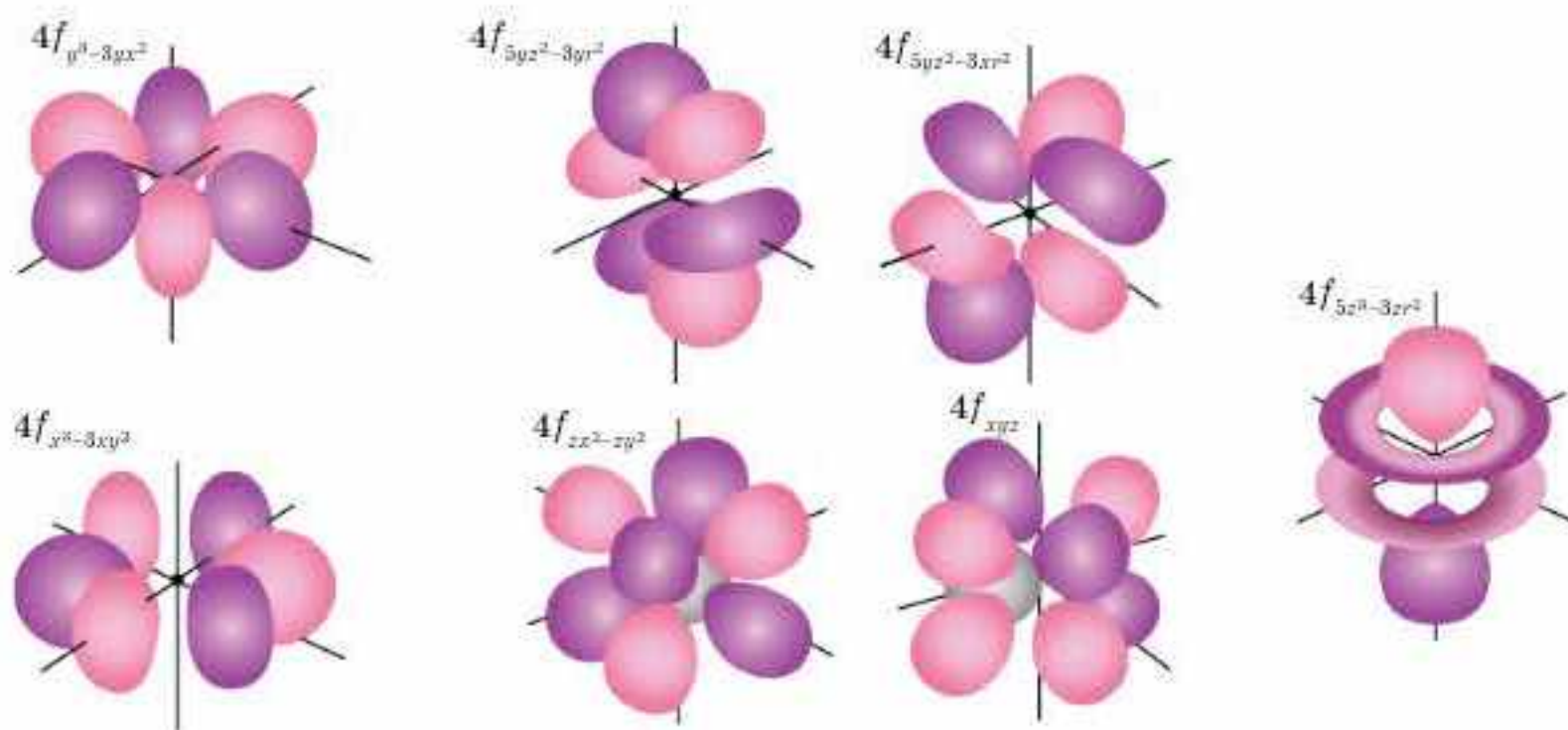
$l = 3$ болғанда, $m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$, жеті орбиталь. Жеті f -орбитальдар күрделі пішінге ие болады (15-сурет) және 7 бағытта орналасады.

l -дің берілген мәндеріндегі орбиталь сандары 11-кестеде берілген.

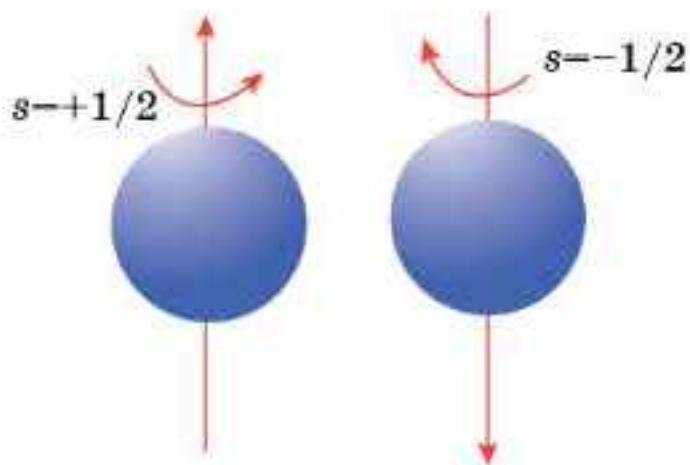
11-кесте

l -дің берілген мәндеріндегі орбиталь сандары

l -дің мәндері	m -нің мәндері	l -дің берілген мәндеріндегі орбиталь сандары	Орбитальдардың шартты түрде белгіленуі
0 (s)	0	1	□ (s)
1 (p)	-1, 0, +1	3	□ □ □ (p)
2 (d)	-2, -1, 0, +1, +2	5	□ □ □ □ □ (d)
3 (f)	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	□ □ □ □ □ □ □ (f)



15-сурет. f -орбитальдарының мүмкін болатын пішіндері



16-сурет. Электронның өз осін айнала қозғалуы

Егер электронды бөлшек түрінде қарастырсақ, ол ядроны айналып қозғалуымен қатар, өз осінен де айнала қозғалады. Бұл қозғалыс “спин” деп (ағылш. *ұшық*) аталады (16-сурет).

Спин квант саны s және оның проекциясы m_s спин квант саны электронның өз осінен айналуының мүмкін болатын екі бағытын сипаттайды (сағат тілінің бағытымен немесе оған қарама-қарсы). Айнарудың қарама-қарсы бағытына

сәйкес, тек қана екі мәнге ие: $+1/2$ (жоғары бағытталған бағдаршамен белгіленеді) және $-1/2$ (бағдарша төмен қарайды). Төрт квант саны — n, l, m, s атомдағы электронның энергетикалық күйін толық сипаттайды. Атом бір кванттық күйден басқа күйге ауысқанда квант сандарының мәндері өзгереді, электрондық бұлттар қайтадан түзіледі. Мұндай жағдайларда атом квант энергиясын сіңіреді немесе шығарады. Квант сандары мен олардың мәндерін көрсететін қорытынды 12-кестеде келтірілген.

12-кесте

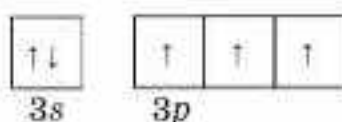
Квант сандары мен олардың мәндері

Күй символы	Квант санының мәні				Күй символы	Квант санының мәні			
	n	l	m_l	m_s		n	l	m_l	m_s
1s	1	0	0	$\pm 1/2$	3p	3	1	1	$\pm 1/2$
2s	2	0	0	$\pm 1/2$	3p	3	1	-1	$\pm 1/2$
2p	2	1	0	$\pm 1/2$	3d	3	2	0	$\pm 1/2$
2p	2	1	1	$\pm 1/2$	3d	3	2	1	$\pm 1/2$
2p	2	1	-1	$\pm 1/2$	3d	3	2	-1	$\pm 1/2$
3s	3	0	0	$\pm 1/2$	3d	3	2	2	$\pm 1/2$
3p	3	1	0	$\pm 1/2$	3d	3	2	-2	$\pm 1/2$

Квант сандарын қолдану мысалдарын қарастырайық

1-мысал. Фосфор атомының сыртқы электрондық құрылысының электрондық-графиктік формуласын құрастырыңдар. Фосфор атомының бұл күйіне қандай квант сандары сәйкес келеді?

Шешуі: Фосфор Д.И. Менделеевтің периодтық кестесінде үшінші периодта, 15(VA) топта орналасқан, демек, сыртқы 3-деңгейінде 5 электрон бар. Электрондарды атом орбитальдарына орналастырайық:



Фосфор атомының 5 электронына квант сандарының мынадай жиынтығы сәйкес келеді (13-кесте).

Фосфор атомының сәйкес квант сандары

Электрон нөмірі	1	2	3	4	5
n	3	3	3	3	3
l	0	0	1	1	1
m_l	0	0	-1	0	+1
m_s	+1/2	-1/2	+1/2	+1/2	+1/2

2-мысал. Қай период элементтерінің сыртқы қабатындағы электрондары $n + l = 4$ мәнімен сипатталады?

Шешуі: n мен l мүмкін болатын комбинацияларын анықтаймыз:

егер $n = 1$ болса, онда l тек 0, демек, $n + l = 1$ мәні сәйкес келмейді.

Егер $n = 2$ болса, онда l тек 0 және 1, демек, $n + l = 2 + 0 = 2$ немесе $n + l = 2 + 1 = 3$. Сәйкес келмейді.

Егер $n=3$ болса, онда $l = 0, 1$ және 2 болуы мүмкін, демек: $n + l = 3 + 0 = 3$. Сәйкес келмейді немесе $n + l = 3 + 1 = 4$. Сәйкес келеді немесе $n + l = 3 + 2 = 5$. Сәйкес келмейді. Ендеше бұл 3-периодтың p -элементтері, мысалы, күкірт және хлор.

Егер $n = 4$ болса, онда l тек 0, 1, 2 және 3 болуы мүмкін, демек, $n + l = 4 + 0 = 4$. Сәйкес келеді. Немесе $n + l = 4 + 1 = 5$; $n + l = 4 + 2 = 6$; $n + l = 4 + 3 = 7$. Сәйкес келмейді. Ендеше бұлар төртінші периодтың s -элементтері болуы мүмкін, мысалы, калий мен кальций.



Атомдағы электронның энергетикалық күйін төрт квант саны — n, l, m, s толық сипаттайды. Атом бір кванттық күйден басқа күйге ауысқанда квант сандарының мәндері өзгереді, электрондық бұлттар қайтадан түзіледі. Мұндай жағдайларда атом квант энергиясын сіңіреді немесе шығарады.



1. Атом ядросының маңайында электронның қозғалуының ерекшелігі неде?
2. "Электрондық бұлттың тығыздығы", "электронның болу ықтималдығы", "электрондық бұлт", "орбиталь" түсініктерінің мағыналары қандай? "Орбита" және "орбиталь" түсініктерінің мағыналары бірдей ме (электронға байланысты)?
3. Атомдағы электронның күйі қандай квант сандарымен сипатталады?
4. Бас квант саны нені сипаттайды, ол қандай мәндерге ие?
5. Энергетикалық деңгей деген не? Бұл түсініктің қандай синонимдері бар?
6. Орбиталь (қосымша) квант саны нені сипаттайды? Орбиталь квант саны қандай мәндерді қабылдайды?
7. Бір энергетикалық деңгейден басқа деңгейге ауысқанда электронның энергиясы қалай өзгереді?
8. $l = 0$; $l = 1$ болғанда орбитальдар қалай аталады және қандай пішінге ие болады?
9. Магниттік квант саны нені сипаттайды және қандай мәндерді қабылдайды?
10. s -, p -, d - және f - деңгейшелеріндегі орбитальдар саны қанша?
11. Спин квант саны нені сипаттайды және қандай мәндерді қабылдайды?

12. Қай период элементтерінің сыртқы қабатындағы электрондары: а) $n + l = 2$; ә) $n + l = 5$; б) $n + l = 6$ мәнімен сипатталады?
- *13. Берілген кестені дәптерлеріңе сызыңдар. Электрондық конфигурациясы $1s^2 2s^2 2p^4$ болатын элемент атомының әр электронының қалыпты күйін сипаттайтын төрт квант санының n, l, m, s мәндерін кестеге жазыңдар:

Электрон нөмірі	1	2	3	4	5	6
n						
l						
m						
s						

14. Квант сандарының жиынтығы бойынша атомдағы электронның электрондық-графиктік формуласын құрастырыңдар:

Квант сандары		электрон түрі		электрон түрі		электрон түрі
n	2		3		5	
l	0		2		3	
m	0		-1		+2	
s	-1/2		+1/2		-1/2	

§6. КВАНТ САНДАРЫ. АТОМДЫҚ ОРБИТАЛЬДАР

Бүгінгі сабақта:

- атомдағы электрон қабатының толу заңдылықтары мен ережелерін қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Паули принципі
- Хунд ережесі
- Клечковский ережесі

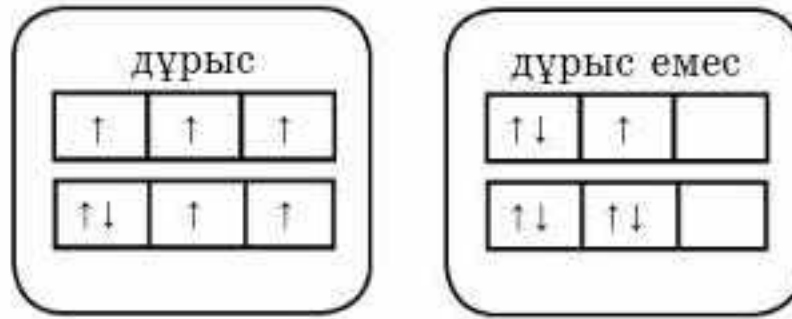
Атомның қалыпты күйінде энергетикалық деңгейлер мен деңгейшелердің электрондармен толуының өзіндік ережелері мен заңдылықтары бар.

Паули принципі. 1925 жылы швейцариялық ғалым В. Паули бір атомда барлық квант сандары бірдей екі электронның бола алмайтынын ашты. Демек, бір орбитальда үш квант саны (n, l, m) бірдей, ал спин квант санында (m_s) айырмашылық болатын екі электрон ғана болуы мүмкін. Паули принципі берілген бас квант саны бар электрондардың максималды санын анықтайды (яғни, берілген электрондық қабаттағы): $N = 2n^2$. Олай болса, бірінші

деңгейден төртінші деңгейге дейінгі электрондар саны сәйкесінше, 2, 8, 18 және 32 сандарынан аспауы қажет.

Хунд (Гунд) ережесі. Деңгейшелерде электрондар алдымен бос орбитальдарды толтырады (бір-бірден), осыдан кейін ғана олар электрон жұптарын түзеді. Бұл атомның тұрақты күйіне сәйкес келеді. Егер орбитальдардың энергиялары бірдей болса, электрондар олардың әрқайсысын, алдымен бір-бірден толтырады. Мұндай орналасу атомдағы

электрондардың бір-бірінен барынша алшақ болуына мүмкіндік береді. Әр орбитальда бір-бірден электрондар орналасып болғаннан кейін ғана екінші электрондар пайда болып, электрондардың жұптасуы жүзеге асады (17-сурет).

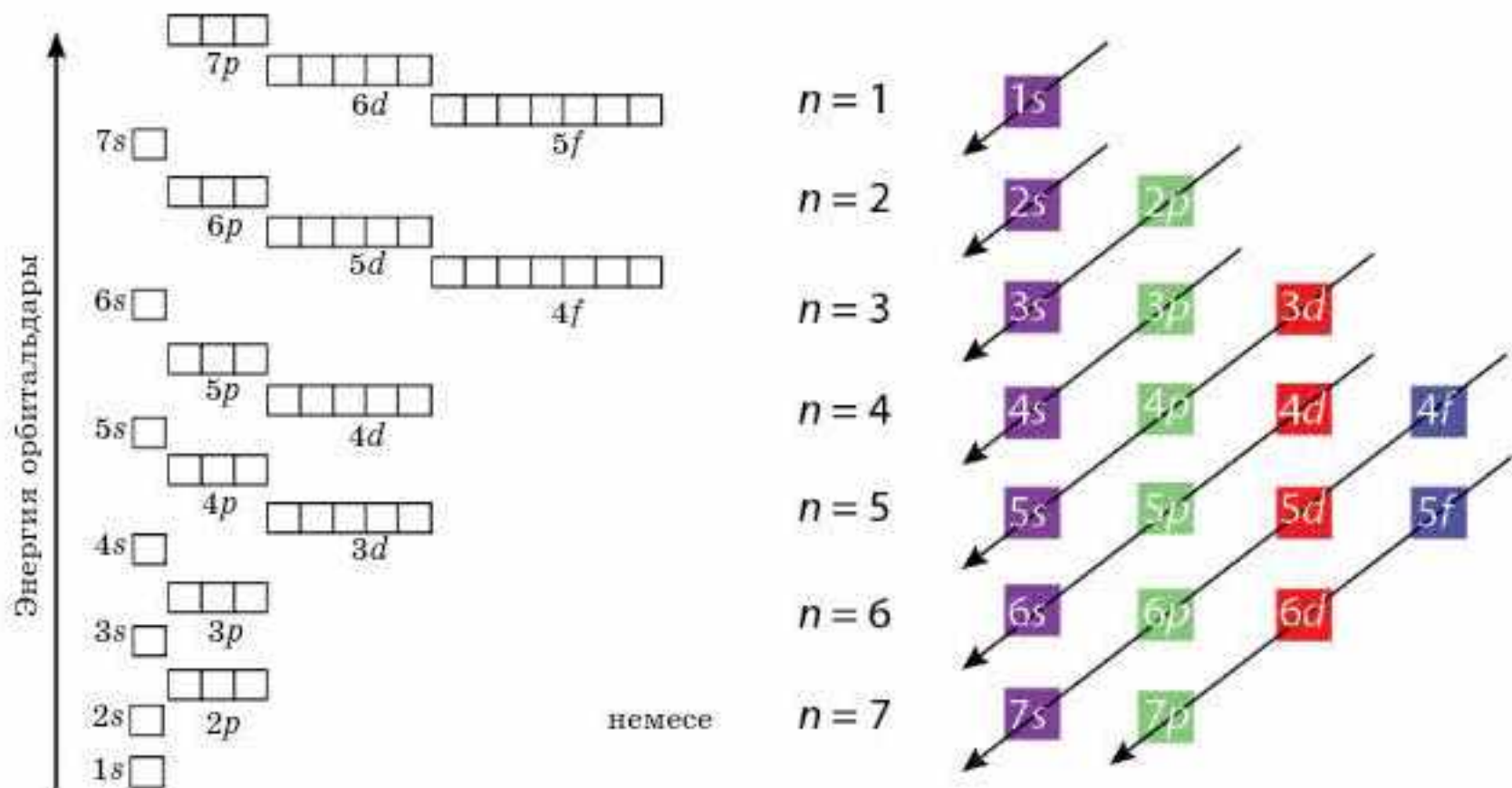


17-сурет. Электрондардың орналасуы

Клечковский ережесі. $(n + 1)$ ережесін алғаш рет 1936 жылы неміс физигі Э. Маделунг, ал 1951 жылы қайтадан М. Клечковский тұжырымдады. Қалыпты күйдегі атомның электрондары орбитальдарды энергияларының өсу ретімен толтырады. Алдымен энергиясы төмен орбитальдар толады. Орбитальдардың энергиясының өсу қатары:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f \approx 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$$

Бұл заңдылықты энергетикалық диаграммадан да айқын көруге болады (18-сурет).



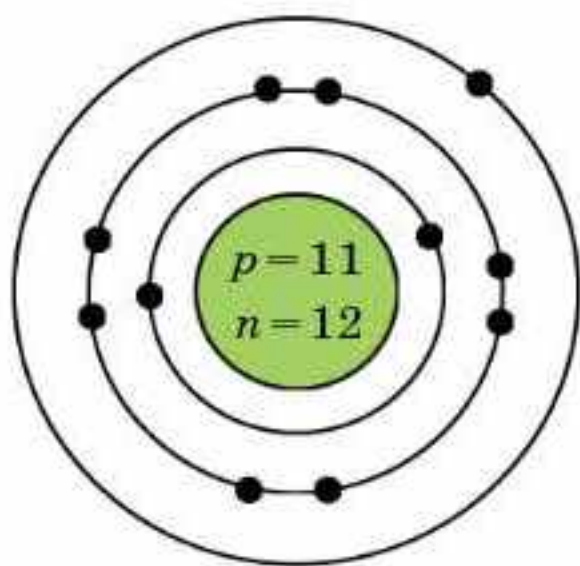
18-сурет. Электрондардың орбитальдарды толтыруы

! Неге $5s$ -деңгейше $4d$ -деңгейшеден бұрын, ал $4d$ -деңгейше $5p$ -деңгейшеден бұрын толады?



**Вольфганг Паули
(1890—1958)**

Кванттық механиканың негізін қалаушы, жаңа ғылым саласына үлкен үлес қосты. Соның ішіндегі ең құндысы — оның ашқан принципі. Ғылымдағы үлесі үшін 1945 жылы Паули физикадан Нобель сыйлығын алды. Кейін нейтрино деп аталған бөлшектің бар екенін болжап, оны ашты.



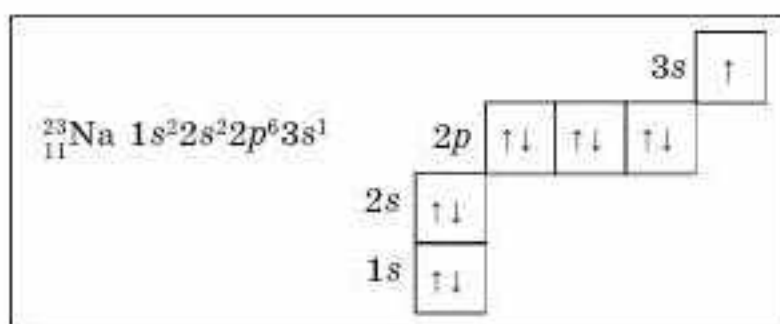
19-сурет. Бор диаграммасы

Элемент атомдарының электрондық конфигурациясы

Химиялық реакциялардың жүру барысында әрекеттесуші атомдардың ядролары өзгермейді, сондықтан атомдардың химиялық қасиеттері олардың электрондық құрылыстарына тәуелді. *Электрондардың электрондық қабаттар мен орбитальдарға таралып орналасуы атомның электрондық конфигурациясы деп аталады.* Атомдағы электрондардың деңгейлерге таралуын электрондық сызбанұсқамен, мысалы:

${}_{11}\text{Na } 2\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$; және Бор диаграммасы арқылы өрнектейді (19-сурет):

- электрондық конфигурация: ${}_{11}\text{Na } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
- электрондық-графиктік сызбанұсқа:



• әр периодтағы элемент атомдарында инертті газдардың электрондық конфигурациясы қайталанады, сондықтан электрондардың орналасуын қысқартылған түрде көрсетеді: $[\text{Ne}] 3s^1$;

• I—IV период элемент атомдарының электрондық деңгейлерінің құрылысы (электрондық конфигурациялары).

Әртүрлі атомдардың электрондық конфигурацияларын дұрыс бейнелеу үшін:

- атомдағы электрондардың санын (элементтің атомдық нөміріне тең);



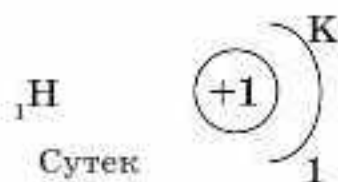
**Фридрих Хунд (Гунд)
(1896—1997)**

Неміс физигі. Кванттық механика, спектроскопия, магнетизммен, кванттық химиямен айналысқан. Молекулалық орбитальдар тәсілін ойлап тапты. Атом орбитальдарының электрондармен толу заңдылығын ашты. Молекулалардағы, π- және σ-байланыстар жайлы түсінік енгізді.

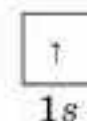
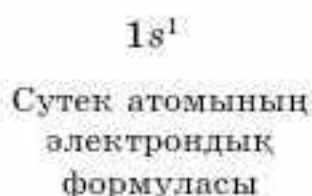


- деңгейлер мен деңгейшелердегі электрондардың максимал санын;
- деңгейшелер мен орбитальдардың толу ретін білу қажет.

1-период элементтері. Атомның электрондық құрылысы электрондардың энергетикалық деңгейлер бойынша таралып орналасуын, ал атомның электрондық формуласы электрондардың деңгейшелерге орналасуын көрсетеді. Атомның электрондық-графиктік формуласы электрондардың орбитальдарға орналасуын және олардың спиндерін сипаттайды.



Сутек атомының электрондық құрылысының сызбанұсқасы

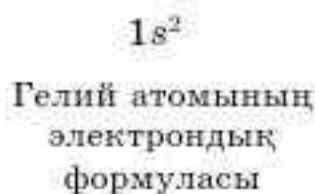


Сутек атомының электрондық-графиктік формуласы

Гелий атомының бірінші электрондық қабаты аяқталған, онда 2 электрон бар. Сутек және гелий — s-элементтер, бұл элементтердің s-орбитальдары электрондармен толады.



Гелий атомының электрондық құрылысының сызбанұсқасы



Гелий атомының электрондық-графиктік формуласы

2-период элементтері. Екінші период элементтерінің барлығының бірінші электрондық қабаты толған және электрондары екінші электрондық қабаттың s- және p-орбитальдарын толтырады (алдымен s-, содан кейін p-). Неон атомының екінші электрондық қабаты 8 электронмен толған. 2-период элементтерінің электрондық қабатының құрылысы, электрондық формуласы және электрондық-графиктік формуласы 14-кестеде келтірілген.



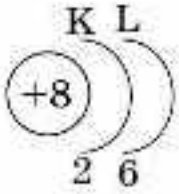
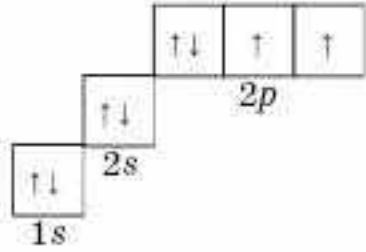
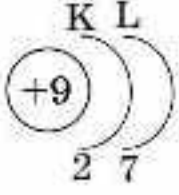
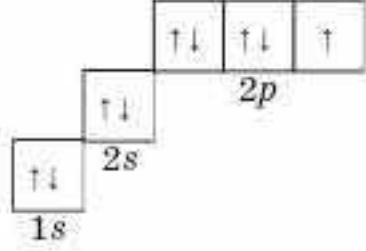
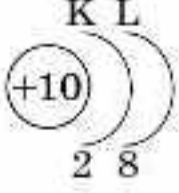
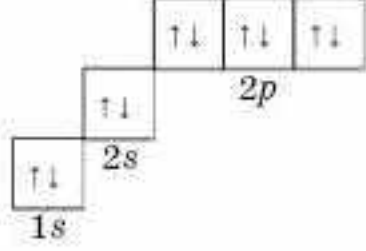
**Всеволод Маврикиевич Клечковский
(1900—1972)**

Периодтылық құбылысын физика-математикалық тұрғыдан негіздеді. Атом ядросының өсуі бойынша атомның электрондық конфигурациясының қалыптасуының $(n + l)$ ережесін ұсынды (Клечковский ережесі).

14-кесте

2-период элементтері

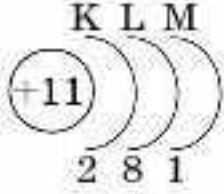
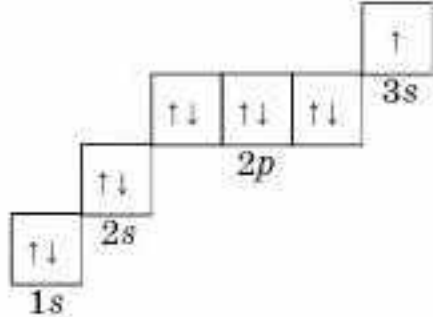
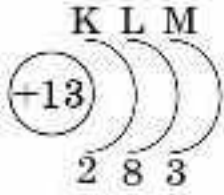
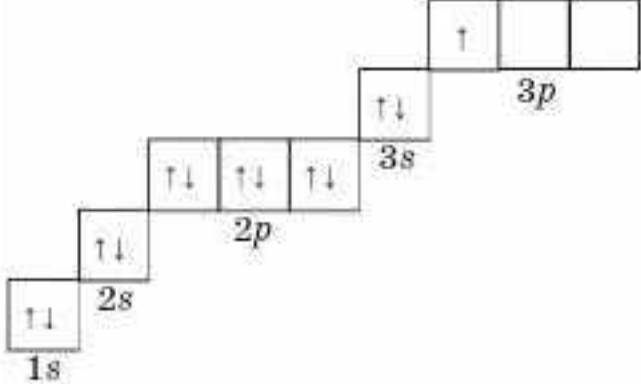
Элемент таңбасы, атомдық нөмірі, атауы	Электрондық құрылысының сызбанұсқасы	Электрондық формуласы	Электрондық-графиктік формуласы
1	2	3	4
${}^3\text{Li}$ Литий		$1s^2 2s^1$	
${}^4\text{Be}$ Бериллий		$1s^2 2s^2$	
${}^5\text{B}$ Бор		$1s^2 2s^2 2p^1$	
${}^6\text{C}$ Көміртек		$1s^2 2s^2 2p^2$	
${}^7\text{N}$ Азот		$1s^2 2s^2 2p^3$	

1	2	3	4
${}^8\text{O}$ Оттек		$1s^2 2s^2 2p^4$	
${}^9\text{F}$ Фтор		$1s^2 2s^2 2p^5$	
${}^{10}\text{Ne}$ Неон		$1s^2 2s^2 2p^6$	

3-период элементтері. Үшінші период элемент атомдарының бірінші және екінші электрондық қабаттары толған, сондықтан үшінші электрондық қабаты тола бастайды, электрондар 3s-, 3p-, 3d-деңгейшелерін толтырады (15-кесте).

15-кесте

3-период элементтері

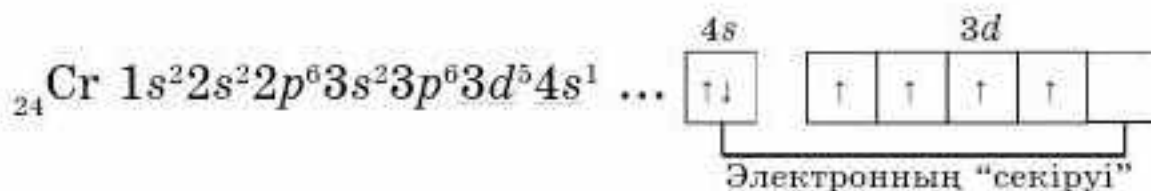
Элемент таңбасы, атомдық нөмірі, атауы	Электрондық құрылысының сызба-нұсқасы	Электрондық формуласы	Электрондық-графиктік формуласы
1	2	3	4
${}^{11}\text{Na}$ Натрий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	
${}^{13}\text{Al}$ Алюминий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	

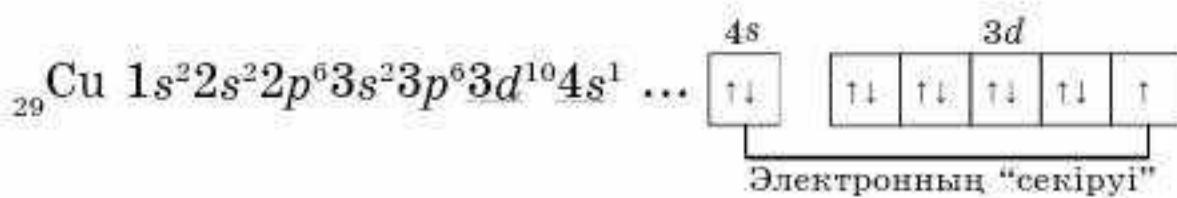
1	2	3	4
^{18}Ar Аргон		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	

Магний атомында $3s$ -электрондық орбиталь толады. Na және Mg — s -элементтері. Алюминийде және одан кейінгі элементтерде $3p$ -деңгейше толады. Аргон атомының сыртқы қабатында (үшінші электрондық қабатта) 8 электрон болады. Сыртқы қабат ретінде ол толған, алайда үшінші электрондық қабат 18 электронмен аяқталатынын сендер білесіңдер, олай болса, үшінші период элементтерінде $3d$ орбиталь әлі толмаған. Al-ден Ar-ға дейінгі элементтер — p -элементтерге жатады. s - және p -элементтері периодтық кестенің негізгі топшаларын құрайды.

4-период элементтері. Калий және кальций атомдарында төртінші электрондық қабат пайда болады, $3d$ -деңгейшесіне қарағанда энергиясы төмен болғандықтан, алдымен $4s$ -деңгейшесі толады (16-кесте). 4-период элементтерінің электрондық-графиктік формуласын жазуға қолайлы болу үшін 3-периодтың соңғы элементі аргонның Ar электрондық-графиктік формуласын шартты түрде былай белгілейміз $[\text{Ar}]$: K, Ca негізгі топшаға жататын s -элементтер. Sc-ден Zn-қа дейін $3d$ -деңгейшесі электрондармен толатын d -элементтер. Бұлар — қосымша топша элементтері, олардың сыртқы қабатының астындағы электрондық қабат толады және *ауыспалы элементтерге* жатады.

Мырыш атомында үшінші электрондық қабат аяқталған, онда $3s$, $3p$ және $3d$ -деңгейшелері түгел толған, барлығы 18 электрон бар. Мырыштан кейінгі келесі элементтерде төртінші электрондық қабаттың (4-деңгейше) толуы жалғасады. Ga-ден Kr-ға дейінгі элементтер — p -элементтер (16-кесте). Криптон атомында сыртқы электрондық қабат 8 электронға толып аяқталады. Алайда төртінші электрондық қабат 32 электронға толатыны сендерге белгілі; криптон атомында $4d$ - және $4f$ -деңгейшелері әзірше толмайды. Хром Cr және мыс Cu атомдарының электрондық құрылысына назар аударыңдар. Оларда $4s$ -тен $3d$ -деңгейшесіне бір электрон “ауысады (секіреді)”, бұл түзілген $3d^5$ және $3d^{10}$ электрондық конфигурацияларының энергетикалық тұрақтылығымен түсіндіріледі:





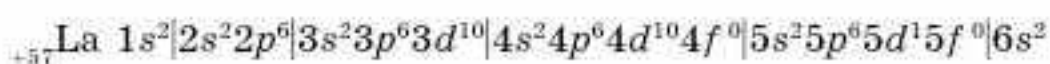
16-кесте

4-период элементтері

Элемент таңбасы, атомдық нөмірі, атауы	Электрондық құрылысының сызбанұсқасы	Электрондық формуласы	Электрондық-графиктік формуласы
1	2	3	4
${}_{19}\text{K}$ Калий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	
${}_{20}\text{Ca}$ Кальций		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	
${}_{21}\text{Sc}$ Скандий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ немесе $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	
${}_{22}\text{Ti}$ Титан		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$	
${}_{23}\text{V}$ Ванадий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$	
${}_{24}\text{Cr}$ Хром		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$	
${}_{25}\text{Mn}$ Марганец		Электрондық және электрондық-графиктік формуласын дәптерлеріңе жазындар	

1	2	3	4
²⁶ Fe Темір		Электрондық және электрондық-графиктік формуласын дәптерлеріңе жазыңдар	
²⁷ Co Кобальт		Электрондық және электрондық-графиктік формуласын дәптерлеріңе жазыңдар	
²⁸ Ni Никель		Электрондық және электрондық-графиктік формуласын дәптерлеріңе жазыңдар	
²⁹ Cu Мыс		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$	
³⁰ Zn Мырыш		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$	
³¹ Ga Галий		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$	
³² Ge, ³³ As, ³⁴ Se, ³⁵ Br атомдарының электрондық конфигурациясын дәптерлеріңе жазыңдар:			
³⁶ Kr Криптон		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$	

◆ Бесінші период элементтерінің деңгейшелері мына ретпен толады: $5s \rightarrow 4d \rightarrow 5p$. ⁴¹Nb, ⁴²Mo, ⁴⁴Ru, ⁴⁵Rh, ⁴⁶Pd, ⁴⁷Ag және т.б. элементтерде электрондардың “секіру” құбылысы байқалады. 6-период элементтері цезий Cs мен барийде Ba 55- және 56-электрондар алтыншы энергетикалық деңгейде 6s-орбитальдарда орналасады. Лантан ⁵⁷La атомында 57-электрон 5d-орбитальда орналасады;



Церийден ⁵⁸Ce бастап лютецийге ⁷¹Lu дейінгі элементтерде электрондар төртінші энергетикалық деңгейдің f-деңгейшесінде орналасады, ал сыртқы электрондық деңгей

өзгеріссіз қалады. Бұл элементтер лантаноидтер деп аталады және олардың химиялық қасиеттері бір-біріне ұқсас.

Гафнийден ${}_{72}\text{Hf}$ сынапқа ${}_{80}\text{Hg}$ дейінгі элементтерде бесінші энергетикалық ($5d$ -деңгейше) деңгейдің толуы жалғасады, осыдан кейін таллийден ${}_{81}\text{Tl}$ радонға ${}_{86}\text{Rn}$ дейін электрондар алтыншы p -деңгейшені толтырады. Радон Rn элементімен 6-период аяқталады. 7-период 6-периодқа ұқсас толады.



Атомның қалыпты күйінде энергетикалық деңгейлер мен деңгейшелердің электрондармен толуы Паули принципі және Хунд, Клечковский ережелеріне сәйкес жүзеге асады. Кейбір элемент атомдарында “электрон секіруі” байқалады.



1. Электрондық конфигурация деген не?
 2. Элемент атомдарының электрондық және электрондық-графиктік формулаларын құрастыру үшін қандай негізгі ережелерге сүйену қажет?
 3. Паули принципінің, Хунд, Клечковский ережелерінің тұжырымдамасын айтыңдар.
 4. Берілген электрондық қабаттағы электрондардың максималды саны қалай анықталады?
 5. Алғашқы төрт энергетикалық деңгейлердің толу реті қандай?
 6. Атомның қандай орбитальдары: а) $4s$ немесе $3d$; ә) $5s$ немесе $4p$ алдымен толады? Неліктен?
 7. Келесі элементтердің электрондық конфигурацияларын жазыңдар: N, Si, Fe, Kr, Te, W.
 8. “Электронның секіруі” деген не? Қандай элемент атомдарында “электронның секіруі” байқалады?
 9. Сыртқы электрондық қабатының электрондық формуласы бойынша қай элемент екенін анықтаңдар:
а) $3s^23p^4$; ә) $4s^24p^6$; б) $2s^22p^1$; в) $5s^25p^3$;
г) $6s^26p^2$; ғ) $5s^25p^2$; д) $3s^23p^3$.
 - *10. Электрондардың орбитальдарға орналасу заңдылықтары негізінде неліктен лантаноидтер мен актиноидтердің химиялық қасиеттері ұқсас екенін түсіндіріңдер.
 11. Кейбір элементтердің электрондық конфигурациялары берілген:
а) $1s^22s^22p^63s^2$ ә) $1s^22s^22p^63s^1$
б) $1s^22s^22p^6$ в) $1s^22s^22p^4$
г) $1s^22s^22p^3$ ғ) $1s^22s^22p^1$
Осы конфигурациялар мен элементтер қасиеттерінің арасындағы сәйкестікті табыңдар:
1) Металдардың қайсысы оттегімен 1:1 қатынасында әрекеттеседі?
2) ә) және г) элементтерінен түзілетін қосылыстың формуласын анықтаңдар.
3) а) және в) элементтерінен түзілетін қосылыстың формуласын анықтаңдар.
4) Инертті газға жататын элемент.
5) Металдық қасиеті жоғары элемент.
6) Элементтердің қайсысы III топтың негізгі топшасына жатады?
7) Элементтерді металдық қасиетінің өсу ретімен орналастырыңдар.
- 1. Массасы 16 г белгісіз элемент 6,4 г молекулалық оттегімен әрекеттесіп, құрамы ЭО оксидін түзеді. Осы элементті анықтаңдар.
 - 2. Элемент ЭО₃ жоғары оксидін түзеді. Бұл элемент сутекпен ұшқыш қосылыс түзеді, ондағы сутектің массалық үлесі 5,88%. Элементтің атомдық массасын есептеңдер және оны атаңдар.



ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУ ПЕРИОДТЫЛЫҒЫ

§ 7. ПЕРИОД ЖӘНЕ ТОП БОЙЫНША ЭЛЕМЕНТТЕР ҚАСИЕТІНІҢ ӨЗГЕРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Бүгінгі сабақта:

- элементтер қасиеттерінің период және топ бойынша өзгеру заңдылықтарын түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Электртерістілік
- Атом радиусы
- Иондану энергиясы
- Электронтартқыштық
- Тотығу дәрежесі

Атом құрылысы теориясының даму барысында атомның басты сипаттамасы оның ядросының заряды екені нақтыланды. Сондықтан Д.И. Менделеевтің периодтық заңының заманауи тұжырымдамасы:

Химиялық элементтер мен олар түзетін жай заттардың және қосылыстардың қасиеттері атом ядросының зарядына периодты түрде тәуелді болады.

Периодтық жүйе — периодтық заңның графикалық бейнесі. Кестеде жеті период бар.

Период — элементтердің атом ядросы зарядының өсу реті бойынша орналасқан көлденең қатар, элементтердің электрондық конфигурациялары ns^1 -ден ns^2np^6 -ға дейін өзгереді. Ал бірінші период үшін $1s^1$ -ден $1s^2$ -ге дейін өзгереді.

Барлық периодтар (біріншіден басқа) сілтілік металдан басталып, инертті газбен аяқталады.

Кестеде тік (вертикаль) орналасқан сегіз топ бар, топтар негізгі (А) және қосымша (В) топшалардан тұрады. Бір топшаға сыртқы электрондық қабаты ұқсас элементтер орналасады.

Бір периодтағы (солдан оңға қарай) элементтердің атом ядроларының заряды артып, электрондар ядроға жақсы тартылатындықтан атомдардың радиусы кішірейеді. Бір топшада орналасқан элементтердің сыртқы электрон қабаты ұқсас, негізгі топшаларда жоғарыдан төмен қарай электрон қабатының саны өсетіндіктен атом радиусы өседі (20-сурет). Нәтижесінде электрондардың ядроға тартылуы азайып, элементтердің металдық қасиеті күшейеді. Қосымша топша элементтері үшін мұндай өзгерістер онша байқалмайды.

Атомнан электронды бөліп алуға қажетті энергия иондану энергиясы (J) деп аталады.

Иондану нәтижесінде атом оң зарядталған ионға айналады:



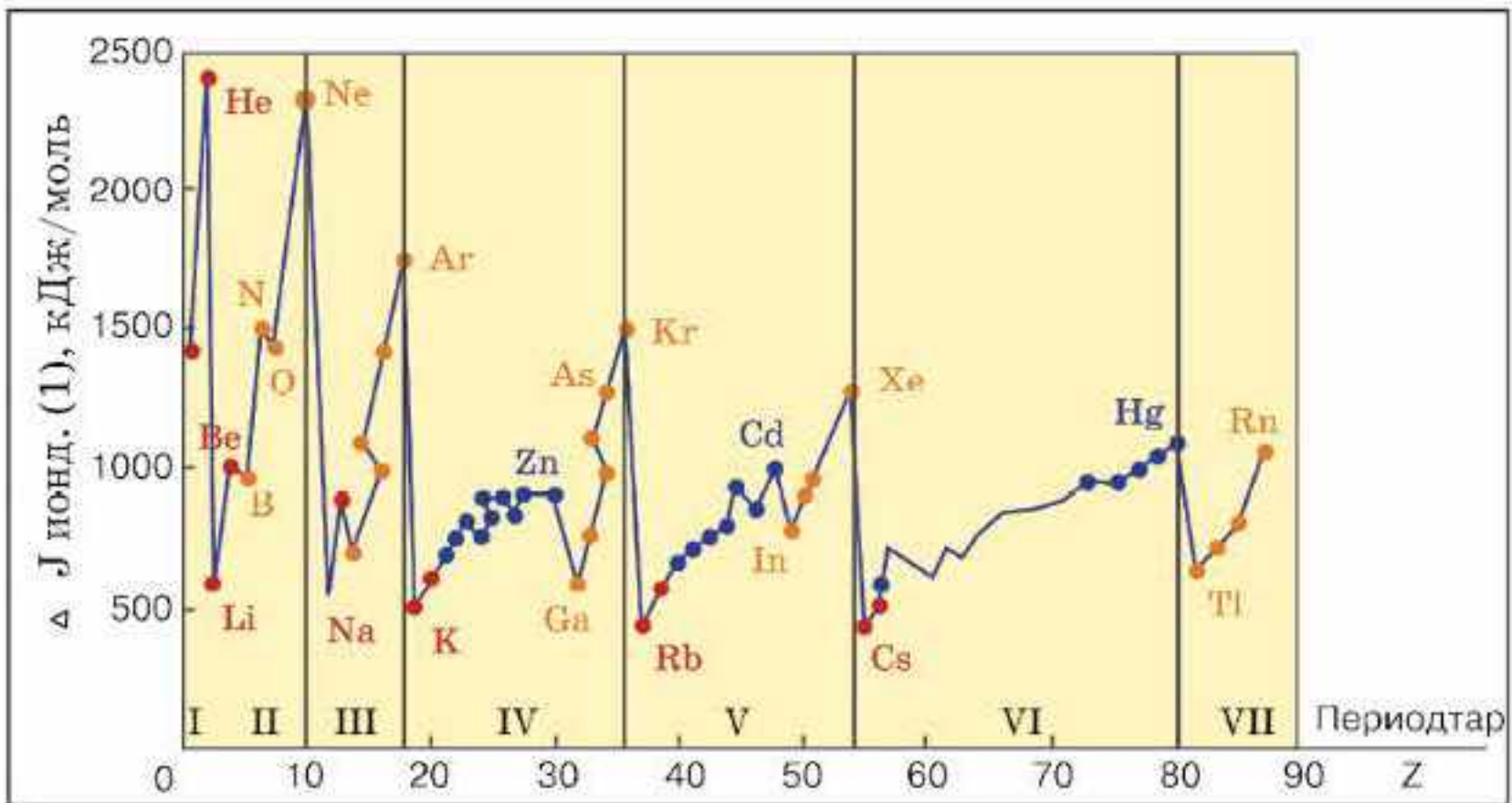
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
H							He
0,037							0,050
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
0,152	0,111	0,088	0,077	0,070	0,066	0,064	0,070
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
0,186	0,160	0,143	0,117	0,110	0,104	0,099	0,094
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
0,231	0,197	0,122	0,122	0,121	0,117	0,114	0,109

20-сурет. Периодтық кестенің 1—4-период элементтерінің атом радиустарының өзгеруі. Атом радиустары ангстреммен берілген ($1\text{Å} = 10^{-8}\text{ см}$)

Иондану энергиясы (J) элементтің *тотықсыздандырғыш қабілетінің* өлшемі болып табылады (металдық қасиеттерінің сипаттамасы). Иондану энергиясы қаншалықты аз болса, элементтің тотықсыздандырғыш қасиеті соғұрлым күшті болады. Электрондардың ядроға тартылуы әлсірейді. Бұл металдық қасиеттерінің күшеюіне әкеледі (21-сурет). Топтарда элемент атомдарының радиустары артуына байланысты иондану энергиясы кемиді. Ядро зарядтары артқан сайын, атомдардың радиустары периодты түрде өзгереді. Сілтілік металдардан инертті газдарға дейінгі бір периодта орналасқан элементтерде ядро зарядтары мен сыртқы электрондық қабаттағы электрондар санының артуына байланысты, олардың бір-біріне тартылуы күшейеді әрі атомдарының радиустары кемиді. Осыған сәйкес, иондану энергиясы артады. Сондықтан периодтың соңына қарай элементтердің металдық қасиеттері әлсірейді, ал бейметалдық қасиеттері күшейеді (21-сурет).

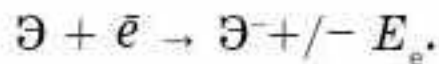
Электрбейтарап атомнан электрон үзілгенде түзілетін катионның радиусы сәйкес атомнан кіші болады. Электрбейтарап атомға электрон қосылғанда түзілген анионның радиусы сәйкес атомнан үлкен болады. Негізгі топшаларда элементтің атомдық нөмірі артқан сайын атом радиусы артады, ал иондану энергиясы кемиді, *s*- және *p*-элементтердің тотықсыздандырғыш белсенділігі артады. Қосымша топшаларда атомның атомдық нөмірі артқан сайын иондану энергиясы да артады, *d*-элементтердің тотықсыздандырғыш белсенділігі кемиді.

Жай заттардың бейметалдық қасиеттері (яғни, атомның сыртқы электрондық қабатына электронды қосып алу қабілеті) электрон тартқыштық энергиясымен сипатталады.

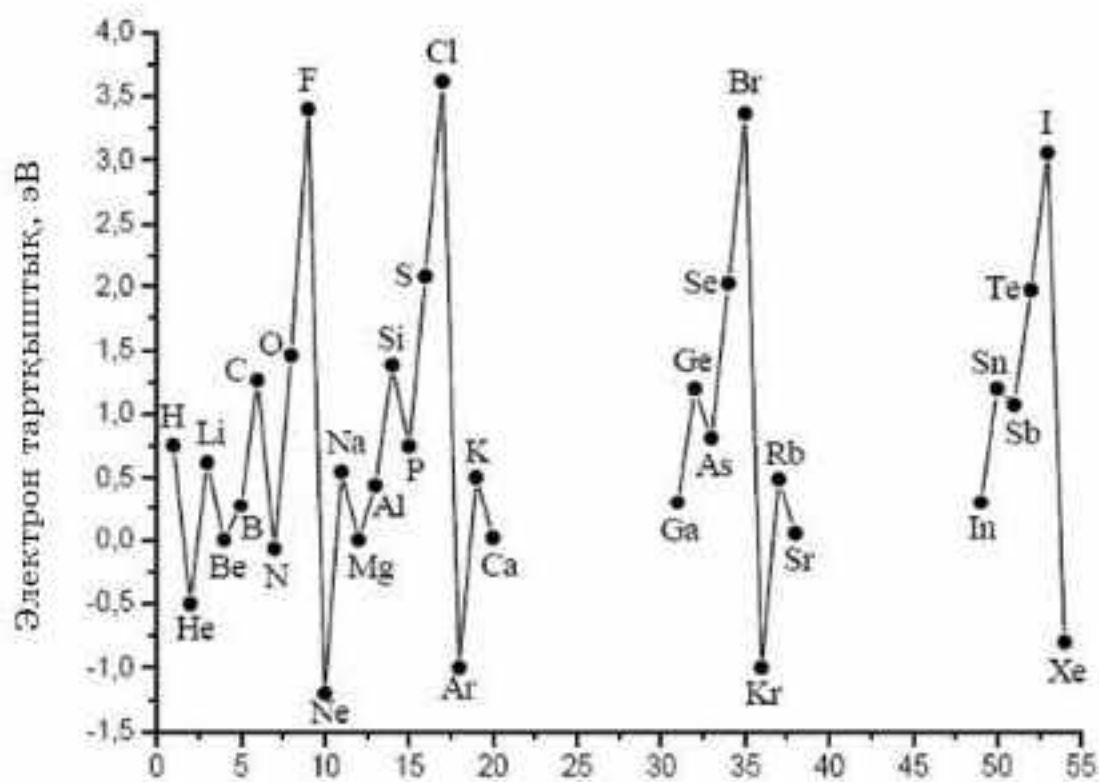


21-сурет. Иондану энергиясының ядро зарядына тәуелді өзгеруі

Электрон тартқыштық энергиясы (E_e) деп, атомға бір электрон қосылып, теріс ионға айналғанда бөлініп шығатын энергияны айтады:



Электрон тартқыштық энергиясы элементтің *тотықтырғыш қабілетінің* өлшемі болып табылады (бейметалдық қасиеттерінің өлшемі). E_e неғұрлым үлкен болса, элементтің тотықтырғыш қасиеттері (бейметалдық) айқын білінеді. Период бойынша элементтің атомдық нөмірі артқан сайын E_e артады, топ бойынша кемиді (22-сурет). Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінде электрон тартқыштық энер-



22-сурет. Электрон тартқыштық энергиясының ядро зарядына тәуелділігі

Элементтердің салыстырмалы электртерістілігінің мәнін біле отырып, химиялық байланыстың сипатын анықтауға болады.



Элементтердің маңызды сипаттамаларына электртерістілік, электронтартқыштық, иондану энергиясы жатады. Осы шамалардың көмегімен химиялық байланыстың түрін, металдар мен бейметалдардың белсенділігін анықтауға болады.



1. Жай заттар мен элемент қосылыстары қасиеттерінің периодтылығы немен анықталады?
2. Қандай элементтер металдық әрі бейметалдық қасиеттер көрсете алады? Үш мысалдан келтіріңдер.
3. Төменде келтірілген химиялық элементтердің қай қатары атомдық радиустарының өсуімен орналасқан: 1) Se, S, O; 2) Na, Mg, Al; 3) C, B, Be; 4) Ba, Al, Ga?
- *4. Қандай инертті газ және қандай элемент ионының электрондық конфигурациясы кальций атомының барлық валенттік электрондарын бөліп алғанда түзілетін бөлшектің электрондық конфигурациясымен бірдей болады?
5. "Иондану энергиясы ұғымына" анықтама беріңдер.
6. "Электрон тартқыштық" түсінігіне анықтама беріңдер. Период және топ бойынша атомдардың электрон тартқыштығы қалай өзгереді?
7. Химиялық элементтердің қай қатары электронтартқыштық энергиясының өсу ретімен орналасқан: 1) O, N, C, B; 2) Si, P, S, Cl; 3) Sb, As, P, N; 4) O, S, Se, Te?
8. Қосымша топша элементтерінің металдық қасиеттері жоғарыдан төмен қарай қалай өзгереді?
9. Егер элементтер бірнеше қосылыс түзетін болса, тотығу дәрежесіне байланысты заттардың негіздік және қышқылдық қасиеттері қалай өзгереді?
10. Берілген иондарды атом радиустарының өсу реті бойынша орналастырыңдар: Ca^{2+} , Ar, Cl^- , K^+ , S^{2-} . Жауаптарыңды түсіндіріңдер.
11. Кестеде 4-период элементтерінің бірінші иондану энергияларының мәні берілген. Селеннің иондану энергиясының мәнін анықтаңдар.

Элементтер	Атомдық нөмірлері	Бірінші иондану энергиясы кДж/моль
галлий	31	577
германий	32	762
мышьяк	33	966
селен	34	
бром	35	1140
криптон	36	1350

12. Кейбір элементтердің электрондық конфигурациялары берілген:
 - а) $2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 - ә) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 - б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
 - в) $1s^2 2s^2 2p^4$
 - г) $1s^2 2s^2 2p^2$
 - ғ) $1s^2 2s^2 2p^3$



Осы конфигурациялар мен элементтер қасиеттерінің арасындағы сәйкестікті табыңдар:

- 1) металдардың қайсысы оттектен 1,5:1 қатынасында әрекеттеседі?
- 2) ә) және в) элементтерінен түзілетін қосылыстың формуласын анықтаңдар.
- 3) а) және б) элементтерінен түзілетін қосылыстың формуласын анықтаңдар.
- 4) Жұптаспаған электрон сандары көп элементте.
- 5) Металдық қасиеті жоғары элементтің.
- 6) Бейметалдық қасиеті жоғары элементтің.

13. Төменгі кестеде үшінші период элементтерінің бірінші иондану энергиясы $\Delta H_{1\text{ион}}$ (кДж/моль) берілген:

Элемент	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
$\Delta H_{1\text{ион}}$	494	736	577	786	1060	1000	1260	1520

- а) период бойынша энергияның жалпы өзгеру заңдылығын түсіндіріңдер;
- ә) алюминийдің иондану энергиясы магнийдің энергиясына қарағанда неге төмен болатынын түсіндіріңдер;
- б) аргонның иондану энергиясы неге ең үлкен мәнге ие болатынын түсіндіріңдер;
- в) калийдің иондану энергиясының мәнін болжаңдар.

§8. ПЕРИОД ЖӘНЕ ТОП БОЙЫНША ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ-НЕГІЗДІК ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Жай заттардың қасиеттері элементтердің периодтық жүйедегі орнына байланысты қалай өзгереді? Элементтер шартты түрде металдар мен бейметалдарға бөлінеді. Металдарға жоғары жылуөткізгіштік пен электрөткізгіштік, металдық жылтыр, иілгіштік, созылғыштық сияқты физикалық қасиеттер тән.

Химиялық қасиеті жағынан металдар тотықсыздандырғыш болады, ал оксидтері мен гидроксидтеріне негіздік қасиеттер тән.

Бейметалдар сынғыш, ұшқыш болып келеді, жылу мен электр тогын нашар өткізеді. Бейметалдарға тотықтырғыштық, ал оксидтері мен гидроксидтеріне қышқылдық қасиет тән. Период бойынша солдан оңға қарай атом ядросының заряды өсіп, электрондар ядроға жақсы тартылатындықтан элементтердің бейметалдық қасиеті артады. Топ бойынша жоғарыдан төмен қарай металдық қасиет артады, өйткені сыртқы электрондар ядроға нашар тартылады. Элементтер қосылыстарының қышқылдық-негіздік қасиеттерінің топ және период бойынша өзгеру заңдылықтарын қарастырайық.

Бүгінгі сабақта:

- химиялық элементтердің оксидтерінің, гидроксидтері мен сутекті қосылыстарының қышқылдық-негіздік қасиеттерінің период және топ бойынша өзгеру заңдылықтарын қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Оксидтер
- Гидроксидтер
- Негіздік қасиеттері
- Қышқылдық қасиеттері

Егер элементтің тотығу дәрежесі кіші болса (+1 немесе +2), мысалы, натрий гидроксидіндегі Na—O—H Na—O байланысы O—H байланысына қарағанда әлсіз, сондықтан сол байланыс үзіліп, қосылыс негіздік қасиет көрсетеді.

Егер элементтің тотығу дәрежесі үлкен болса (+5-тен +7-ге дейін), онда элемент — оттегі байланысы O—H байланысынан берік болады, ал қосылыс қышқылдық қасиет көрсетеді (17-кесте). Мысалы, азот қышқылындағы азоттың тотығу дәрежесі (+5).

17-кесте

Қосылыстардың қышқылдық-негіздік қасиеттері

Элементтің тотығу дәрежесі	+1 және +2	+3 және +4	+5, +6, +7
Қышқылдық-негіздік	негіздер	екідайлы қосылыстар	қышқылдар
Осылардан басқа	La^{+3} , Bi^{+3} , Tl^{+3}	Zn^{+2} , Be^{+2} , Sn^{+2} , Pb^{+2} , Ge^{+2}	бейметалдардың кез келген тотығу дәрежесіндегі гидроксидтері тек қышқыл түзеді.

Тотығу дәрежелері +3 және +4 болатын қосылыстар екідайлы болады. Химиялық реакцияның жүру жағдайына қарай (әрекеттесетін заттың табиғатына байланысты) қышқылдық немесе негіздік қасиет көрсетеді. Бірақ мына элементтердің тотығу дәрежелері Zn^{+2} , Be^{+2} , Sn^{+2} , Pb^{+2} , Ge^{+2} (+2) болса да, қосылыстары екідайлы қасиет көрсетеді.

Период бойынша солдан оңға қарай элементтің жоғары тотығу дәрежесінің мәні өседі, сондықтан олардың бейметалдық және қышқылдық қасиеттері күшейеді. **Топ бойынша** жоғарыдан төмен қарай атом радиусы өсетіндіктен металдық және негіздік қасиеттер күшейеді. Металдық қасиет францийде, одан кейін цезийде айқын білінеді, бейметалдық қасиет фторда, содан кейін оттегіде байқалады.

Негізгі топша элементтері (инертті газдардан басқа) 8 түрлі оттекті қосылыс — оксидтер түзеді. Олардың жалпы формуласы периодтық жүйеде әр топтың астына элементтің тотығу дәрежесінің өсуі бойынша орналасқан: $\text{Э}_2\text{O}$, ЭO , $\text{Э}_2\text{O}_3$, ЭO_2 , $\text{Э}_2\text{O}_5$, ЭO_3 , $\text{Э}_2\text{O}_7$, ЭO_4 (Э — сол топтың элементі).

Сен білесің бе?

Заттардың молекулалары мәңгілік емес, сондықтан заттар да мәңгілік бола алмайды. Есесіне атомдар мәңгілік. Біздің әрқайсымыздан динозаврлар кезеңінде болған атомдар табылуы мүмкін.

IV топтың негізгі топшасынан бастап элементтер 4 түрлі газ тәрізді сутекті қосылыстар түзеді. Олардың жалпы формуласы: ЭН_4 , ЭН_3 , $\text{Н}_2\text{Э}$, НЭ . Сутекті қосылыстарының формулалары негізгі топ элементтерінің астында орналасқан және сол элементтерге ғана тән.



Қосымша топшаның *d*-элементтері айнымалы тотығу дәрежесін көрсетуге бейім. Олар түзетін қосылыстардың сипаты элементтің тотығу дәрежесіне байланысты. Егер элементке бірнеше тотығу дәрежесі тән болса, оның төменгі тотығу дәрежесіндегі қосылыстары негіздік, жоғары тотығу дәрежесіндегі — қышқылдық, ал аралық тотығу дәрежесіндегі қосылыстары көбінесе екідайлы қасиет көрсетеді. Мысалы, хромға +2, +3, +6 тотығу дәрежелері тән, сәйкесінше түзетін оксидтерінің сипаты:



Негізгі және қосымша топша элементтерінің қасиеттерінде айтарлықтай айырмашылық болады. Ал ортақ қасиеті олардың жоғары оксидтері мен гидроксидтерінің жалпы формуласы.

Сонымен I—III топ элементтерінің жоғары оксидтері (бордан басқа) мен гидроксидтеріне негіздік, ал IV—VII топ элементтерінің қосылыстарына — қышқылдық қасиет тән (18-кесте).

18-кесте

**Элементтердің оттекті қосылыстарының формулалары мен сипаты
(оксидтері мен гидроксидтері)**

Топ	I	II	III	IV	V	VI	VII
Жоғары оксидінің жалпы формуласы	$\text{Э}_2^{+1}\text{O}$	$\text{Э}^{+2}\text{O}$	$\text{Э}_2^{+3}\text{O}_3$	$\text{Э}^{+4}\text{O}_2$	$\text{Э}_2^{+5}\text{O}_5$	$\text{Э}^{+6}\text{O}_3$	$\text{Э}_2^{+7}\text{O}_7$
Гидроксидінің жалпы формуласы	ЭOH	Э(OH)_2	Э(OH)_3	$\text{H}_2\text{ЭO}_3$	HЭO_3	$\text{H}_2\text{ЭO}_4$	HЭO_4
Гидроксидінің сипаты	Негіздер			Қышқылдар			

Негізгі топша элементтерінің сутекті қосылыстарының формулалары мен агрегаттық күйі 19-кестеде берілген.

19-кесте

Элементтердің сутекті қосылыстарының формулалары мен агрегаттық күйі

Топша	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
Гидридтің формуласы	ЭH	ЭH_2	ЭH_3	ЭH_4	ЭH_3	$\text{H}_2\text{Э}$	HЭ
Агрегаттық күйі	Қатты			Газ тәрізді			

Атом құрылысы теориясы элементтер қасиетінің периодты өзгеру заңдылығын түсіндіреді. Атом ядролары зарядының 1-ден 118-ге дейін өсуі атомның сыртқы электрондық құрылысының периодты қайталануын туғызады.

Ал элементтердің қасиеті, негізінен, сыртқы электрон қабатындағы периодты түрде қайталанып отыратын электрондар санымен анықталады. Периодтық заңның физикалық мәні де осында.



Элементтер мен олардың қосылыстарының қасиеттері атом ядросы зарядының өсуіне периодты түрде тәуелді болады. Металдар мен бейметалдардың қасиеттері олардың электрондық құрылысына, химиялық байланыс типіне тәуелді.

Период бойынша солдан оңға қарай элементтің жоғары тотығу дәрежесінің мәні өседі, сондықтан олардың бейметалдық және қышқылдық қасиеттері күшейеді және тотықтырғыш қасиеті өседі.

Топшаларда жоғарыдан төмен қарай элементтердің металдық қасиеттері күшейіп, негіздік қасиеттері өседі.

I—III топ элементтерінің жоғары оксидтері (бордан басқа) мен гидроксидтеріне — негіздік, ал IV—VII топ элементтерінің қосылыстарына қышқылдық қасиет тән.



1. Период және топ бойынша элементтердің металдық қасиеттері қалай өзгереді?
2. Период және топ бойынша элементтердің бейметалдық қасиеттері қалай өзгереді?
3. *s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементтер деген не? Екі мысалдан келтіріңдер
4. Периодтық жүйедегі орны бойынша элементті анықтаңдар:
 - а) 3-период, IV негізгі топша;
 - ә) 4-период, II қосымша топша;
 - б) 5-период, VII негізгі топша.
5. Атомдық нөмірлері 6, 18, 22, 35, 46, 80 болатын химиялық элементтер қай период, қай қатар, қай топшада орналасқанын анықтаңдар.
6. Металдық қасиеті ең жоғары элементті анықтаңдар:

а) 3-периодта;	ә) 5-периодта;	б) I топта;	в) II топта.
----------------	----------------	-------------	--------------
7. Бейметалдық қасиеті ең жоғары элементті анықтаңдар:

а) 2-периодта;	ә) 4-периодта;	б) V топта;	в) VII топта.
----------------	----------------	-------------	---------------
8. Қосылыстардың H_2SO_3 және H_2SeO_3 ; $Fe(OH)_2$ және $Fe(OH)_3$ қышқылдық-негіздік қасиеттерін салыстырыңдар.
9. I топ элементі калийдің, ол түзетін жай зат пен оның оксидінің физикалық, химиялық қасиеттерін сипаттаңдар.
10. IV топ элементі германий мен оның оксидінің қасиетін болжаңдар.

§9. ЭЛЕМЕНТТЕР ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ТОТЫҚТЫРҒЫШ-ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ПЕРИОД ЖӘНЕ ТОП БОЙЫНША ӨЗГЕРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесіндегі кез келген элементті сипаттай отырып, оның маңызды параметрлерін анықтай аламыз. Оны кальций мен бромның мысалында қарастырайық (20-кесте).

Заттардың қасиеттері олардың құрылысына байланысты болатыны белгілі. Металдар мен бейметалдар атомдары сыртқы электрон қабаттарының құрылысымен және валенттік электрондарының санымен ерекшеленеді. Металдардың сыртқы энергетикалық деңгейінде 1-ден 3-ке дейін электрон болады. Металдардағы химиялық байла-



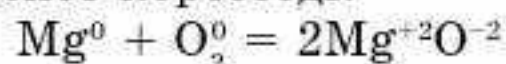
ныс типі — металдық байланыс. Бейметалл атомдарының сыртқы электрон қабатында үштен сегізге дейін электрон болады. Бейметалдар — жай заттарға коваленттік полюссіз химиялық байланыс тән. Атом құрылысы элементтер қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын айқындайды: периодта солдан оңға қарай металдық қасиет әлсіреп, бейметалдық қасиет күшейеді; негізгі топшаларда атомдық нөмір өскен сайын металдық қасиет күшейеді де, бейметалдық қасиет әлсірейді. Металл атомдары валенттік электрондарын оңай беріп, катиондарға, ал бейметалл атомдары керісінше электрондарды қосып алып, аниондарға айналуымен сипатталады.

Атомдардың электрондарды беру немесе қосып алу қабілеттері бірнеше жағдайға байланысты:

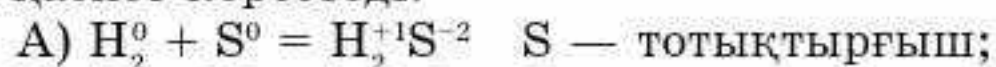
- ядро зарядының шамасына;
- атом радиусына;
- атомдардың иондану энергиясы мен электронтартқыштығына.

Металдар мен бейметалдардың бұл сипаттамаларында айтарлықтай айырмашылық бар. Металл атомдарымен салыстырғанда бейметалдардың атом радиусы кіші болады. Металл атомдарына қарағанда бейметалл атомдарының иондану энергиясы мен электронтартқыштығы жоғары. Бейметалдардың салыстырмалы электртерістігі үлкен, ал металдардың электртерістігі бейметалдармен салыстырғанда аз шамамен сипатталады (электртерістілік шкаласы). Сондықтан октеттік тұрақты ns^2np^6 электрондық конфигурациясын аяқтау үшін бейметалдарға электрондарды қосып алу қасиеті тән. Периодтарда солдан оңға қарай жай заттардың тотықсыздандырғыштық қасиеттері әлсіреп, тотықтырғыш қасиеті күшейеді. Негізгі топшаларда элементтің атомдық нөмірі өскен сайын бейметалдардың тотықтырғыш қасиеті әлсіреп, металдардың тотықсыздандырғыш қасиеті артады (24-сурет).

Химиялық реакцияларда электрондар, әдетте, электртерістігі аз атомнан электртерістігі үлкен атомға қарай ығысатынын біз білеміз. Сондықтан металдар химиялық әрекеттесулерде тотықсыздандырғыш қасиет көрсетеді:



Ал фтордан басқа бейметалдар тотықтырғыш та, тотықсыздандырғыш та қасиет көрсетеді:

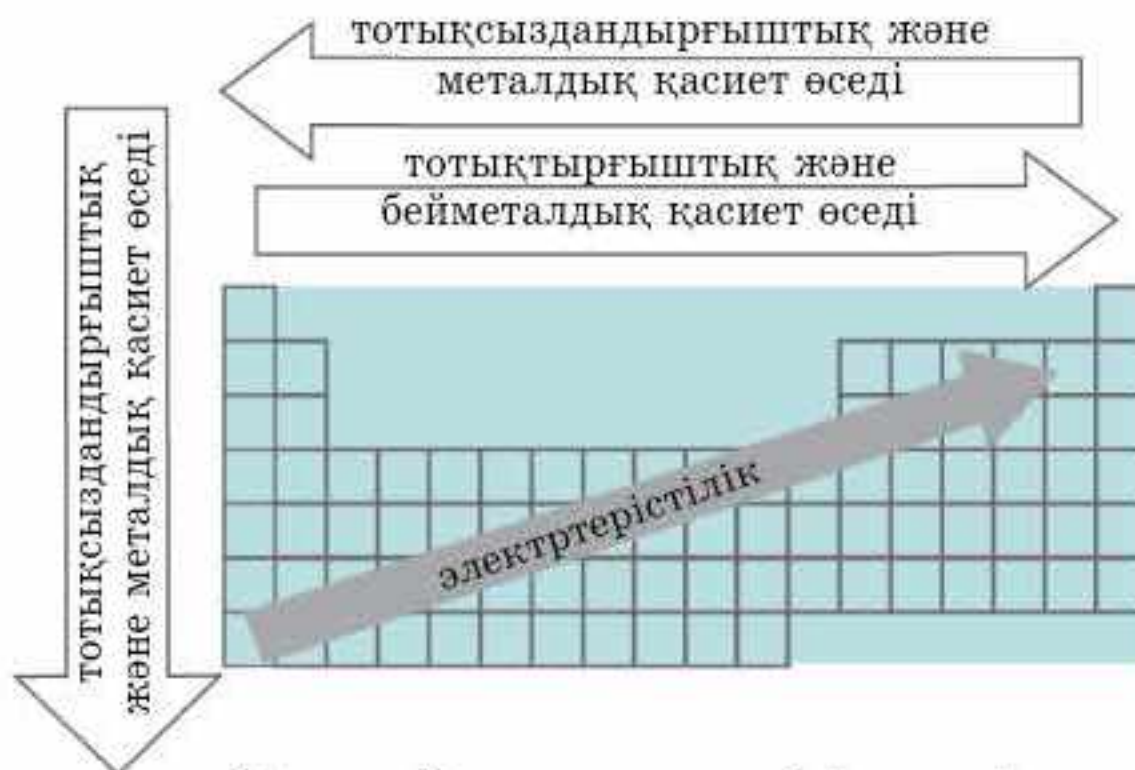


Бүгінгі сабақта:

- элементтер қосылыстарының тотықтырғыш-тотықсыздандырғыш қасиеттерінің период және топ бойынша өзгеру заңдылықтарын түсінетін боламыз;
- химиялық элементтің периодтық жүйедегі орны бойынша оның қосылыстарының қасиеттерін болжауды үйренеміз.

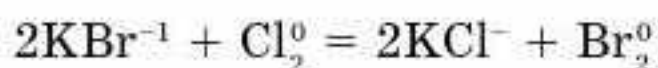
Тірек ұғымдар

- Металл
- Бейметалл
- Тотықтырғыш
- Тотықсыздандырғыш



24-сурет. Элемент қасиеттерінің өзгеруі

Бейметалдардың тотықтырғыш-тотықсыздандырғыш қасиеттерінің өзгеруін калий бромиді мен хлор арасындағы реакциядан көруге болады.



Хлор тотықтырғыш қасиеті бромнан жоғары болғандықтан, оны тұзының құрамынан ығыстырады.

Химиялық элементтердің периодтық жүйесін пайдаланып, элемент атомдарының құрылысын сипаттауға болады, оларға тән жай заттардың, күрделі заттардың оксидтерінің, оларға сәйкес гидроксидтерінің, сондай-ақ ұшқыш сутекті қосылыстарының қасиеттерін болжауға болады. Мұны кальций мен бромның мысалында қарастырайық (20-кесте).

20-кесте

Кальций мен бром элементтерінің сипаттамасы

Сипаттамалары	Кальций Ca	Бром Br
1	2	3
1. Периодтық жүйедегі орны	Атомдық нөмірі — 20, $A_r = 40$, 4-үлкен период, II топ, негізгі топша	Атомдық нөмірі — 35, $A_r = 80$, 4-үлкен период, VII(17) топ, негізгі топша
2. Атом құрылысы: а) атом құрамы	$^{40}_{20}\text{Ca} (20p^+ 20n^0)20e$	$^{80}_{35}\text{Br} (35p^+ 45n^0)35e$
ә) Бор диаграммасы, электрондардың деңгейлерге таралуы	$2e 8e 8e 2e$ 	$2e 8e 18e 7e$ 

1	2	3
б) электрондық конфигурациясы электрондық формуласы	$4s^2$	$4s^2 4p^5$
в) электронды- графиктік формуласы		
3. Элементтің сипаттамасы Жоғары тотығу дәрежесі Төменгі тотығу дәрежесі	Ca — сілтілікжер металы, s-элемент + 2 0	Br — галоген, бейметалл, p-элемент +7 -1
4. Жоғары оксидінің, гидроксидінің, тұзының формуласы	CaO Ca(OH) ₂ CaBr ₂	Br ₂ O ₇ HBrO ₄ NaBrO ₄
5. Үшқыш сутекті қосылысы	Үшқыш сутекті қосылыс түзбейді, гидридi CaH ₂ қатты	HBr қышқыл
6. Элементтің период және топ бойынша көршілес элементтермен салыстырмалы сипаттамасы	Кальцийдің металдық қасиеті магний мен галлийге қарағанда жоғары, калий мен стронцийден төмен	Бромның бейметалдық қасиеті йод пен селенге, криптонға қарағанда жоғары, бірақ хлордан төмен

Химиялық элементтердің периодтық жүйесін пайдаланып, кез келген элемент пен оның қосылысын анықтауға болады, мысалы:

Белгісіз X элементі XH_4 сутекті қосылыс түзеді. Оның жоғары оксидіндегі оттектің массалық үлесі 53,3%. Бұл қай элемент?

Шешуі: Элементтің сутекті қосылысының формуласынан XH_4 , оның оксидінің формуласы XO_2 болатыны белгілі. Оксидтегі оттектің массалық үлесі 53,3%. Пропорция құрастырамыз.

$$32 — 53,3\%,$$

$$x — 46,7\% x,$$

$$x = \frac{32 \cdot 46,7}{53,3} = 28,$$

x элементінің массасы — 28, бұл — кремний элементі.



Д.И. Менделеевтің элементтердің қасиеттері туралы жасаған болжамдарын салыстырыңдар. Оның болжамдарының дәлдігі неге жоғары болды? Түсіндіріңдер.

◆ Д.И. Менделеев ашқан жаңалық табиғаттың құпиясын түсінуге көмектесетінін қазіргі ғылымның жетістіктері көрсетуде. Периодтық заң атом құрылысын анықтауға жол ашты. Периодтық заңға сүйене отырып, ғалымдар белгілі қасиеті бар жаңа заттарды алуды, бұрын белгісіз элементті ашуды, жаңа элементтерді синтездеуді жүзеге асырды. Периодтық заң ғалымдарға ғаламда, Күннің және жұлдыздардың ішінде химиялық элементтердің пайда болуы мен айналымдары туралы болжамдар жасауға мүмкіндік берді.

Периодтық заң — табиғаттың объективті заңдарының бірі. Ол әлемнің материалдылығын, оның бірлігін және дамуын көрсетеді. Барлық элементтер өзара туыстықта болады. Олардың әрқайсысының қасиеті бірыңғай заңдылыққа бағынады.

Заңның ашылуы табиғаттың құпиясын түсінудің, әлемді танып білудің шегі жоқ екенін көрсетеді. Қазір периодтық заң — танымның негізгі құралы. Ол белгілі бір дәрежеде химияның, биологияның, геологияның, астрономияның, атомдық және ядролық физиканың, химиялық технологияның, металлургияның, медицинаның, т.б. дамуына өз үлесін қосуда.

Периодтық заң көптеген жаратылыстану ғылымдарының алдын ала болжамдарына жол көрсететін жарық жұлдыздай қызмет атқарады.

Периодтық заң арқылы ғалымдар атом құрылысын, элементтердің бір-біріне айналуын анықтай алды. 1955 жылы американ физигі Г. Сиборг ашқан 101-элемент ұлы ғалымның құрметіне “менделевий” Md деп аталды.

Химиялық және физикалық зерттеулер нәтижесінде энергияның қуатты жаңа түрі — атомдық энергия ашылды. Бұл энергияны дұрыс пайдалану адам баласына орасан зор пайда келтіреді. Бірақ оны өз орнымен дұрыс пайдаланбаса, орны толмас өкінішке соқтырады. Оған Жапонияның Нагасаки және Хиросима қалаларындағы ядролық жарылыс, Чернобыль АЭС-індегі апат және Семей ядролық сынақ алаңының апатты зардаптары және “Фукусима-1” АЭС-індегі апатты жағдай (2011 ж.) мысал бола алады.



Периодтарда солдан оңға қарай жай заттардың тотықсыздандырғыштық қасиеттері әлсіреп, тотықтырғыш қасиеті күшейеді. Негізгі топшаларда элементтің атомдық нөмірі өскен сайын бейметалдардың тотықтырғыш қасиеті әлсіреп, металдардың тотықсыздандырғыш қасиеті артады.

Химиялық элементтердің периодтық жүйесін пайдаланып, элемент атомдарының құрылысын сипаттауға болады, оларға тән жай заттардың, күрделі заттардың оксидтері және гидроксидтерінің, сондай-ақ ұшқыш сутекті қосылыстарының қасиеттерін болжауға болады.



1. Атомдық нөмірлері берілген элементтерді сипаттаңдар (параграфта келтірілген жоспар бойынша):
а) №17 хлор; ә) №26 темір; б) №34 селен; в) №13 алюминий.
2. Белгісіз элементтің сыртқы электрондық конфигурациясы: $4s^23d^5$. Қай элемент екенін, оның жоғары оксидінің, гидроксидінің формулаларын, мүмкін болатын тотығу дәрежелерін көрсетіңдер.
- *3. Белгісіз X элементінің хлориді, 20°C -та сұйықтық, хлорид сумен әрекеттесіп, ақ түсті бу түзеді және ерітіндісі қышқылдық қасиет көрсетеді. Элементті анықтаңдар.
а) Белгісіз X элементі қай топшада орналасқан: I, II немесе V?
ә) X пен су арасында жүретін реакцияның типі қандай? Реакция типін сызба-нұсқамен жалпы түрде көрсетіңдер.
б) X сумен әрекеттескенде түзілген ақ түсті будың сипаты қандай?

- *4. Белгісіз У элементі суда еритін қатты оксид түзеді. Ерітінді рН = 10.
 а) Белгісіз У элементі қай топшада орналасқан: I, V немесе VII?
 ә) У оксиді мен су арасында жүретін реакцияның типі қандай? Реакция типін сызбанұсқасымен жалпы түрде көрсетіңдер;
 б) рН = 10 деген нені білдіреді? Түсіндіріңдер. Ерітіндідегі OH^- иондарының санын есептеңдер.
- *5. Қазіргі уақытта атомдық нөмірлері 119 және 120 элементтер ашылуға жақын. Осы элементтердің 4 физикалық және химиялық қасиеттерін болжаңдар.
- *1. Элементтің жоғары оксидінің формуласы RO_2 , ал сутекті қосылысындағы сутектің массалық үлесі 25%. Элементті анықтаңдар.

 Күн құрамындағы элементтер	
1.	Сутек
2.	Гелий
3.	Оттек
4.	Көміртек
5.	Темір
6.	Неон
7.	Азот
8.	Кремний
9.	Магний
10.	Күкірт



ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

§ 10. КОВАЛЕНТТІК БАЙЛАНЫС

Бүгінгі сабақта:

- коваленттік байланыс түзілуінің алмасу және донорлы-акцепторлы механизмдерін қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

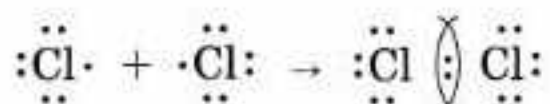
- Алмасу механизмі
- Донорлы-акцепторлы механизм
- Полюсті коваленттік байланыс
- Полюссіз коваленттік байланыс
- Диполь
- Молекула мен байланыс полюстілігі
- Коваленттік байланыстың гомолиттік ыдырауы
- Коваленттік байланыстың гетеролиттік ыдырауы

Химиялық байланыс — жеке атомдарды күрделі жүйелерге (молекулалар, кристалдар және т.б.) біріктіретін электрстатикалық әрекеттесу. Химиялық байланыстың түзілуі — өздігінен жүретін процесс және әрқашан энергия бөле жүреді, себебі молекуланың (немесе басқа көпатомды жүйенің) толық энергиясы оны құрайтын жеке атомдардың энергияларының қосындысынан аз. Химиялық байланыстың пайда болуының негізгі себебі осы. Химиялық байланыстың төрт типі бар: *иондық, коваленттік, металдық және сутектік.*

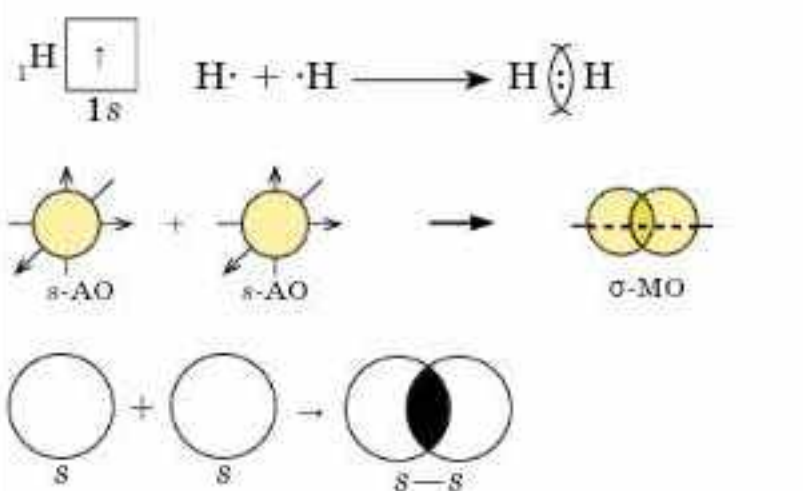
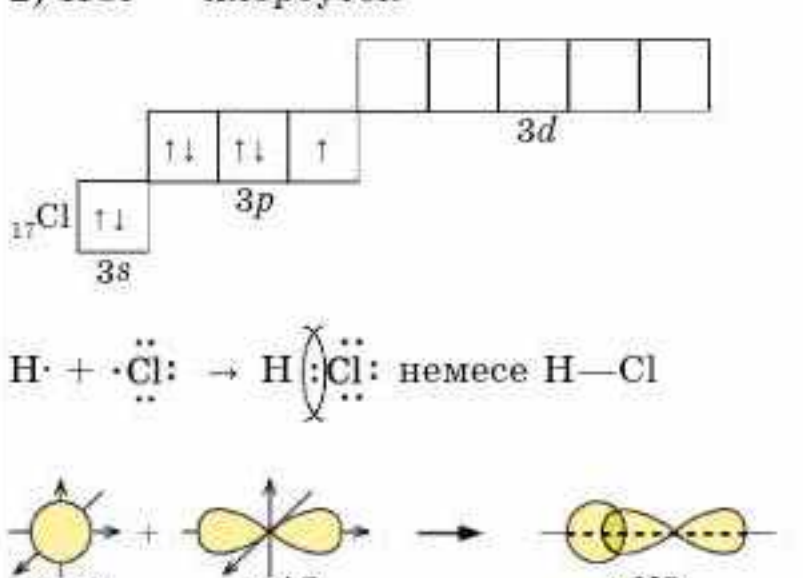
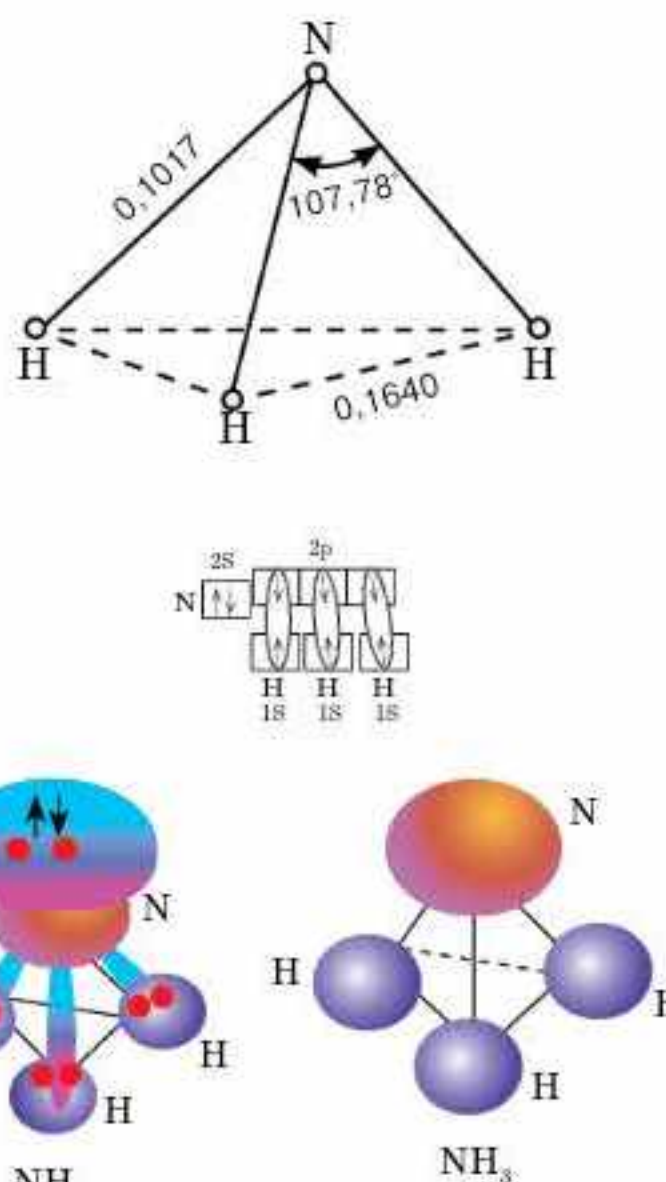
Коваленттік байланыс атомдардың жұптаспаған валенттік электрондарының ортақ жұбы арқылы түзілетін байланыс. Коваленттік сөзі “валенттік электрондар бірге” дегенді білдіреді. Коваленттік байланыстың теориясын 1916 жылы американдық ғалым Гилберт Льюис ұсынды.

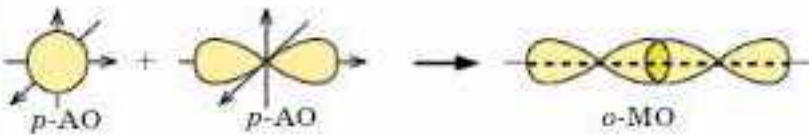
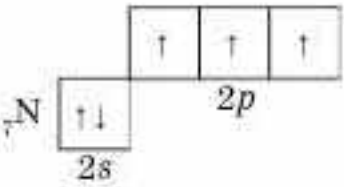
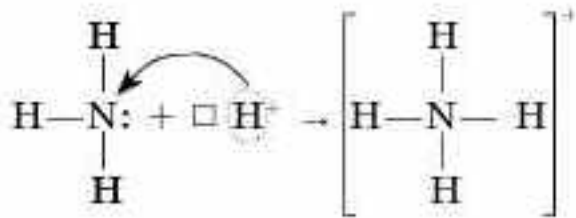
Көптеген молекулалар, молекулалық иондар, бос радикалдар және атомдық кристалдық торлар коваленттік байланыс есебінен түзіледі. Коваленттік байланыс түзілуінің: *алмасу және донорлы-акцепторлы* деп аталатын екі механизмі бар (21-кесте).

Коваленттік байланыс *полюссіз және полюсті* болып екіге бөлінеді. Коваленттік полюссіз байланыстың түзілуін хлор молекуласының мысалында қарастырайық. Хлор молекуласының түзілуін былай көрсетуге болады:



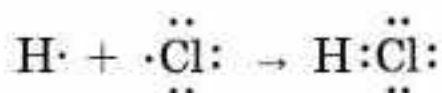
Коваленттік байланыс түзілуінің механизмі

Алмасу	Донорлы-акцепторлы
1	2
<p>Алмасу механизмі атомдардағы дара электрондардың ортақ жұбы түзілгенде жүзеге асады:</p> $A\uparrow + \downarrow B = A\uparrow\downarrow B$	<p>Бұл механизм бойынша байланыс түзілгенде, атомдардың біреуі электрон доноры, ал екіншісі акцептор рөлін атқарады. Байланыс түзуге акцептор бос орбиталін береді. Электрон жұбы донор мен акцепторға ортақ пайдалануға берілгенде коваленттік байланыс түзіледі:</p> $A + \uparrow\downarrow D = A\uparrow\downarrow D$
<p>1) H₂ — сутек:</p>  <p>2) HCl — хлорсутек</p> 	<p>Аммиактағы азот атомы мен сутек катиондары әрекеттесуінен аммоний катионының түзілуі донорлы-акцепторлы механизм бойынша жүреді. Аммиак молекуласындағы азоттың бөлінбеген электрон жұбы донор қызметін атқарады.</p> 

1	2
<p>3) хлор молекуласында Cl₂ байланыс дара p-электрондардың есебінен түзіледі (p-p-орбитальдардың бүркесуі):</p> $:\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \rightarrow :\ddot{\text{Cl}} \left(\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right) \ddot{\text{Cl}}: \text{ немесе } \text{Cl}-\text{Cl}$  <p>4) азот N₂ молекуласында атомдар арасында үш электрондық жұп пайда болады:</p>  $\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + \cdot\ddot{\text{N}}\cdot \rightarrow :\text{N} \left(\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right) \text{N}: \text{ немесе } \text{N} \equiv \text{N}$	<p>Сутек катионының бос орбитальдары болады және ол акцептор рөлін атқарады:</p>  <p>Нәтижесінде аммоний ионында төрт коваленттік H—N байланыс, олардың үшеуі алмасу механизмімен, ал біреуі донорлы-акцепторлы механизммен түзіледі. Осыған қарамастан, барлық байланыс бірдей. Метиламмоний ионында [CH₃NH₃]⁺ донорлы-акцепторлы байланыс осыған ұқсас түзіледі</p>

Хлор атомдары арасында түзілген электрон жұбы екі атомға да ортақ, яғни байланыстың электрондық тығыздығы атомдардан бірдей қашықтықта орналасқан. Себебі атомдардың электртерістіліктері бірдей.

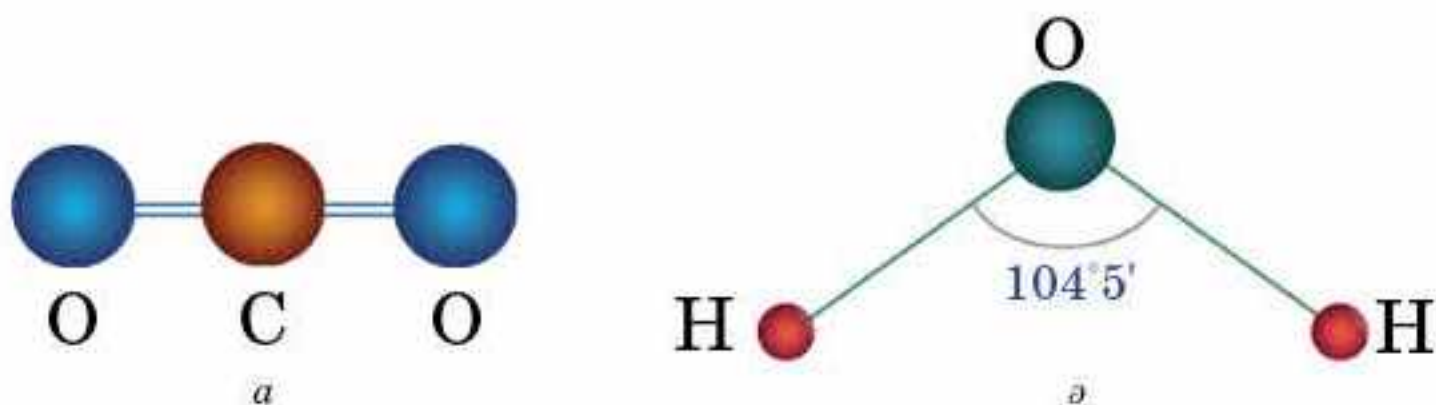
Электртерістіліктері бірдей химиялық элемент атомдарының әрекеттесуі нәтижесінде түзілген байланыс коваленттік полюссіз байланыс деп аталады. Коваленттік полюссіз байланыс H₂, N₂, O₂, F₂, Cl₂ және т.б. бейметалдарда кездеседі. Коваленттік полюсті байланыстың түзілуін хлорсутектің HCl мысалында қарастырайық:



Хлор мен сутек атомдарының жұптаспаған электрондарынан ортақ электрон жұбы пайда болып, нәтижесінде хлорсутек молекуласы түзіледі. Ортақ электрон жұбы электртерістілігі жоғары хлор (ЭТ Cl(3,12) > ЭТ H (2,1)) атомына қарай ығысады. Нәтижесінде атомдарда қарама-қарсы зарядталған ішінара зарядтар пайда болады (Cl^{δ-}), (H^{δ+}). Мұндай молекулалар полюсті молекулалар деп аталады.

Электртерістіліктерінің мәнінде айырмашылық аз болатын атомдар арасында түзілетін байланыс коваленттік полюсті байланыс деп аталады.

Екі жағдайда да коваленттік байланыс алмасу механизмі бойынша түзілгенін байқауға болады. Молекуланың полюстілігі мен байланыс полюстілігін ажырата білу қажет.



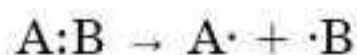
25-сурет. *a* — CO₂ сызықтық молекуласы; *ә* — H₂O бұрыштық молекуласы

Байланыстың полюстілігі байланысқан атомдардың электртерістілігіне тәуелді, ал молекуланың полюстілігі байланыстың полюстілігіне және молекуланың геометриясына тәуелді.

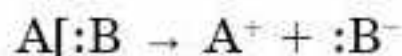
Мысалы, CO₂ молекуласында байланыс полюсті, ал молекуласы полюсті емес, себебі ол — сызықтық құрылысты $O = C = O$ (25, *a*-сурет).

Су молекуласы H₂O полюсті, себебі ол — коваленттік екі $H \rightarrow O$ полюсті байланыс көмегімен түзілген және бұрыштық пішінді (25, *ә*-сурет). НОН молекуласындағы валенттік бұрыш 104°5'-қа тең, сондықтан бөлінбеген 2 электрон жұбы бар оттегі атомы теріс зарядталады (δ^-), ал сутек атомы оң зарядталады (δ^+). Су молекуласы — диполь. Диполь — оң және теріс зарядты бөлшектердің орталығы бір-бірінен белгілі бір қашықтықта болатын электрбейтарап жүйе (26-сурет).

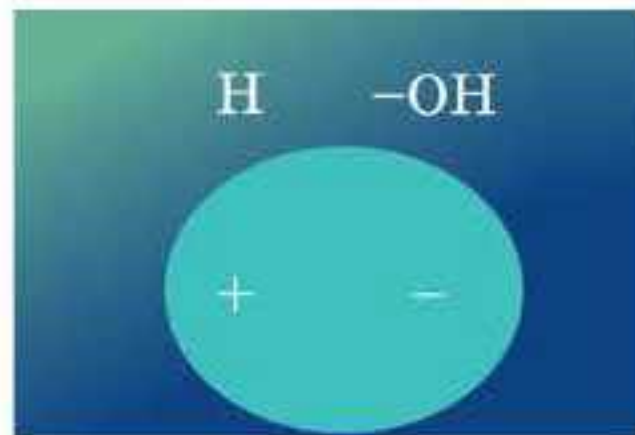
Коваленттік байланыстың гомолиттік және гетеролиттік үзілуі. Коваленттік байланыстың үзілуі оның түзілуіне қарама-қарсы механизм бойынша 2 әдіспен жүреді. Байланыс үзілгенде әр атом бір-бір электроннан алса, **гомолиттік үзілу** жүреді:



Коваленттік байланыстың гомолиттік үзілуі нәтижесінде электрондық құрылысы ұқсас бөлшектер түзіледі, олардың әрқайсысында дара электрон болады. Ондай бөлшектер **бос радикалдар** деп аталады. Егер байланыс үзілгенде ортақ электрон жұбы бір атомда қалса, ондай үзілу **гетеролиттік** деп аталады. Гетеролиттік ыдырау нәтижесінде әртүрлі зарядты иондар — катион және анион түзіледі:



Полюссіз және әлсіз полюстенген байланыстарға гомолиттік үзілу, ал полюсті байланыстарға гетеролиттік үзілу тән.



26-сурет. Су молекуласы — диполь



Коваленттік байланыс түзілуінің алмасу және донорлы-акцепторлы деп аталатын 2 механизмі бар. Алмасу механизмі дара электрондардың бірігуі есебінен атомдардың ортақ электрондық жұбын түзуі нәтижесінде жүзеге асады. Донорлы-акцепторлы механизм бойынша байланыс түзілгенде, атомдардың біреуі электрон доноры, ал екіншісі акцептор рөлін атқарады. Байланыс түзуге акцептор бос атом орбиталін, ал донор бөлінбеген электрон жұбын береді. Электрон жұбы донор мен акцепторға ортақ болады. Ортақ электрон жұптарының байланысқан атомдардың біреуіне ығысу дәрежесіне байланысты коваленттік байланыс полюсті және полюссіз болып бөлінеді. Байланыстың полюстілігі байланысқан атомдардың электртерістілігіне тәуелді, ал молекуланың полюстілігі байланыстың полюстілігіне және молекуланың геометриясына тәуелді. Коваленттік байланыстың гомолиттік үзілуі нәтижесінде бос радикалдар, ал гетеролиттік ыдырау нәтижесінде иондар — катион және анион түзіледі.



1. Бөлшектер арасында химиялық байланыстар түзілмесе не болар еді?
2. Коваленттік байланыс түзілуінің қандай механизмдері бар?
3. Коваленттік байланыс түзілуінің алмасу және донорлы-акцепторлы механизмдерін салыстырыңдар.
4. Алмасу және донорлы-акцепторлы механизм бойынша коваленттік байланыс түзетін элементтердің валенттіліктері қалай анықталады?
5. Коваленттік полюсті байланысты қосылыстар мен полюссіз қосылыстардың қасиеттерінде қандай айырмашылықтар бар?
6. 3-период элементтерінің қайсысы хлормен коваленттік полюсті және коваленттік полюссіз қосылыстар түзеді? Олардың түзілу сызбанұсқаларын құрастырыңдар.
7. Мына қатарлардағы молекулалардың полюстілігі қалай өзгереді: а) HF, HCl, HBr, HI; ә) NH₃, PH₃, AsH₃? Жауаптарыңды түсіндіріңдер.
8. Берілген қосылыстар жұбының әрқайсысында қай қосылыстың балқу температурасы төмен болады: Br₂ немесе I₂, NaF немесе KF, LiCl немесе CCl₄, C₄H₉OH немесе C₅H₁₀?
9. Диполь деген не?
10. Коваленттік байланыстың гомолиттік және гетеролиттік үзілуі деген не?
11. Бос радикалдар деген не?
12. Молекуланың полюстілігі мен байланыс полюстілігін қалай ажыратуға болады?

§ 11. КОВАЛЕНТТІК БАЙЛАНЫСТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Бүгінгі сабақта:

- коваленттік байланыстың маңызды сипаттамаларын қарастырамыз;
- екі (қос) және үш еселі байланыстардың түзілу механизмін түсінетін боламыз.

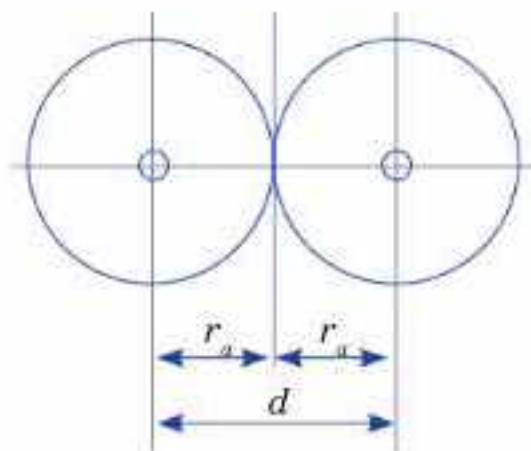
Коваленттік байланыстың маңызды сипаттамаларына: 1) энергиясы; 2) ұзындығы; 3) бағытталуы; 4) қанығуы; 5) полюстенуі жатады. Коваленттік байланыстың алғашқы 4 сипаттамасын қарастырамыз (полюстенуі бұрын қарастырылды). **Химиялық байланыстың энергиясы деп байланыс түзілгенде бөлінетін энергияны айтады.** Бұл энергия молекуланы

жеке атомдарға ыдыратуға жұмсалатын энергияға тең. Байланыс энергиясы кДж/мольмен өлшенеді және байланыс энергиясы көп болған сайын байланыстың беріктігі жоғары болады. Химиялық байланыстың энергиясы байланыс еселігіне, ұзындығына және орбитальдардың бүркесу әдісіне тәуелді.

Байланыстың ұзындығы — ядролардың арақашықтығымен анықталады (27-сурет). Бұл арақашықтық неғұрлым қысқа болса, химиялық байланыс соншалықты берік болады. Мысалы, мына қосылыстар қатарында NH_3 , PH_3 , AsH_3 молекуладағы элемент — сутек байланысының ұзындығы артады, ал оның энергиясы біртіндеп кемиді (мысалы, 390,8; 328,9 және 319,2 кДж/моль). Байланыстың еселілігі берілген атомдар арасындағы ортақ электрон жұптарының санына тең. Ортақ электрондар жұбының саны бойынша (яғни, еселік бойынша) дара, қос және үш байланыстар болады (22-кесте).

Тірек ұғымдар

- Коваленттік байланыстың сипаттамалары:
 - 1) энергиясы;
 - 2) ұзындығы;
 - 3) бағытталуы;
 - 4) қанығуы;
 - 5) полюстенуі;
 - 6) байланыс еселілігі



27-сурет. d -байланыс ұзындығы

22-кесте



Дара байланыс:	Қос байланыс:	Үш байланыс:
H_2 H—H	CO_2 O = C = O	N_2 N ≡ N
Байланыс ұзындығы 0,145 нм	Байланыс ұзындығы 0,125 нм	Байланыс ұзындығы 0,1098 нм
Байланыс энергиясы 58,5 кДж/моль	Байланыс энергиясы 456 кДж/моль	Байланыс энергиясы 945кДж/моль
$\text{H}_3\text{C—CH}_3$	$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$	$\text{HC} \equiv \text{CH}$
Байланыс ұзындығы 0,154 нм	Байланыс ұзындығы 0,134 нм	Байланыс ұзындығы 0,120 нм
Байланыс энергиясы 360 кДж/моль	Байланыс энергиясы 712 кДж/моль	Байланыс энергиясы 962 кДж/моль

Молекуладағы екі атомның арасында еселік байланыстар (2 және 3) түзілсе, олардың біреуі σ -байланыс, ал басқалары π -байланыстар болады. σ -байланыс түзілгенде электрон бұлттары атомдардың ортасын қосатын сызықтың бойымен бүркеседі, ал π -байланыстың

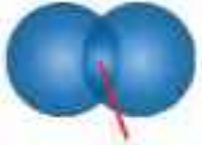
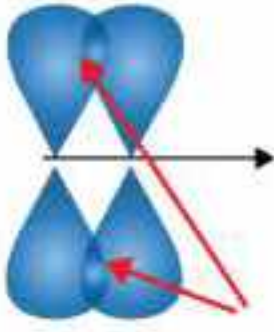

электрон бұлттары атомдардың ортасын қосатын сызықтың екі жағында бүркесуінен түзіледі. Сонымен электрондық орбитальдардың бүркесу әдісі бойынша коваленттік байланыс σ - және π -байланыс деп бөлінеді (23-кесте). Әдетте, σ -байланыстың энергиясы π -байланыстың энергиясынан жоғары болады, себебі бірінші жағдайда атомдық орбитальдардың бүркесу дәрежесі жоғары, мысалы, этен молекуласында $E_{\sigma} = 347$ кДж/моль, $E_{\pi} = 265$ кДж/моль. $E_{\sigma} < E_{\pi}$ болғандықтан, химиялық реакцияларда, алдымен π -байланыс үзіледі. Этилен молекуласында C_2H_4 көміртек атомдарының арасында қос байланыс ($CH_2 = CH_2$) түзіледі. Олардың біреуі берік σ -байланысына, екіншісі беріктігі төмендеу π -байланысына жатады. Ацетиленнің сызықтық молекуласында $H-C \equiv C-H$ ($H:C::C:H$) көміртек пен сутек атомдарының арасында σ -байланыстары бар. Көміртек атомдары өзара 1 σ - және 2 π -байланысымен байланысқан. Қос және үш байланыстардың энергиялары дара байланыс энергиясынан көп, ал ұзындығы сәйкесінше, қысқа болады.

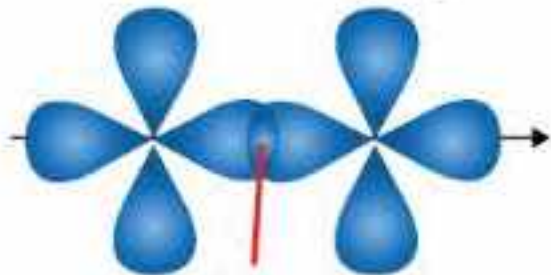
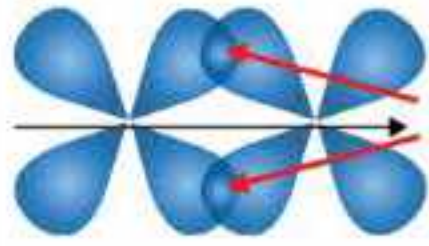
Байқағанымыздай байланыс энергиясы, оның ұзындығы мен еселілігі арасында тәуелділік бар. Байланыстың еселілігі жоғары болған сайын оның энергиясы көп, ұзындығы қысқа болады.

Коваленттік байланыстың қанығуы деп, атомдардың коваленттік байланыстың шекті бір санын түзу қабілетін айтады. Бұрын айтқанымыздай, коваленттік байланыстың саны атомның сыртқы электрондық қабатындағы дара электрондардың санына, бөлінбеген электрон жұбы мен бос электрондық орбитальдардың болуына байланысты. Молекулалық қосылыстың стехиометриясы, олардың сапалық құрамы, молекуладағы атомдардың массалық қатынасы коваленттік байланыстың қанығуына тәуелді.

23-кесте

Коваленттік байланыстың түзілуі кезінде атом орбитальдарының бүркесуі

Коваленттік σ -байланыс	Коваленттік π -байланыс
1	2
Атом ядроларын қосатын сызықтың бойымен орбитальдардың бүркесуі Екі s -атомдық орбитальдардың бүркесуінен σ -байланыстың түзілуі	Атом ядроларын қосатын сызықтың екі жағында p -орбитальдардың қосарлана бүркесуі Екі p -атомдық орбитальдардың бүркесуінен π -байланыстың түзілуі
	
Электрондық тығыздығы жоғары аймақ Екі p -атомдық орбитальдардың бүркесуінен σ -байланыстың түзілуі	Электрондық тығыздығы жоғары аймақ
	
Электрондық тығыздығы жоғары аймақ	

1	2
Екі d -атомдық орбитальдардың бүркесуінен σ -байланыстың түзілуі	Екі d -атомдық орбитальдардың бүркесуінен π -байланыстың түзілуі
	 Электрондық тығыздығы жоғары аймақ (екеу)
Электрондық тығыздығы жоғары аймақ	
Бүркесу аймағы біреу	Бүркесу аймағы екеу
Көбірек бүркеседі	Аз бүркеседі
Берік байланыс	Байланыстың беріктігі төмен

Коваленттік байланыстың бағытталуы. Кез келген молекула белгілі бір кеңістіктік құрылысымен (немесе геометриясымен) сипатталады, өйткені s -тен басқа орбитальдардың барлығының белгілі бір бағыты бар.



Химиялық байланыстың энергиясы байланыс еселігіне, ұзындығына және орбитальдардың бүркесу әдісіне тәуелді. Байланыстың ұзындығы ядролардың арақашықтығымен анықталады. Бұл арақашықтық неғұрлым қысқа болса, химиялық байланыс соншалықты берік болады. Байланыстың еселігі берілген атомдар арасында түзілген ортақ электрон жұптарының санына тең. Ортақ электрон жұптарының саны бойынша (яғни, еселік бойынша) дара, екі және үш еселі байланыстар болады. Екі және үш еселі байланыстардың энергиялары дара байланыс энергиясынан көп, ал ұзындығы сәйкесінше, аз болады. Коваленттік байланыстың қанығуы деп, атомдардың коваленттік байланыстың шекті бір санын түзу қабілетін айтады. Электрондық орбитальдардың бүркесу әдісі бойынша коваленттік байланыс σ - және π -байланыс деп бөлінеді. Кез келген молекула белгілі бір кеңістіктік құрылысымен (немесе геометриясымен) сипатталады, өйткені s -тен басқа орбитальдардың барлығының белгілі бір бағыты бар.



1. Коваленттік байланыстың сипаттамаларын атаңдар.
2. Химиялық байланыстың энергиясы қалай анықталады?
3. Байланыстың еселігі немен анықталады?
4. σ - және π -байланыс деген не? Олардың бір-бірінен айырмашылықтары қандай?
5. Коваленттік полюсті және коваленттік полюссіз байланыстарды салыстырыңдар.
6. Коваленттік полюсті және полюссіз байланысты қосылыстарға мысал келтіріңдер.
7. Оттек, сутек, көмірқышқыл газы сияқты заттардың қайнау температураларының төмен болуының себебін қалай түсінуге болады?
8. Коваленттік байланыстың қанығуы және бағытталуы дегенді қалай түсінуге болады?

§ 12. ГИБРИДТЕНУ ТҮРЛЕРІ: sp , sp^2 , sp^3

Бүгінгі сабақта:

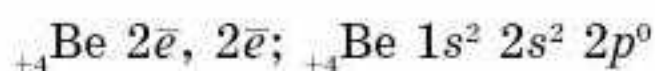
- гибридтенудің әртүрлілігін, оның физикалық мәнін;
- зат құрылысы мен қасиеті арасындағы тәуелділікті түсінеміз.

Тірек ұғымдар

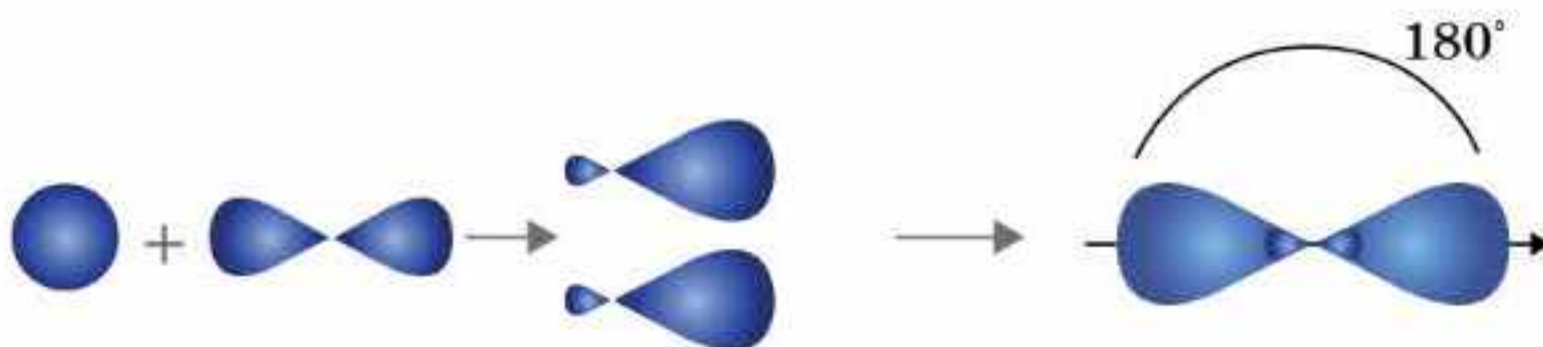
- Гибридтену sp -, sp^2 - және sp^3
- Молекулалар геометриясы

Электрондық орбитальдардың пішіні және энергиясы бойынша теңесу процесін **гибридтену** дейді. Гибридтенуде атомдық орбитальдар бірдей болады, соның салдарынан, басқа атомдармен теңдей байланыстар түзіледі және олар кеңістікте бір-бірінен барынша алыс орналасады. Гибридтенудің, негізінен, 3 типі бар: sp -, sp^2 - және sp^3 . Оларды нақтырақ қарастырамыз.

sp -гибридтену. Гибридтенудің бұл типін бериллий хлориді BeCl_2 молекуласының мысалында қарастырамыз. Бериллий атомының қалыпты күйдегі құрылысын бейнелейік:



Екі коваленттік байланыс түзу үшін бериллий атомының сыртқы энергетикалық деңгейінде 2 дара электрондары болуы тиіс. Бұл атом қозған күйге көшкенде мүмкін болады: ${}_{+4}\text{Be}^* \dots 2s^1 2p^1$. Бір $2s$ - және бір $2p$ -орбитальдарының бүркесуі нәтижесінде гибридтенген 2 орбиталь пайда болады (28-сурет), олар бір түзудің бойында орналасады (орбитальдар арасындағы бұрыш 180°).



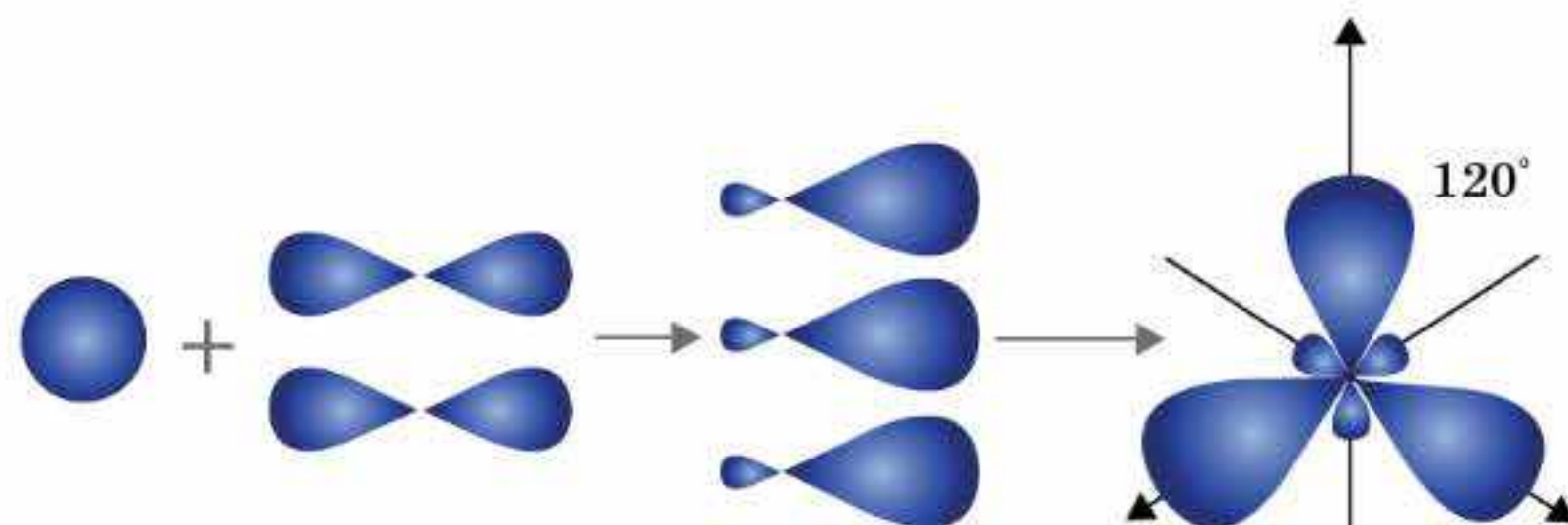
28-сурет. Бериллий атомындағы sp -орбитальдардың түзілуі

Бериллий атомының sp -гибридті орбитальдары хлор атомының p -орбитальдарымен бүркесіп, екі σ -байланысын түзеді (29-сурет).



29-сурет. BeCl_2 молекуласындағы электрондық бұлттардың бүркесуі

sp -гибридті орбитальдар әрқашан 180° бұрыш жасап орналасады, сондықтан sp -гибридтенген атомдардан түзілген молекулалар —



30-сурет. Бор атомындағы sp^2 -гибридтік орбитальдардың түзілуі

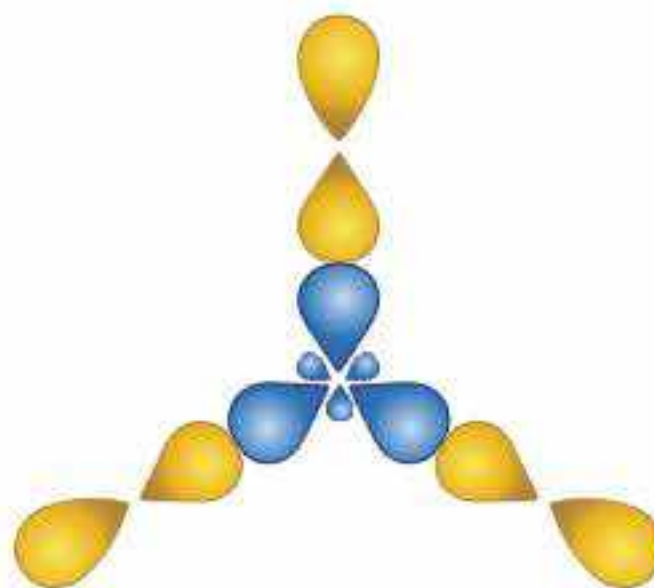
сызықтық құрылысты болып келеді. sp -гибридтенген химиялық қосылыстарға BH_2 , CO_2 , HCN мысал бола алады. Сонымен қатар sp -гибридтену барлық ацетилен көмірсутектеріне (алкиндер), карбин және кейбір органикалық қосылыстарға тән.

sp^2 -гибридтену. Гибридтенудің бұл типін бор хлориді BCl_3 молекуласының мысалында қарастырамыз. Бұл қосылыстағы бордың валенттілігі үшке тең, ол атомның қозған күйіндегі дара электрондарының санына тең: ${}_5B^* \dots 2s^1 2p^2$ және екі $2p$ -орбитальдардың гибридтенуінен бір-бірінен тебіліп, 120° бұрыш жасайтын үш гибридтік бұлттар түзіледі (30-сурет).

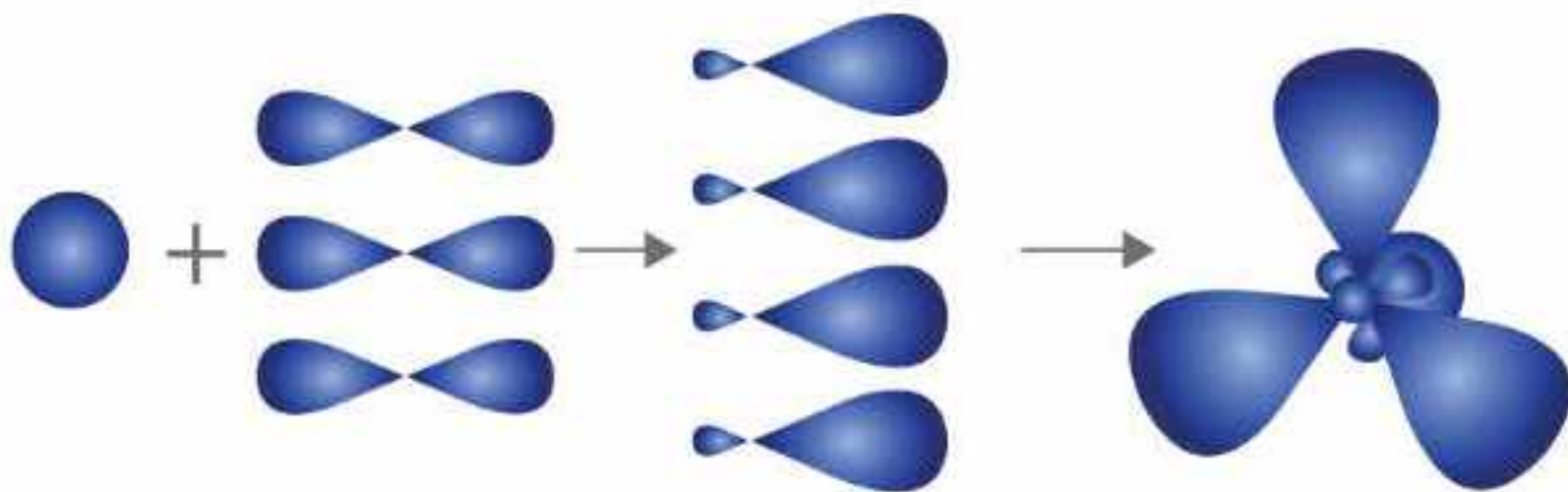
Әр хлор атомында бір-бірден жұптаспаған валенттік p -электрондары болады, олардың орбитальдары бүркесіп, жазықтықтың бойында жазық үшбұрышты молекула түзеді (31-сурет).

sp^2 -гибридтенген қосылыстарға: BCl_3 , SO_3 , BF_3 молекулалары, CO_3^{2-} , NO_3^- иондары және графит мысал бола алады. Сондай-ақ sp^2 -гибридтену барлық этилен көмірсутектеріне (алкендерге), диен көмірсутектеріне, карбон қышқылдарына, аромат көмірсутектеріне (арендерге) және басқа да органикалық қосылыстарға тән.

sp^3 -гибридтену. sp^3 -гибридтенуге метан CH_4 молекуласындағы көміртек атомы мысал бола алады. Бұл қосылыста көміртек атомы 4 жай байланыс түзеді, яғни оның валенттілігі төртке тең. Мұндай валенттілікке көміртек атомы қозған күйінде ие болады $C^* \dots 2s^1 2p^3$. Гибридтенуге бұл жағдайда бір $2s$ және үш $2p$ -орбитальдары ұшырайды. Нәтижесінде 4 гибридтік орбитальдар түзіліп, олар кеңістікте $109^\circ 28'$ жасап орналасады (32-сурет).



31-сурет. BCl_3 молекуласындағы электрондық бұлттардың бүркесуі



32-сурет. Көміртек атомындағы sp^3 -гибридтенген орбитальдарының түзілуі

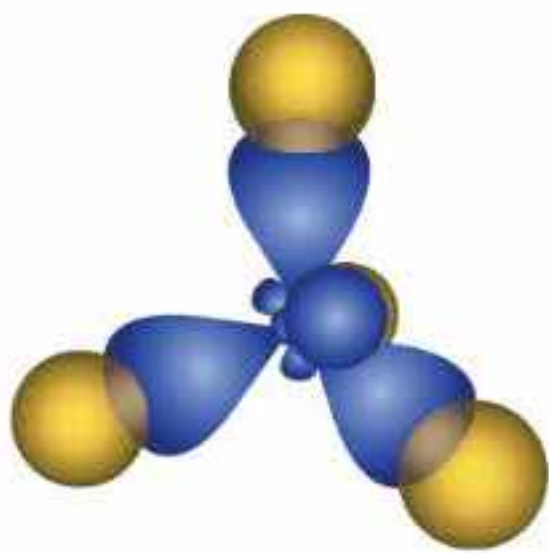
Әр сутек атомының сфера пішінді бір-бір валенттілік s -электрондары бар. Көміртек атомының 4 гибридік орбитальдары сутек атомдарының s -орбитальдарымен бүркесіп, 4 σ -байланысы тетраэдр құрылысты метан молекуласын түзеді (33-сурет).

sp^3 -гибридтену мына қосылыстар мен бөлшектерге тән: NH_3 , POCl_3 , NH_4^+ , H_3O^+ , алмаз және су. Сондай-ақ sp^3 -гибридтену барлық қаныққан көмірсутектерде (алкандарда, циклоалкандарда), басқа да кейбір органикалық қосылыстарда байқалады. sp^3 типті гибриденген молекулалардың кеңістіктік конфигурациясы әрқашан тетраэдрге сәйкес келе бермейді. Мысалы, аммиак (NH_3) молекуласында азот атомының валенттілігі үшке тең және оның сыртқы деңгейіндегі 5 электроны 4 орбитальды алады (бір s және үш p).

Олардың барлығы гибриденуге қатысады (sp^3 -гибридтену типі), алайда, тек 3 орбиталь (p -орбитальдар) химиялық байланыс түзеді. Бір төбесі жоқ тетраэдр пирамидаға айналады. Сондықтан аммиак молекуласының пішіні пирамида тәрізді, ал байланыс бұрышы $107^\circ 30'$ -

қа дейін ауытқиды. Су молекуласында (H_2O) оттегі атомы sp^3 -гибридтенген күйде, ал молекула пішіні бұрыштық, байланыс бұрышы $104^\circ 5'$ -қа тең. Сонымен коваленттік байланыс түзуге кәдімгі s , p , d , f бұлттары және sp , sp^2 , sp^3 және басқа гибридік орбитальдар қатысады.

Бұл бұлттардың барлығы кеңістікте белгілі бір бұрышқа бағытталады. Сондықтан бұл бұлттар түзген коваленттік байланыстар да белгілі бағытпен сипатталады. Түрлі типтегі молекулалардың жиі кездесетін кеңістіктік құрылысы 24-кестеде берілген.



33-сурет. CH_4 молекуласындағы электрондық бұлттардың бүркесуі

Түрлі типтегі молекулалардың кеңістіктік құрылысы

Молекулалар типі	Кеңістіктік құрылысы	Мысалдар
AB_2	Бұрыштық Сызықтық	H_2O , H_2S , OF_2 $BeCl_2$, $MgBr_2$, CO_2
AB_3	Пирамида пішінді Үшбұрышты	NH_3 , PCl_3 , AsH_3 , BCl_3 , $AlBr_3$
AB_4	Тетраэдр пішінді	CH_4 , CCl_4 , SiH_4



Электрондық орбитальдардың пішіні және энергиясы бойынша теңесу процесін гибридтену дейді. Гибридтенудің, негізінен, 3 типі бар: sp -, sp^2 - және sp^3 . sp -гибридтенген атомдардан түзілген молекулалардың сипаты — сызықтық құрылысты болып келеді. sp^2 -гибридтену нәтижесінде жазықтықтың бойында жазық үшбұрышты молекула түзіледі. sp^3 -гибридтенген молекулалардың кеңістіктік конфигурациясы кейде пирамида пішінді болады.



1. Атомдық орбитальдардың гибридтенуі деген не?
2. sp -, sp^2 - және sp^3 -гибридтену нәтижесінде қанша гибридтік орбитальдар түзіледі?
3. sp -гибридтенген молекулаларға қандай геометриялық құрылыс тән?
4. А атомы sp^2 -гибридтенген болса, AB_3 типті молекуланың геометриялық пішіні қандай болады?
5. А атомы sp^3 -гибридтенген болса, AB_4 типті молекуланың геометриялық пішіні қандай болады?
6. Неліктен коваленттік байланыстардың белгілі бір бағыты болады?
7. Келесі молекулалардың кеңістіктік құрылымын сипаттаңдар: $AlCl_3$, PH_3 , H_2O , BeF_2 .
8. Көміртек (IV) оксиді CO_2 молекуласының пішіні сызықтық. Молекулада қанша σ - және π -байланысы бар? Бұл байланыстардың түзілуі үшін көміртек атомының қандай электрондық орбитальдары қатысады? Молекула полюсті ме, әлде полюссіз бе?

§ 13. ЭЛЕКТРТЕРІСТІЛІК ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС ПОЛЮСТІЛІГІ

Белгілі химиялық элементтердің барлығын металдар және бейметалдар деп жіктеуге болады.

Металдар — атомдары валенттік электрондарын беруге қабілетті элементтер, ал бейметалдар — атомдары электрондарды қабылдайтын элементтер.

Металл мен бейметалл әрекеттескенде алғашқысының атомы электрондарын береді,

Бүгінгі сабақта:

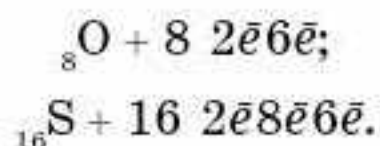
- *электртерістілік* ұғымының физикалық мәнін түсінеміз және оның негізінде қосылыстағы химиялық байланыстың түрін болжауды білетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Электртерістілік
- Байланыс полюстілігі

ал екіншісінің атомы электрондарды қосып алады. Ал екі бейметалл әрекеттескенде қалай болады?

Күкірт пен оттегі атомдарын салыстырайық:



Күкірт атомының атомдық радиусы оттегі атомының радиусынан үлкен, сондықтан күкірттің валенттілік электрондары ядромен әлсіз байланысқан. Атомдар арасында байланыс түзілгенде электрондар күкірттен оттегіге қарай ығысады. Демек, әртүрлі бейметалл атомдарының электрондарды өзіне тарту қабілеті бірдей емес.

Химиялық қосылыстағы элемент атомдарының ортақ электрон жұбын өзіне тарту қабілеті *электртерістілік* (ЭТ) деп аталады.

Ортақ электрон жұптарын валенттік электрондар түзетіндіктен, электртерістілікті — атомның екінші бір атомның валенттік электрондарын өзіне тарту қабілеті деуге де болады. Электртерістілік (X) — атомның басты химиялық қасиеті, молекуладағы атомның ортақ электрон жұбын өзіне тарту қабілетінің сандық сипаттамасы.

Салыстырмалы электртерістілік. Салыстырмалы электртерістіліктің алғашқы және мейлінше белгілі шкаласы — Л.Полинг шкаласы болып табылады. Оны термохимиялық мәліметтер негізінде жасап, 1932 жылы ұсынды. Шкалада литийдің электртерістілігі 1-ге тең. Элементтердің ішіндегі электртерістілігі ең жоғары фтор, оның электртерістілігі — 4. Қалған элементтердің электртерістілігі 0,7-ден 4-ке дейінгі мәндерді қабылдайды.

Бейметалдардың ЭТ 2-ден үлкен, ал металдардың ЭТ 2-ден кіші. Электртерістілігінің мәні 2-ге жуық кейбір элементтер (B, Si, Ge, As, Te) аралық (ауыспалы) қасиеттер көрсетеді. Периодтық кестенің VIIA тобының элементтерінің электртерістілігі нөл (25-кесте).

Периодтық жүйеде элементтердің электртерістілігі әр периодта солдан оңға қарай өседі, электртерістіліктің үлкен мәні галогендерде. Элементтердің ЭТ мәні неғұрлым үлкен болса, соғұрлым элементтің бейметалдық қасиеті айқын байқалады. Топ бойынша электртерістілік жоғарыдан төмен қарай (ішінара жағдайдан басқа) кемиді, элементтердің металдық қасиеттері күшейеді. Электртерістіліктің төмен мәндері сілтілік металдарға тән.

Электртерістілігі жоғары және төмен болатын элементтер химиялық тұрғыдан белсенді болады. Элементтердің электртерістілігіне сүйеніп, химиялық байланыстың типін болжауға болады. Химиялық байланыс атомдардың валенттік электрондарының қайта бөлінуі нәтижесінде пайда болатынын сендер білесіңдер. Нәтижесінде иондар немесе ортақ электрон жұбы түзіліп, атомдар инертті газдардың электрондық конфигурациясын қабылдайды және тұрақты күйге ауысады. Электртерістіліктері

Элементтердің электртерістілік кестесі

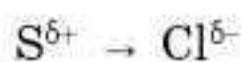
Топ Пе- риод	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	B	B	
1													H					
2	Li 1,0		Be 1,5		B 2,0		C 2,5		N 3,0		O 3,5		F 4,0					
3	Na 0,9		Mg 1,2		Al 1,5		Si 1,8		P 2,1		S 2,5		Cl 3,0					
4	K 0,8	Cu 1,9	Ca 1,0	Zn 1,6	Ga 1,6	Sc 1,3	Ge 1,8	Ti 1,5	As 2,0	V 1,6	Se 2,4	Cr 1,6	Br 2,8	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	
5	Rb 0,8	Ag 1,9	Sr 1,0	Cd 1,7	In 1,7	Y 1,2	Sn 1,8	Zr 1,4	Sb 1,9	Nb 1,6	Te 2,1	Mo 1,8	I 2,5	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	
6	Cs 0,7	Au 2,4	Ba 0,9	Hg 1,9	Tl 1,8	La-Lu 1,0-1,2	Pb 1,9	Hf 1,3	Bi 1,9	Ta 1,5	Po 2,0	W 1,7	At 2,2	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	
7	Fr 0,7		Ra 0,9															

бірдей атомдар арасында коваленттік полюссіз байланыс түзілетіні сендерге мәлім. Бұл жағдайда байланыстырушы электрондар жұбы атом ядроларына симметриялы орналасады. Нәтижесінде полюссіз молекулалар түзіледі

Коваленттік байланыс. Коваленттік полюсті байланыс жиі кездеседі. Ол ЭТ мәнінде айырмашылық аз болатын атомдар арасында түзіледі. Демек, ортақ электрон жұбы атомдардың біріне ығысады да, байланыс полюсті болады. Химиялық байланыстың полюстілігін атомдардың заряды түрінде көрсетеді, мысалы, былай: $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$, δ — ішінара заряд.

Екі атомның электртерістіліктері мәнінің айырмасы үлкен болған сайын байланыс полюсті болады. Химиялық байланыстың полюстілігінің шегі электрондардың бір атомнан екінші атомға түгел ауысуы. Нәтижесінде екі ион түзіліп, иондық байланыс пайда болады. Иондық байланыс электртерістіліктерінде үлкен айырмашылық болатын элемент атомдары арасында, яғни металдар мен бейметалдар арасында түзіледі.

Хлор мен күкірт, күкірт пен оттегі атомдары арасында байланыс түзілгенде электрон жұбы қалай ығысады және қай атомдар арасындағы байланыстың полюстілігі жоғары болатынын анықтайық. Хлор мен күкірт үшінші периодта орналасқан. Электртерістілік период бойынша солдан оңға қарай өседі. Хлордың ЭТ күкірттің ЭТ үлкен, ендеше электрондар күкірттен хлорға қарай ығысады. Күкірт атомының заряды оң, ал хлорда теріс болады:



Жасаған қорытындымызды Полинг шкаласы бойынша тексерейік. $\text{ЭТ}(\text{Cl}) = 3$, ал $\text{ЭТ}(\text{S}) = 2,5$. Атомдардың электртерістіліктерінің айырмасы $0,5$. Оттек пен күкірт VIA топшада орналасқан. ЭТ топ бойынша жоғарыдан төмен қарай кемиді. Оттектің ЭТ күкірттің ЭТ үлкен, ендеше электрондар күкірттен оттекке қарай ығысады. Күкірт атомының заряды оң, ал оттекте — теріс болады: $\text{S}^{\delta+} \rightarrow \text{O}^{\delta-}$.

$$\text{ЭТ}(\text{O}) = 3,5;$$

$$\text{ЭТ}(\text{S}) = 2,5.$$

Атомдардың электртерістіліктерінің айырмасы $1,0$. Демек, оттек пен күкірт арасында түзілетін химиялық байланыс күкірт пен хлор арасында түзілетін химиялық байланысқа қарағанда полюсті болады. Байланыстың полюстілігі заттың қасиетіне әсер етеді. Полюсті молекулалар бір-біріне әр аттас иондарымен бұрыла алады. Нәтижесінде олардың арасында тартылыс пайда болады. Сондықтан полюсті молекулалардан тұратын заттардың балқу және қайнау температуралары полюссіз молекулалы заттарға қарағанда жоғары болады.

Полүсті молекулалы заттардың ерігіштігі де жоғары болады. Еріткіш молекуласының полюстілігі жоғары болған сайын, онда еритін полюсті молекулалы зат пен иондық қосылыстардың ерігіштігі де жоғары болады. Мысалы, суда еріген хлорсутектің молекуласы полюсті, электр тогын жақсы өткізеді. Хлорсутектің бензолдағы ерітіндісі электр тогын өткізбейді. Себебі бензол молекуласы полюсті емес. Сондықтан хлорсутек иондарға ыдырамайды.



Электртерістілік — атомның басты химиялық қасиеті, молекуладағы атомның ортақ электрон жұбын өзіне тарту қабілетінің сандық сипаттамасы. Периодтық жүйеде элементтердің электртерістілігі әр периодта солдан оңға қарай өседі, ЭТ үлкен мәні — галогендерге, ал ең кіші мәні — сілтілік металдарға тән. Топ бойынша электртерістілік жоғарыдан төмен қарай (ішінара жағдайдан басқа) кемиді, демек, элементтердің металдық қасиеттері күшейеді. Екі атомның ЭТ мәнінің айырмасы үлкен болған сайын байланыс полюсті болады. Химиялық байланыстың полюстілігінің шегі электрондардың бір атомнан екінші атомға түгел ауысып, нәтижесінде иондық байланыс түзілуі.



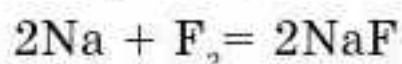
1. Электртерістілік деген не? Электртерістілік шкаласы мен периодтық жүйені пайдаланып, берілген элементтердің химиялық таңбаларын ЭТ өсу реті бойынша орналастырыңдар: фосфор, магний, бор, цезий, оттек, кремний, калий, көміртек, сутек, литий, фтор, күкірт, алюминий, кальций.
2. Атомдар арасында түзілетін химиялық байланысты элемент атомдарының ЭТ сандық мәні бойынша анықтаудың себебі неде? Мысалдармен түсіндіріңдер.
3. Қосылыстар жұбындағы қай қосылыстың беріктігі жоғары және себебі неде: а) калий йодиді немесе натрий йодиді; ә) натрий фториді немесе натрий хлориді; б) кальций йодиді немесе кальций бромиді; в) кальций фториді немесе калий хлориді?

§ 14. ИОНДЫҚ БАЙЛАНЫС

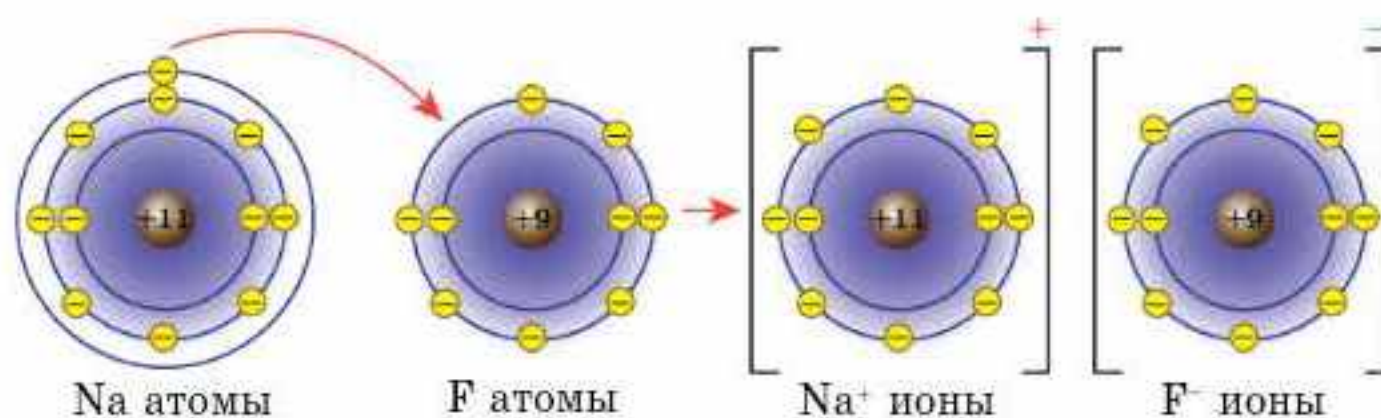
Электртерістіліктерінің мәнінде үлкен айырмашылық болатын атомдар арасында химиялық байланыс түзілсе ($\Delta \text{ЭТ} > 1,7$), онда ортақ электрон тығыздығы электртерістілігі үлкен атомға қарай ығысады. Осының нәтижесінде зарядталған бөлшектер түзіледі. Мұндай бөлшектер иондар деп аталады:



Түзілген иондар арасында **иондық байланыс** деп аталатын электрстатикалық тартылыс пайда болады. Алайда иондық байланыс түзілгенде электрондар бір элементтен екіншісіне толығымен ығыспайды. Иондық байланысты коваленттік байланыстың шекті жағдайы ретінде қарастыруға болады. Оның негізінде иондардың электрстатикалық әсерлесуі жатыр. Соған сәйкес, сыртқы қабатындағы электрондар саны 8-ден аз элемент атомдары электрондарды қосып алып немесе беріп жіберіп, өзіне жақын орналасқан инертті газдың сыртқы электрондық қабатына ұқсас қабат түзеді. Мысалы, натрий фторидіндегі иондық байланыстың түзілуін қарастырайық:



Электрон натрий атомынан фтор атомына ығысады. Нәтижесінде натрий мен фтордың екеуінің де иондары тұрақты электрондық конфигурацияға ие болады. Қасиеттері бойынша иондық байланыс коваленттік байланыстан ерекшеленеді. Электрстатикалық күштердің әсерлері берілген ионнан жан-жаққа бағытталған. Сондықтан берілген ион кез келген бағыттағы қарама-қарсы таңбалы иондарды өзіне тарта алады (34-сурет).



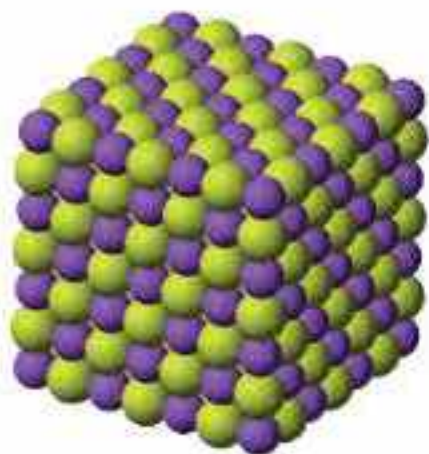
34-сурет. Натрий және фтор атомдарының әрекеттесуі

Бүгінгі сабақта:

- иондық байланыстың әр аттас иондардың электрстатикалық тартылуы нәтижесінде түзілетінін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Иондар
- Иондардың электрстатикалық тартылуы
- Иондық кристалдық тор



35-сурет. Натрий фториді NaF кристалының құрылысы

Иондық байланыстың бағытталмауы және қанықпауы осыған негізделген. Иондық қосылыстың кристалдық торында әр ионның айналасында қарама-қарсы зарядталған иондардың белгілі бір саны орналасады. Мысалы, натрий фторидінің NaF кристалл торында натрийдің бір ионы Na^+ 6 фторид F^- ионымен, ал әр фторид ионы 6 натрий ионымен қоршалған (35-сурет).

Сөйтіп, натрий фторидінің бір кесегі орасан көп $(\text{Na}^+ \text{F}^-)_n$ иондардан құралған бір алып молекуланы елестетеді. Сондықтан кәдімгі жағдайда иондық қосылыстар үшін қарапайым *екі атомды молекула* ұғымының мәні жоқ. Иондық қосылыс тек бу күйінде ғана жеке молекулалардан тұрады. Құрамында әрі иондық, әрі коваленттік байланысы бар заттар да кездеседі. Ондай заттарға сілтілер және көптеген тұздар жатады. Мысалы, натрий гидроксидінде NaOH және натрий сульфатында Na_2SO_4 натрий мен оттегі атомдары арасында иондық байланыс, ал басқалары (NaOH құрамындағы $\text{H}-\text{O}$ және Na_2SO_4 құрамындағы $\text{S}-\text{O}$ арасындағы байланыс) — коваленттік полюсті байланыстар. Органикалық қосылыстарда иондық байланыстар сирек кездеседі, себебі көміртек атомы электрондарды жоғалтып немесе қосып алып, ион түзуге бейім емес. Соған қарамастан иондық байланыс органикалық тұздарда RCOONa^+ , ROK^+ және негіздерде $\text{R}_4\text{N}^+\text{OH}^-$ кездеседі.



Электртерістіліктерінің мәнінде үлкен айырмашылық болатын атомдар арасында химиялық байланыс түзілсе ($\Delta\text{ЭТ} > 1,7$), онда ортақ электрондық тығыздық электртерістілігі үлкен атомға қарай ығысады. Осының нәтижесінде зарядталған бөлшектер — иондар түзіледі.

Түзілген иондардың электрстатикалық тартылысы нәтижесінде иондық байланыс пайда болады. Қасиеттері бойынша иондық байланыс коваленттік байланыстан ерекшеленеді. Электрстатикалық күштердің әсерлері берілген ионнан жан-жаққа бағытталған. Сондықтан берілген ион кез келген бағыттағы қарама-қарсы таңбалы иондарды өзіне тарта алады. Иондық байланыстың бағытталмауы және қанықпауы осыған негізделген. Иондық байланысы бар қосылыстың кристалдық торында әр ионның айналасында қарама-қарсы зарядталған иондардың белгілі бір саны орналасады.



1. Химиялық байланыс типтерінің ұқсастықтары мен айырмашылықтары неде?
2. Формулалары берілген заттардағы химиялық байланыстың типтерін анықтаңдар: а) NaCl , H_2S , F_2 , Al ; ә) H_2 , H_3N , NaF , ZnO ; б) HCl , Cl_2 , Ca_3N_2 , FeS .
3. Иондық байланысы бар заттарға мысалдар келтіріп, олардың формуласын жазып, химиялық байланыстың түзілу сызбанұсқасын құрастырыңдар.



4. Иондық байланысты қосылыстардың неліктен иістері болмайды?
5. Құрамында иондық және коваленттік байланыс болатын екі қосылыстың формуласын жазыңдар.
6. Ca^{2+} , S^{2-} иондарының электрондық формулаларын жазыңдар. Бұл иондардың электрондық формулалары қай элемент атомына сәйкес келеді?
7. 3-периодтың қай элементі хлормен иондық қосылыс түзеді? Олардың түзілу сызбанұсқасын құрастырыңдар.
8. Бейтарап атомнан оң зарядталған ион түзілгенде элементар бөлшектердің мөлшері қалай өзгереді? Ал бейтарап атом теріс зарядталған ионға айналғанда ше?
9. Бөлшектер жұбындағы қай бөлшектің мөлшері үлкен екенін анықтаңдар:
 - а) Cl^- және Cl^0
 - ә) S^{2-} және S^0
 - б) Ca^0 және K^0
 - в) Cs^+ және I^-
10. Дәптерлеріне а) иондық ; ә) коваленттік полюсті; б) коваленттік полюссіз байланысы бар заттардың әрқайсысына үш формуладан жазыңдар. Олардың түзілу сызбасын жасаңдар.

§ 15. ВАЛЕНТТІ ЭЛЕКТРОН ЖҰБЫ БҰЛТТАРЫНЫҢ ТЕБІСУ ТЕОРИЯСЫ

Біз бұған дейін кеңістіктегі молекула пішінін атом орбитальдарының гибридтенуі бойынша анықтауды қарастырдық. Молекула геометриясын анықтаудың тағы бір жолын қарастырамыз.

Молекулалардың геометриялық пішінін анықтайтын қарапайым әдісті канадалық физ-химик Гиллесли ұсынды. Әдістің негізіне орталық атомның сыртқы қабатындағы электрон жұптарының тебісу моделі, яғни *валенттік электрон жұбы бұлттарының тебісу теориясы* жатады. Гиллесли әдісі — молекулалардың кеңістіктегі пішінін орбитальдарының гибридтенуі бойынша ғана емес, байланыстырушы электрондар саны және бөлінбеген электрон жұптары бойынша анықтауға болатынын көрсетті. Әр молекула сфераға іштей сызылған геометриялық фигура іспеттес. Сфера бетіндегі байланыстырушы электрон жұптары бір-бірінен бірдей қашықтыққа алыстағанда молекуланың энергиясы минималды мәнге ие болады. Бөлінбеген электрон жұптары шар бетінде үлкен аймақта орналасады. Молекулада бөлінбеген электрон жұптарының саны көп болған сайын валенттік бұрыш азаяды. Молекуланың құрылысы байланыстырушы электрон жұбының кеңістікте орналасуымен анықталады. Кеңістікте электрон жұптары өзара тебісуі аз болатындай жағдайда орналасады. Екі элек-

Бүгінгі сабақта:

- молекулалардың және иондардың кеңістіктік пішінін болжау үшін валенттік электрон жұбы бұлттарының тебісу теориясын қолдануды қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

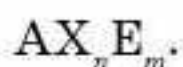
- Теорияның қағидалары
- Молекула құрылысын анықтау алгоритмі

трон жұбы сызықтық, үшеуі — дұрыс үшбұрыш, ал төрт электрон жұбы тетраэдр жасап орналасады.

Молекуланың геометриясын Гиллеспи әдісі бойынша қарастыру үшін молекуланың формуласын $A X_n E_m$ деп жазады, мұндағы A — орталық атом; X — орталық атоммен химиялық байланыс түзіп тұрған элемент атомы — лиганд, яғни байланыстырушы электрон жұбын береді; E — бөлінбеген электрон жұбы; n, m — сәйкесінше байланыстырушы және бөлінбеген электрон жұптарының саны.

Молекула құрылысын анықтау алгоритмі

1. Молекуланың формуласы бойынша орталық атом байланыс түзіп тұрған лигандтың саны n анықталып, оның мәні формулаға жазылады:



2. Байланыстырушы және бөлінбеген электрон жұптарының жалпы саны $(n + m)$ мына формула бойынша анықталады:

$$(n + m) = \frac{1}{2} (N_0 + \sum N_n - z) - \pi.$$

Мұндағы N_0 — орталық атомның сыртқы электрон қабатындағы электрон саны, N_n — орталық атоммен байланыс түзетін лигандтың электрондарының саны, π — молекуладағы π -байланыстың саны, z — ионның заряды (молекулалық анионның құрылысын анықтауда қолданылады).

3. Байланыстырушы және бөлінбеген электрон жұптарының барлығының кеңістіктегі орналасуы анықталады.

4. Бөлінбеген электрон жұптарының саны (m) анықталып, оның мәні молекуланың формуласында көрсетіледі: $A X_n E_m$.

5. Молекуланың геометриясы анықталады.

Молекула құрылысын Гиллеспи әдісімен анықтауға мысалдар қарастырайық

1-мысал. BF_3 молекуласы.

1. Молекуланың формуласы $A X_n E_m$.

2. Бор атомы σ -байланыс түзуге 3 электронын, фтордың 3 атомының әрқайсысы 1 электроннан жұмсайды. Молекулада π -байланыс жоқ. σ -байланыс түзуге қатысатын электрон жұптарының саны:

$$n + m = \frac{(3 + 3)}{2} = 3.$$

3. Электрон жұптарының кеңістікте орналасуы дұрыс үшбұрыш.

4. Бөлінбеген электрон жұптарының саны $m = 3 - 3 = 0$ молекула формуласы $A X_n E_0$.



5. Молекула құрылысы — дұрыс үшбұрыш. Бордың барлық валенттік электрондары фтордың 3 атомымен σ -байланыс түзуге жұмсалады. Борда бөлінбеген электрон жұптары жоқ.

2-мысал. SnCl_2 молекуласы.

1. Молекуланың формуласы AX_2E_m .

2. Қалайы атомының валенттік қабатындағы электрон жұптарының жалпы саны:

$$n + m = \frac{(4 + 2)}{2} = 3.$$

Қалайы атомының валенттік электроны 4, хлордың 2 атомы 2 электрон береді, молекулада π -байланыс жоқ.

3. Электрон жұптарының кеңістікте орналасуы — дұрыс үшбұрыш.

4. Бөлінбеген электрон жұптарының саны $m = 3 - 2 = 1$. Молекула формуласы AX_2E_1 .

5. Молекула құрылысы — бұрыштық.

3-мысал. SO_2 молекуласы.

1. Молекуланың формуласы AX_2E_m . Молекулада екі π -байланыс бар.

2. Күкірт атомының валенттік қабатындағы электрон жұптарының жалпы саны:

$$n + m = (6 + 4)/2 - 2 = 3.$$

Күкірт атомының электрон қабатында 6 электрон бар, оттектің 2 атомы 4 электрон береді, молекулада 2 π -байланыс бар, олардың саны электрон жұптарының жалпы санын есептегенде $(n + m)$ шегеріледі.

3. Электрон жұптарының кеңістіктегі пішіні — дұрыс үшбұрыш.

4. Бөлінбеген электрон жұптарының саны $m = 3 - 2 = 1$ молекуланың формуласы AX_2E_1 .

5. Молекула құрылысы — сызықтық емес, бұрыштық.

Күкірт атомында алты валенттік электрон бар, оның 4-еуі оттектің 2 атомымен σ - және π -байланыстар түзуге жұмсалды. ($\text{O} = \text{S} = \text{O}$). Сонымен күкірт атомында бөлінбеген бір электрон жұбы қалды.

4-мысал. Молекулалық ион CO_3^{2-} .

1. Ионның формуласы AX_3E_m . Ионда бір π -байланыс бар.

2. Көміртек атомының валенттік қабатындағы электрон жұптарының жалпы саны $n + m = (4 + 6 - 2)/2 - 1 = 3$. Көміртек атомының 4 электронына оттек атомының 6 электронын қосып, қосындыдан карбонат ионның зарядын, ал қалған саннан π -байланыстың санын шегереміз.

3. Электрон жұптарының кеңістікте орналасуы — жазық үшбұрыш.

4. Бөлінбеген электрон жұптарының саны $m = 3 - 3 = 0$. Карбонат-ионның формуласы AX_3E_0 .

5. Карбонат ионның формасы жазық үшбұрыш.

Кейбір бейорганикалық және органикалық заттардың геометриясы туралы мәлімет 26-кестеде берілген.

26-кесте

Бейорганикалық және органикалық заттардың геометриясы

№	Молекула типі	Мысалдар	Байланыстырушы және бөлінбеген электрон жұптарының жалпы саны	Электрон жұптарының кеңістікте орналасуы	Байланыстырушы электрон жұптарының саны	Молекула геометриясы
1	AX_2E_0	$BeCl_2$ CO_2	2	сызықтық	2	сызықтық
2	AX_3E_0	BF_3 SO_3	3	дұрыс үшбұрыш	3	дұрыс үшбұрыш
3	AX_2E_1	$SnCl_2$	3	дұрыс үшбұрыш	2	бұрыштық
4	AX_4E_0	CH_4 CCl_4	4	тетраэдр	4	тетраэдр
5	AX_3E_1	NH_3 PH_3	4	тетраэдр	3	үшбұрышты пирамида
6	AX_2E_2	H_2O	4	тетраэдр	2	бұрыштық
7	AX_5E_0	PCl_5	5	тригональды бипирамида	5	тригональды бипирамида
8	AX_4E_1	SF_4	5	тригональды бипирамида	4	“әткеншек”



Молекулалардың геометриялық пішінін анықтайтын қарапайым әдісті Гиллеспи ұсынды. Әдістің негізіне орталық атомның сыртқы қабатындағы электрон жұптарының тебісу моделі, яғни валенттік электрон жұбы бұлттарының тебісу теориясы жатады.



1. Құрамы AX_2E_m болатын сызықты әртүрлі бөлшектерге мысалдар келтіріңдер.
2. Құрылысы пирамида, тетраэдр болатын бөлшектерге мысалдар келтіріңдер.
3. Мына бөлшектердің SiF_4 және SF_4 , PF_5 және ClF_5 геометриясын салыстырыңдар.
4. Гиллеспи әдісі бойынша молекулалардың геометриялық пішінін анықтаңдар: H_2S , BCl_3 , XeF_2 , SO_3
5. Гиллеспи әдісі бойынша NO_2^- ионының геометриялық пішінін анықтаңдар.

§ 16. МЕТАЛДЫҚ БАЙЛАНЫС

Металдар мен олардың құймалары адамзатқа өте ертеден белгілі болған. Химиялық элементтердің басым көпшілігі металдарға жатады.

Металдар деп электр тогы мен жылуөткізгіштігі жоғары, тапталғыш, иілгіш және металдық жылтыры бар заттарды айтады.

Металдар химиялық элементтердің периодтық жүйесінде бордан аstatқа қарай жүргізілген шартты түзудің сол жақ төменгі бұрышына орналасқан. Металдық қасиеті айқын білінетін металдар периодтың басында орналасқан (IA және IIA топ элементтері).

Металл атомдарының сыртқы электрон қабатында бір электроннан үш электронға дейін болады. Мысалы, натрийде 1, магнийде 2, ал алюминийде 3 электрон бар.

◆ Сыртқы электрон қабатында 4 және 5 электрон болатын металдар да кездеседі. Мысалы Sn — $5s^25p^2$, Bi — $6s^26p^3$.

Химиялық реакцияға қатысқан металл атомдары өздерінің валенттілік электрондарын беріп жібереді. Металдың сыртқы электрондық қабатында электрон саны азайған сайын және атом ядросынан электрондық деңгей алыстаған сайын элемент атомының электрондарды беру қабілеті артады.

Элементтің атомдық нөмірі артқан сайын электрондарды беру қабілеті мен металдық қасиеті период бойынша кеміп, топша бойынша артады.

Химиялық қосылыстарда металдардың тотығу дәрежесінің мәні тек оң болады және металдар тотықсыздандырғыш қасиет көрсетеді.

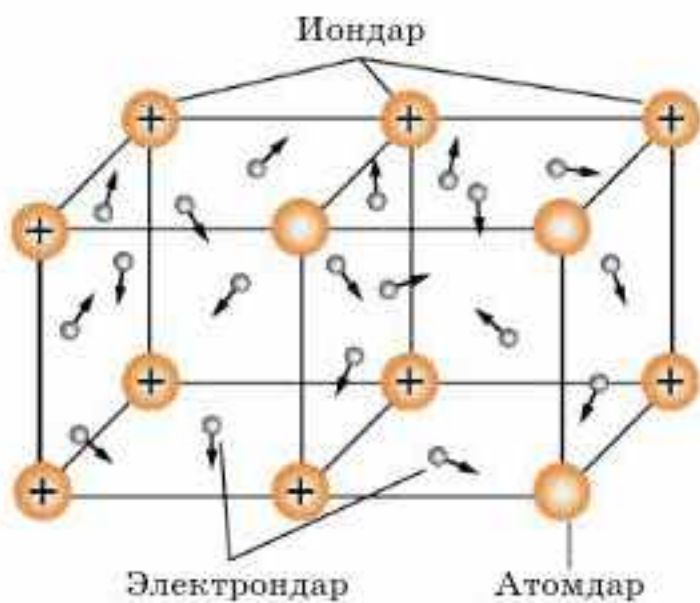
Бейметалдардың атомдарына қарағанда, металл атомдарының радиустары үлкен болады, сондықтан металл атомдары валенттілік электрондарын оңай береді. Нәтижесінде металл атомдары оң зарядты иондарға айналады. Атомдардан ажыраған электрондар металл иондарының арасында салыстырмалы түрде еркін қозғалады. Бұл зарядталған бөлшектердің арасында химиялық байланыстың ерекше түрі — **металдық байланыс** түзіледі. Бұл байланыс жай зат металдардың кристалдық торын түзеді. Кристалдық тор түйіндерінде оң зарядталған металл иондары орналасып, олардың арасында электрондар еркін қозғалады (36-сурет). Электрондар үздіксіз қозғалыста болатындықтан, олар металл иондарымен соқтығысқанда иондар бейтарап атомға және керісінше, қайтадан ионға айналады.

Бүгінгі сабақта:

- металдық байланыстың табиғатын және оның металдардың физикалық қасиетіне әсерін білетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Металдық байланыс
- Металдық кристалдық тор



36-сурет. Металдық кристалдық тордың құрылысы

Кристалдық тор түйіндеріндегі оң иондар мен кейбір бейтарап атомдар арасында еркін қозғалатын электрондар болатын тор металдық кристалдық тор деп аталады.

Металдық кристалдық торлардың ерекшелігі олардың ортақ физикалық қасиеттерін анықтайды. Металдар электр тогы мен жылуды жақсы өткізеді. Бұл қасиет кристалдық тор бойындағы электрондардың еркін қозғалысымен түсіндіріледі. Электрондар реттелген қозғалысқа (электр тогының) қатысады әрі жылуды да тасымалдайды.

Металдағы химиялық байланыстың ерекшелігі оған тапталғыштық пен иілгіштік қасиет береді. Металға механикалық әсер еткенде, оның атомдарының қабаты ығысады, бірақ электрондардың кристалды бойлай қозғалуы нәтижесінде байланыс үзілмейді. Металдардың иілгіштігін алтыннан байқаймыз. 1 г алтыннан ұзындығы 3 шақырымға жететін жіңішке сым созуға болады. Ал темірден өте жұқа тақташа созылады. Оның жұқалығы сонша, тіпті одан оқулықтағы мәтінді оқуға болады. Металдық байланыстың өзіне тән ерекшелігімен қатар, оның химиялық байланыстың иондық және коваленттік түрлерімен ұқсастығы да бар.



Металдық кристалдық тор түйіндеріндегі иондар мен еркін қозғалатын электрондар арасында түзілген химиялық байланыс **металдық байланыс** деп аталады.

Металдардың кристалдық торларының ерекшелігі олардың ортақ физикалық қасиеттерін анықтайды. Металдар электр тогы мен жылуды жақсы өткізеді. Бұл

қасиет кристалдық тор бойындағы электрондардың еркін қозғалысымен түсіндіріледі. Электрондар реттелген қозғалысқа (электр тогының) қатысады әрі жылуды да тасымалдайды. Металдық байланыстың өзіне тән ерекшелігімен қатар, химиялық байланыстың иондық және коваленттік түрлерімен ұқсастығы бар.



1. Д.И. Менделеевтің периодтық кестесінде металдар қалай орналасқан? Металдар мен бейметалдар атомдары құрылысының ерекшелігі неде?
2. Металдық байланыстың түзілу механизмін түсіндіріңдер.
3. Металдық байланыс қанықпаған және бағытталмаған деген пайымдау дұрыс па? Түсіндіріңдер.
4. Металдық байланыстың иондық байланыспен ұқсастығы мен айырмашылығы неде? Түсіндіріңдер.
5. Металдық байланыстың коваленттік байланыспен ұқсастығы мен айырмашылығы неде? Түсіндіріңдер.

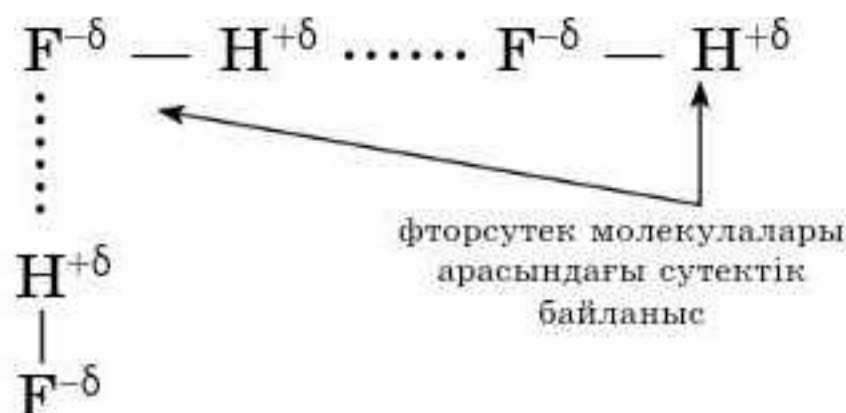
§ 17. СУТЕКТІК БАЙЛАНЫС

Химиялық байланыстар атомдар арасында ғана түзілмейді, сонымен қатар молекулалар арасында да түзіледі. Осындай байланыстардың түріне сутектік байланыс жатады. Ол сутек атомдары мен электртерістілігі жоғары (F, O, N) элемент атомдары арасында түзілген коваленттік полюсті байланысы бар молекулалар мен молекула құрамындағы сутек атомдары арасында түзіледі. Сутектік байланыстар су, аммиак, фторсутек, спирттер, сірке қышқылы сияқты қосылыстарға тән. Сондай-ақ сутектік байланыстар табиғатта да кең тараған, мысалы, нәруыздар мен нуклеин қышқылдарында кездеседі.

Сутектік байланыс — бір молекуладағы оң зарядталған сутек атомы мен екінші бір молекуладағы теріс зарядталған атом арасында түзілетін байланыс.

Сутектік байланысты жартылай электрстатикалық, ішінара донорлы-акцепторлы механизммен түзілген байланыс деуге болады. Мысалы, фторсутек HF молекуласында электртерістілігі жоғары фтор атомы электрондық бұлтты өзіне тартып, ішінара теріс зарядталады, ал сутек атомының ядросы (протон) іс жүзінде электронынан айырылып, ішінара оң зарядталады. Сутек протоны мен көрші молекуланың теріс зарядты фтор ионы арасында пайда болған электрстатикалық тартылыс сутектік байланыстың түзілуіне әкеледі.

Сутекпен байланысатын атомның электртерістілігі неғұрлым жоғары және оның мөлшері неғұрлым кіші болса, сутектік байланыс соғұрлым берік болады (37-сурет). Сутектік байланыстың энергиясы айтарлықтай жоғары емес (10—40 кДж/моль), коваленттік байланыстан 10 еседей әлсіз, дегенмен ол қосылыстардың физикалық және химиялық



37-сурет. Фторсутек молекуласындағы сутектік байланыстың түзілу сызбанұсқасы

Бүгінгі сабақта:

- сутектік байланыстың түзілу механизмін қарастырамыз;
- химиялық байланыстың табиғи бірлігін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Сутектік байланыс
- Молекулаішілік
- Молекулааралық
- Химиялық байланыстың табиғи бірлігі

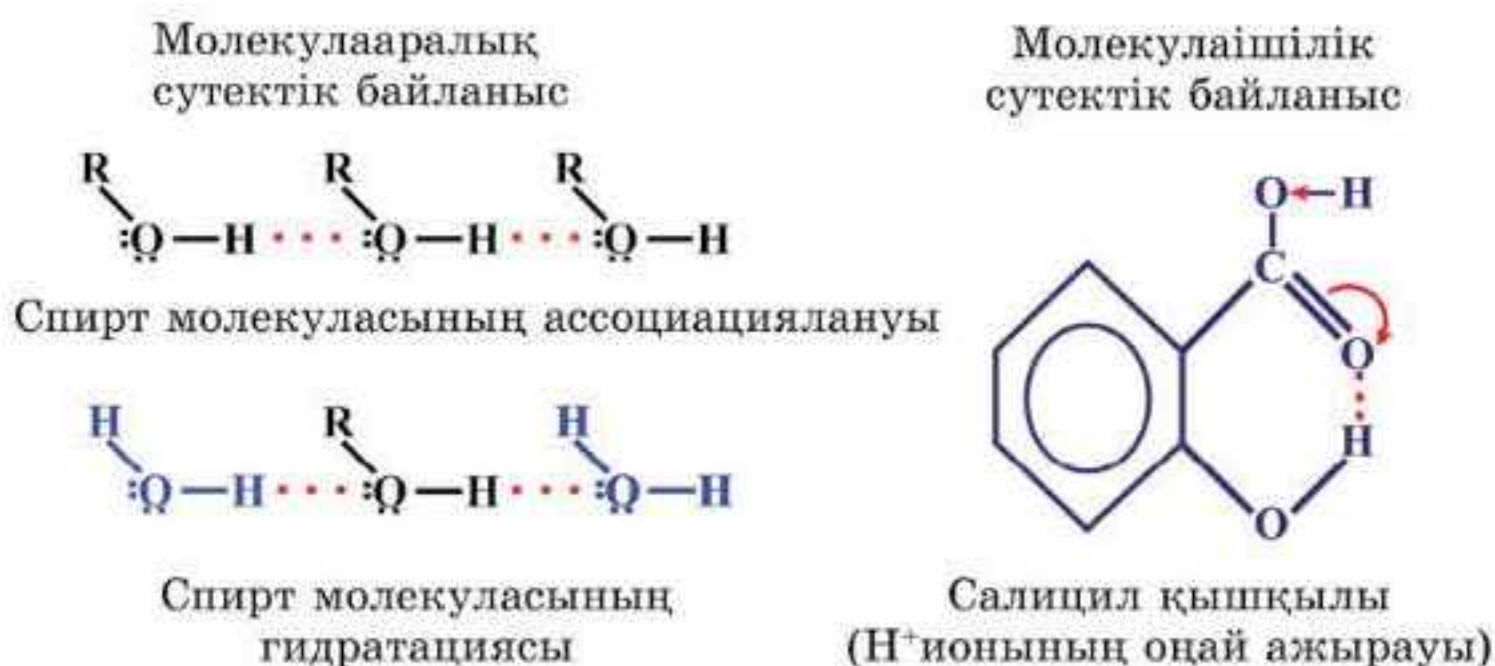
қасиеттеріне өз әсерін тигізеді. Еріткіш молекулаларымен сутектік байланыс түзуге қабілетті заттардың ерігіштігі жақсы болады. Сулы ерітінділерде NH_3 , HF молекулалары бір-бірімен ғана сутектік байланыс түзіп қоймайды, олар су молекулаларымен де сутектік байланыстар түзеді. 1 л суда 700 л аммиак ериді, оның судағы ерігіштігінің осындай жоғары болуы сутектік байланыстың болуымен түсіндіріледі.

Молекулалар арасында пайда болған сутектік байланыс молекулааралық деп аталады.

Молекулалық массалары бірдей, бірақ сутектік байланыстар есебінен ассоциацияланбаған қосылыстармен салыстырғанда молекулааралық сутектік байланысы бар қосылыстардың қайнау температуралары біршама жоғары болады. Мысалы, этанолдың қайнау температурасы ($78,3^\circ\text{C}$), ол диметил эфирінің қайнау температурасынан (24°C) әлдеқайда жоғары. Полюсті еріткіштерде көптеген органикалық қосылыстардың еруі сутектік байланыстың түзілуімен түсіндіріледі. Мысалы, сулы ерітіндіде төменгі спирттердің гидратациялануы жүреді.

Сутектік байланыс молекулалар арасында ғана емес, бір молекула ішінде де пайда болады. Мысалы, салицил қышқылының гидроксил тобындағы $-\text{OH}$ оң зарядталған сутек ($\text{H}^{\delta+}$) пен карбоксил тобындағы $-\text{COOH}$ бөлінбеген электрон жұбы бар ішінара зарядталған оттегі арасында молекулаішілік сутектік байланыс пайда болады.

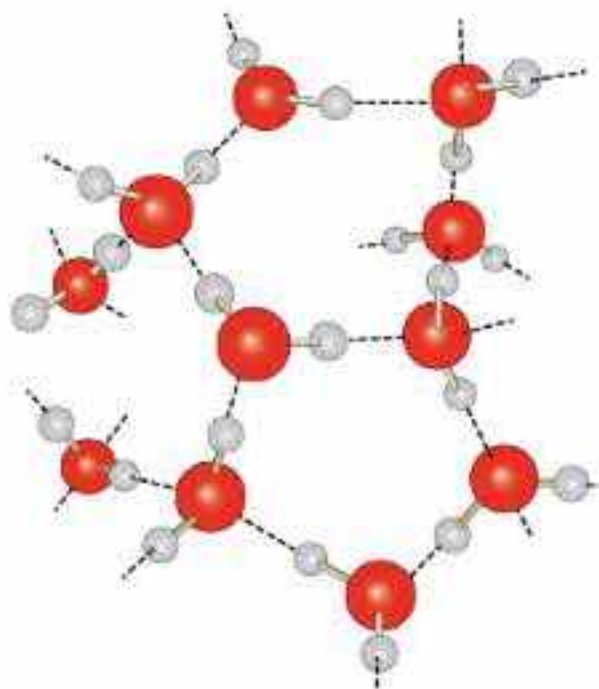
Молекулаішілік сутектік байланысы бар қосылыстар молекулааралық сутектік байланыс түзе алмайды (38-сурет). Сондықтан мұндай байланысы бар заттар ассоциат түзбейді, олардың ұшқыштығы жоғары, тұтқырлығы, қайнау және балқу температуралары молекулааралық байланыстар түзетін изомерлермен салыстырғанда төмендеу. Нәруыздардың, көмірсулардың, нуклеин қышқылдарының кеңістіктік құрылымдарының қалыптасуында сутектік байланыстар маңызды рөл



38-сурет. Молекулааралық және молекулаішілік сутектік байланыстың түзілуі

атқарады. Су тектік байланысы бар заттар молекулалық кристалдық торлар түзеді, мысалы, су (39-сурет).

Химиялық байланыстардың табиғи бірлігі. Химиялық байланыстарды шартты түрде типтерге бөледі, себебі олардың арасында бірлік бар. Бұрын айтқанымыздай, иондық байланыс — коваленттік байланыстың шекті жағдайы. Заттарда “таза” химиялық байланыс жиі кездеспейді. Мысалы, литий фториді LiF иондық қосылысқа жатады, негізінде, оның 80% -ы иондық және 20% -ы коваленттік байланыс. Химиялық байланыстың бір түрі екінші түріне ауысуы мүмкін, мысалы, коваленттік байланысы бар қосылыс судағы электролиттік диссоциацияланудың нәтижесінде иондық қосылысқа айналады; металдар буланғанда металдық байланыс коваленттік полюссіз байланысқа айналады және т.б.



39-сурет. Су молекулаларының кристалдық торы



Су тектік байланыс — бір молекуладағы оң зарядталған сутек ионы (молекуланың бір бөлігі) мен екінші молекуладағы теріс зарядталған ион (молекуланың екінші бөлігі) арасындағы байланыс. Молекулалар арасында пайда болған сутектік байланыс молекулааралық деп аталады. Су тектік байланыс молекулалар арасында ғана емес, молекула ішінде де пайда болады. Молекулаішілік сутектік байланысы бар қосылыстар молекулааралық сутектік байланыс түзе алмайды. Су тектік байланысы бар заттар молекулалық кристалдық торлар түзеді. Химиялық байланыстарды шартты түрде типтерге бөледі, себебі олардың арасында табиғи бірлік бар.



1. Су тектік байланысқа сипаттама беріңдер. Ол қандай жағдайларда түзіледі? Мысалдар келтіріңдер.
2. Берілген заттардың қайсысының балқу температурасы ең жоғары: 1) сахароза, 2) мұз, 3) калий хлориді, 4) йод, 5) натрий?
3. Молекулалар арасында сутектік байланыс түзілетін заттарды көрсетіңдер: метан, аммиак, көміртек (IV) оксиді, фторсутек, су, оттек.
4. Химиялық байланыстың барлық типтерінің табиғи бірлігін дәлелдеңдер.

§ 18. КРИСТАЛДЫҚ ТОРЛАР

Қалыпты жағдайда заттардың үш түрлі агрегаттық күйде болатыны белгілі. “Заттардың физикалық қасиеттеріне оларды құраушы бөлшектер арасындағы химиялық байланыстың табиғаты қалай әсер

Бүгінгі сабақта:

- кристалдық заттардың қасиеттері бөлшектер арасындағы химиялық байланыс пен кристалдық тор түріне тәуелді екенін түсінеміз.

Тірек ұғымдар

- Кристалдық тор:
 - а) атомдық;
 - ә) молекулалық;
 - б) иондық;
 - в) металдық

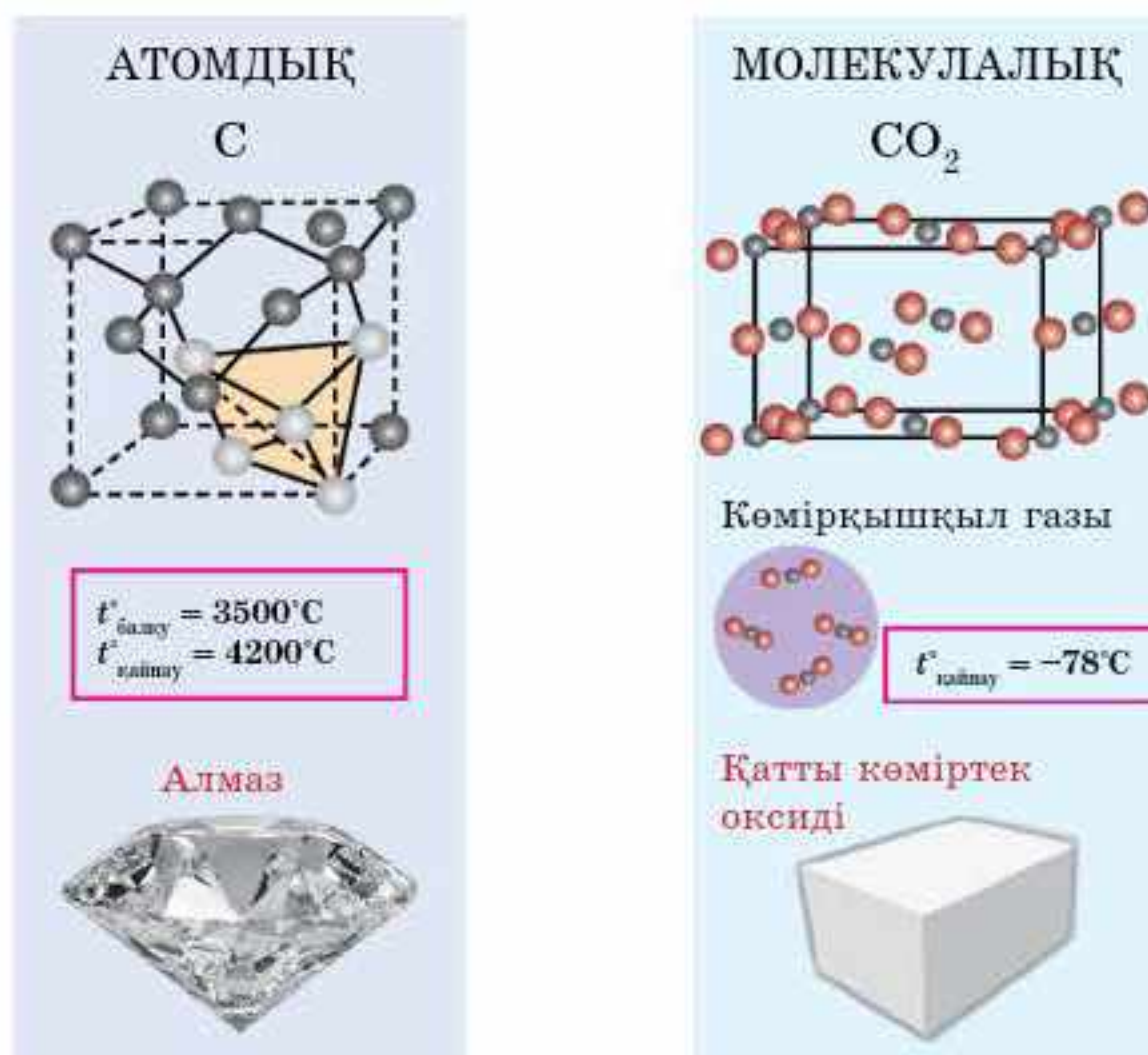
етеді немесе заттың сыртқы белгілері бойынша оны құраушы бөлшектердің арасындағы химиялық байланыстың түрін анықтауға бола ма?” деген сұрақтарға жауап іздеп көрейік. Қатты заттарды құрайтын бөлшектер (атомдар, молекулалар, иондар т.б.) кеңістікте белгілі бір ретпен *кристалдық торлар түзіп орналасады*. Кристалдық тордың түйінінде орналасқан бөлшектер мен химиялық байланыстың түріне сәйкес кристалдық торлар:

а) атомдық; ә) молекулалық; б) иондық; в) металдық болып жіктеледі.

Кристалдық тор түрлерін жеке-жеке қарастырайық.

Атомдық кристалдық тор. Атомдық кристалдық тор түйіндерінде коваленттік полюссіз

байланыспен байланысқан атомдар орналасады. Мысалы: алмаз, графит, бор, кремний, SiC карборунд, SiO₂ кварц, кейбір силицидтер, карбидтер, оксидтер: Al₂O₃, Cr₂O₃; атомдық кристалдық торлы заттардың физикалық қасиеттері: қатты, қиын балқитын, суда ерімейтін заттар (40-сурет).



40-сурет. Атомдық және молекулалық кристалдық торлар

Молекулалық кристалдық тор. Молекулалық кристалдық тор түйіндерінде коваленттік полюс-сіз және коваленттік полюсті байланыспен байланысқан жеке молекулалар орналасады (40-сурет).

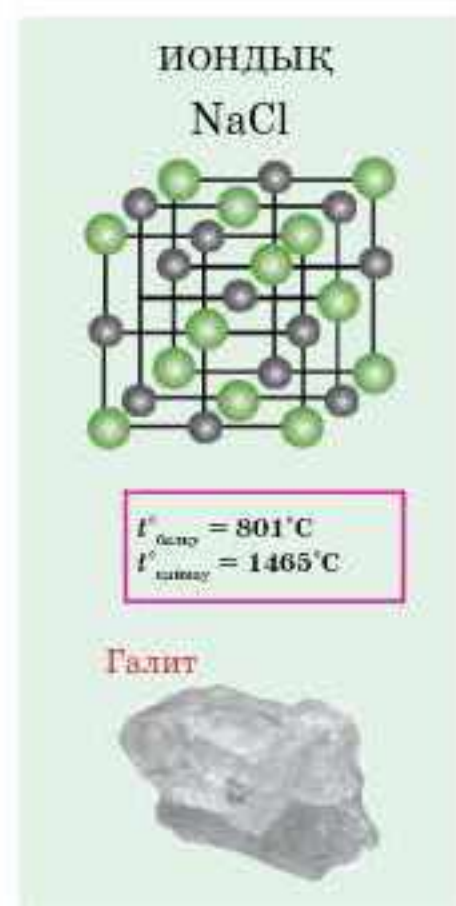
Молекулалар арасындағы байланыс әлсіз болғандықтан, тор оңай бұзылады. Мұндай торлы заттардың көпшілігі газдар: O_2 , N_2 , CO_2 , Cl_2 ; сұйықтықтар: су, спирт, қышқылдар, Br_2 ; қатты заттар: I_2 глюкоза, сахароза. Олар ұшқыш, кристалл күйінде морт сынғыш, қайнау және балқу температуралары төмен заттар. Молекулалық кристалдық тордың түйіндерінде полюсті молекулалар орналасса, кристалдық тордың суда еруі, молекулалардың диссоциациялануы, электр тогын өткізуі мүмкін.

Иондық кристалдық тор. Иондық кристалдық тор иондық байланысы бар қосылыстарға тән. Оған натрий хлоридінің кристалдық торы мысал бола алады (41-сурет). Натрий және хлор иондары өте қатаң тәртіппен (шахмат тәрізді) орналасады. Олардың арасындағы электрстатикалық тартылу күшті болады.

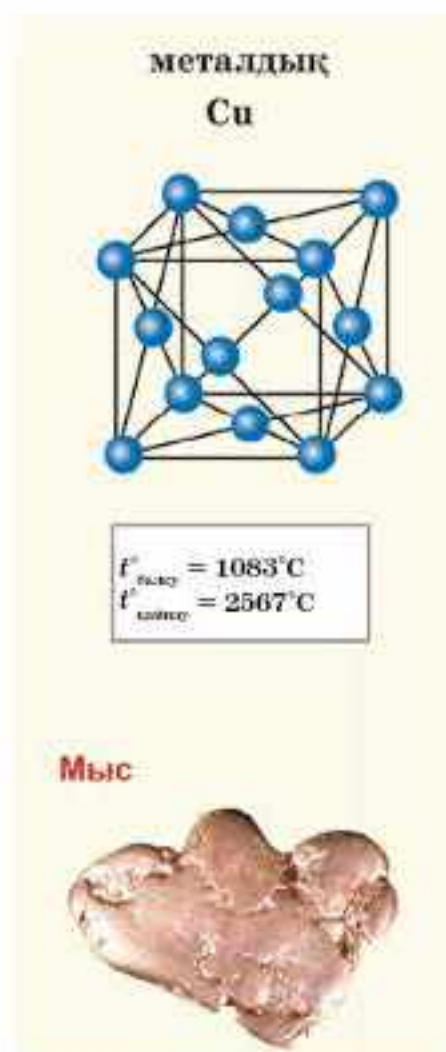
Беріктігі жағынан иондық кристалдық торлар атомдық кристалдардан әлсіз, ал молекулалық кристалдардан берік. Олардың балқу температуралары салыстырмалы жоғары, ұшқыштығы төмен, қатты, ерітінділері мен балқымалары электр тогын өткізеді.

Металдық кристалдық тор. Кристалдық тор түйіндеріндегі оң иондар мен кейбір бейтарап атомдар арасында еркін қозғалатын электрондар болатын тор металдық кристалдық тор деп аталады (42-сурет).

Барлық металдар (сынаптан басқа, Na, Ca, Al, Fe, Cu т.б.) мен құймаларға металдық кристалдық тор тән. Металдардың кристалдық торларының ерекшелігі олардың ортақ физикалық қасиеттерін анықтайды. Металдар электр тогы мен жылуды жақсы өткізеді.



41-сурет. Иондық кристалдық тор



42-сурет. Металдық кристалдық тор



Кристалдық тордың түйінінде орналасқан бөлшектер мен химиялық байланыстың түріне сәйкес кристалдық торлар атомдық, молекулалық, иондық және металдық болып жіктеледі. Кристалдық заттардың қасиеттері бөлшектер арасындағы химиялық байланыс типіне ғана емес, сонымен қатар кристалдық тор түріне де тәуелді.



1. а) Мұз; ә) спирт; б) суды қандай белгілері бойынша молекулалық кристалдық торлы заттарға жатқызуға болады?
2. Мына заттар арасындағы кристалдық торларының түрлерін анықтаңдар:
а) KCl ; ә) SiO_2 ; б) H_2S ; в) Cu .
3. Мына заттардың қайсысының балқу температурасы жоғары болады?
а) $AlCl_3$; ә) KCl ; б) HCl .
4. Кестеде А-дан F-ке дейінгі алты заттың балқу, қайнау температуралары және электрлік қасиеттері көрсетілген.

Зат	$t_{балқу}^{\circ}C$	$t_{қайну}^{\circ}C$	Қатты күйдегі жылуөткізгіштігі	Сұйық күйдегі электрөткізгіштігі
A	-210	-196	Өткізбейді	Өткізбейді
B	777	1627	Өткізбейді	Жақсы өткізеді
C	962	2212	Жақсы өткізеді	Жақсы өткізеді
D	-94	63	Өткізбейді	Өткізбейді
E	1410	2355	Өткізбейді	Өткізбейді
F	1064	2807	Жақсы өткізеді	Жақсы өткізеді

Көрсетілген қасиеттері бойынша сәйкестікті анықтаңдар:

1. Металл.
 2. Азот.
 3. Иондық құрылымды зат.
 4. Бөлме температурасында сұйық зат.
 5. Атомдық құрылымды зат.
 6. Молекулалық құрылымды зат.
5. Кестені дәптерлеріңе сызып, кестедегі бос орындарды толтырыңдар:

Кристалдық тордың түрі	Физикалық қасиеттері	Заттарға мысалдар
Молекулалық		
Иондық	Балқу және қайнау температуралары, қаттылығы жоғары, морт сынғыш, суда жақсы ериді	
	Балқу температуралары әртүрлі, иілімді, созылғыш, жылуды және электр тогын жақсы өткізеді, көпшілігінің суда ерігіштігі нашар	




6. Диаграмма периодтық кестенің қарапайым түрі ұсынылған:

	W																			
	H																			
					S															U
		Z																		P

Диаграмманы пайдаланып, мына сұрақтарға жауап беріңдер. Әр элементті бір немесе бірнеше рет қолдануға болады:

1. Электртерістілігі ең жоғары элемент.
2. Электртерістілігі ең төмен элемент.
3. Қандай элементтер электр тогын өткізбейді?
4. Қандай элементтер электр тогын өткізеді?
5. Қандай элементтер химиялық байланыс түзбейді?
6. Коваленттік полюсті байланыс қандай элементтердің арасында түзіледі?
7. Коваленттік полюссіз байланыс қандай элементтердің арасында түзіледі?
8. Иондық байланыс қандай элементтердің арасында түзіледі?
9. Металдық байланыс түзетін элементтер.
10. Қандай элементтердің арасында балқу температурасы жоғары, қатты күйде электр тогын өткізбейтін, бірақ ерітіндісі мен балқымасы электр тогын өткізетін заттар түзіледі?
11. Қандай элементтер қалыпты жағдайда газ тәрізді заттарды түзеді?

 Құрылысы бойынша рекордмен қосылыстар
1. T_2 — молекуласында ең мықты дара байланыс
2. Хром атомдары және хлор аниондарының сумен арасындағы байланыс — ең мықты төртіншілік байланыс
3. Иіс газы — әртүрлі атомдар арасындағы ең мықты байланыс
4. Азот (III) оксиді — азот атомдары арасында ең әлсіз байланыс
5. Дикубан — ең қысқа C—C байланыс
6. Дициан — ең мықты сутектік байланыс
7. Фторсутек — ең мықты сутектік байланыс
8. Майтоксин (табиғи қосылыс) — көміртек атомдарының саны ең көп қосылыс
9. Тефлон — ең ұзын синтездік полимер
10. Полиэтилен — оңай өндіріледі және көп қолданылады

№ 1-ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС**Коваленттік байланысты заттардың: N_2 , O_2 және алмаздың модельдерін құрастыру**

Ермексазды (пластилин), сіріңке шиін немесе металл өзектерді (шарлар мен өзектердің дайын жиынтығы) пайдаланып, берілген заттардың молекулаларының модельдерін жасаңдар.

Жұмыс барысы

Азот молекуласының моделі. Бір түсті ермексаздан көлемі бірдей екі шар дайындаңдар. Әр шардың бетіне шамамен бірдей арақашықтықта үш нүкте белгілеңдер. Белгіленген нүктелерге өзектерді бекітіңдер.

Оттек молекуласының моделі. Бір түсті ермексаздан көлемі бірдей екі шар дайындаңдар. Әр шардың бетіне шамамен бірдей арақашықтықта екі нүкте белгілеңдер. Белгіленген нүктелерге өзектерді бекітіңдер.

Алмаздың моделі. Бір түсті ермексаздан көлемі бірдей жиырма шақты шар жасаңдар. Әр шардың бетіне бір нүкте белгілеңдер. Шарлардан тетраэдр шығатындай етіп нүктелерге өзектерді бекітіңдер.

Тапсырма: 1. Қосылыстардың құрылыстарын салыстырыңдар.
2. Зат құрылысы тұрғысынан олардың қасиеттерін болжаңдар.

СТЕХИОМЕТРИЯ

§19. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ
СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ ЗАҢДАРЫ

Стехиометрия — әрекеттесуші заттар арасындағы массалық және көлемдік қатынастарды қарастыратын химияның бір саласы.

Атомдар мен молекулалар ашылғаннан кейін атом-молекулалық ілімнің маңызды жаңалықтарының бірі зат массасының сақталу заңын орыс ғалымы Михаил Васильевич Ломоносов 1748 жылы және одан бөлек француз химигі А.Л. Лавуазье 1789 жылы ашты.

Заңның заманауи тұжырымдамасы: **реагенттердің массасы өнімдердің массасына тең болады.**

Атом-молекулалық ілім тұрғысынан бұл заң былайша түсіндіріледі: *химиялық реакциялар барысында атомдардың жалпы саны өзгермейді, тек олар қайта топтасады.* Зат массасының сақталу заңы химияның негізгі заңы болып табылады, химиялық реакциялар бойынша есептеулердің барлығы осы заңға сүйеніп жүргізіледі. Заманауи химияның нақты ғылым ретінде қалыптасуын осы заңның ашылуымен байланыстырады.

Энергияның сақталу заңы зат массасының сақталу заңымен тығыз байланысты: *энергия жоқтан пайда болмайды және із-түзсіз жоғалып кетпейді.* Табиғаттағы барлық процестердің жүруі барысында энергия бір түрден басқа түрге өзгереді. Мысалы, шам батареяларының химиялық энергиясы электр энергиясына, ал электр шамындағы электр энергиясы жылу мен жарыққа айналады.

Көмір — миллиондаған жылдар бұрын тіршілік еткен жануарлар мен өсімдіктердің тығыздалған қалдығы. Олар сол кездерде Күннен энергия алған. Сөйтіп, көмірде химиялық энергияның қоры сақталған. Көмір жанғанда оның химиялық энергиясы жылу энергиясына айналады. Жылу энергиясы суды қыздырады, ал су буланады, бу турбинаны

Бүгінгі сабақта:

- химиядағы негізгі стехиометриялық заңдарды қарастырамыз;
- зат массасы мен энергия сақталу заңының табиғи бірлігін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Стехиометрия
- Атом-молекулалық ілім
- Зат массасының сақталу заңы
- Энергияның сақталу заңы



Антуан Лоран Лавуазье (1743—1794)

Лавуазье — француз химигі, заманауи химияның негізін қалаушылардың бірі. Ауа құрамының күрделі екенін және судың құрамын анықтады, жану мен тотығудың мәнін түсіндірді, химиялық номенклатураның принциптерін белгілеп берді.

айналдырады. Осылайша генератор кинетикалық энергияны қозғалыс энергиясына және электр энергиясына өзгертеді. Көптеген құрылғылар — шамдар, теледидарлар, жылытқыштар, магнитофондар — электр энергиясын тұтынып, оларды дыбысқа, жарыққа және жылуға айналдырады. Біз энергияның бір түрінің басқасына қалай өзгертетінін көрсететін “энергетикалық тізбекті” мысалға келтірдік.

Альберт Эйнштейн дененің массасы мен оның энергиясы (E) арасындағы өзара байланысты мына теңдеумен өрнектеді:

$$E = mc^2,$$

мұндағы c — 300 000 км/с-қа тең вакуумдегі жарық жылдамдығы.

Бұл теңдеу барлық энергетикалық процестерге, сондай-ақ химиялық және ядролық реакцияларға қолданылады. Бұдан шығатын қорытынды — егер жүйенің массасы өзгерсе, онда оның энергиясы да өзгереді және керісінше — жүйенің ішкі энергиясының өзгеруі әрқашан массаның өзгеруімен қатар жүреді.

Химиялық реакциялардың жүруі барысында энергия үнемі бөлінеді немесе сіңіріледі. Сондықтан осы реакцияларға қатысатын заттардың массасы жылу бөлінгенде азайып, ал жылуды сіңіргенде артуы тиіс.



Жаттығулар жасағанда біздің денеміз энергияны алдымен көмірсулардан алады, содан кейін майлардан ала бастайды. Біздің денеміздегі майлар қорытылғанда қандай процестер жүзеге асады?

“Энергия бөліне жүретін химиялық реакциялар барысында неліктен массаның өзгеруі байқалмайды?” деген сұрақ туындайды. Оның себебі c^2 өте үлкен шама болғандықтан химиялық реакцияларда бөлінетін немесе сіңірілетін масса өте аз шамаға ие болады. Мысалы, сутек пен хлор әрекеттескенде бір моль HCl түзілсе, 92,3 кДж жылу бөлінеді. Бұл энергияға бар болғаны 10^{-9} г масса сәйкес келеді.

Эйнштейн теңдеуінің іс жүзінде дұрыстығы, (яғни, масса мен энергияның байланысын) ядролық реакциялардың жүруі барысында



дәлелденді. Себебі химиялық реакцияларға қарағанда ядролық реакцияларда энергия миллиондаған есе көп бөлінеді.

Зат массасының сақталу заңын басшылыққа ала отырып, химиялық реакциялардың теңдеулері құрастырылады және түрлі есептеулер жүргізіледі.

Зат массасының сақталу және энергияның айналу заңдары негізінде жүрген реакциялар барысында заттардың массасын, бөлінетін немесе сіңірілетін энергияны есептеуге мүмкіндік беретін термохимиялық теңдеулер құрастырылады.



Физикалық жаттығулар кезінде біздің денеміз энергияны, ең алдымен, көмірсулардан алады. Денедегі көмірсулар қалай жұмсалады және соңғы өнімдері қандай?



Стехиометриялық заңдардың негізінде химия ғылым ретінде қалыптасты. М.В. Ломоносов зат массасының сақталу заңын энергияның сақталу заңымен байланыстырып, табиғаттың біртұтас заңы ретінде қарастырды. Зат массасының сақталу заңы негізінде реакция теңдеулері құрастырылып, әртүрлі есептеулер жүргізіледі.



1. Зат массасының сақталу заңының заманауи тұжырымдамасы қандай?
 2. Энергияның сақталу заңының тұжырымдамасын айтыңдар.
 3. Энергияның сақталу заңын қандай мысалдармен дәлелдеуге болады?
 4. Зат массасының сақталу заңы мен энергияның сақталу заңы арасында қандай байланыс бар?
 5. Зат массасының сақталу заңының теориялық және практикалық маңыздылығы қандай? Мысалдар келтіріңдер.
1. Массасы 5,6 г калий гидроксиді бар ерітіндіге хлорсутектің артық мөлшерін жіберді. Түзілген тұздың массасы қандай?
Жауабы: 3,65 г.
 2. Массасы 5 г аммиак және 5 г хлорсутекті араластырды. Қай зат артық мөлшерде берілген және қанша мөлшерде артық?
Жауабы: 2,6 г аммиак.
 3. Ерітіндіде 1,27 г темір (II) хлориді және 1,33 алюминий хлоридінің қоспасы бар. Оған жеткілікті мөлшерде күміс нитратының ерітіндісі қосылды. Түзілген тұнбаның массасын табыңдар.
Жауабы: 7,17 г.
 4. Массасы 2 г кальций карбонатының тұнбасын алу үшін кальций гидроксиді ерітіндісінен көміртек (IV) оксидінің қандай көлемін (қ.ж.) өткізу керек?
Жауабы: 0,448 л.
 5. Массасы 12,4 г мыс карбонатын қыздырғанда түзілген газды әк суы арқылы өткізді. Түзілген тұнбаның зат мөлшерін және массасын есептеңдер.
Жауабы: 10 г, 0,1 моль.
 6. Адам организмін рентгендік зерттеуде радиоконтраст заттар пайдаланылады. Алдымен асқазанды суретке түсірмей тұрып, пациентке рентген сәулелерін өткізбейтін

ерімейтін барий сульфатының суспензиясы беріледі. 100 г барий сульфатын алу үшін қанша Na_2SO_4 , BaCl_2 қажет?

Жауабы: 89,3 г BaCl_2 ; 60,9 г Na_2SO_4 .

- 7*. Массасы 110 кг магнитті теміртасты (Fe_3O_4) көміртек (II) оксидімен тотықсыздандырып 65,3 кг темір алды. Өнімнің шығымын және түзілген көміртек (IV) оксидінің көлемін (қ.ж.) есептеңдер.

Жауабы: 79,8%.

§ 20. САЛЫСТЫРМАЛЫ АТОМДЫҚ ЖӘНЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ МАССА

Бүгінгі сабақта:

- химияда салыстырмалы атомдық және молекулалық масса ұғымдарының қолданылу себептерін түсінеміз.

Тірек ұғымдар

- Салыстырмалы атомдық масса
- Салыстырмалы молекулалық масса
- Массаның атомдық бірлігі – м.а.б.

Зерттеудің заманауи әдістері атомның және молекуланың абсолютті массаларын дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Бұл массалар қазіргі заманғы өлшеу жүйелерімен қабылданған өте кіші шамаларға ие.

Мысалы, сутек атомының массасы — $1,674 \cdot 10^{-27}$ кг, оттектің массасы — $2,667 \cdot 10^{-26}$ кг болса, көміртектікі $1,993 \cdot 10^{-26}$ кг-ға тең. Мұндай өте аз шамаларды есептеулерде қолдану (химиялық формулалар және теңдеулер бойынша) қолайсыз. Сондықтан химияда атомның абсолюттік массасының мәндері емес, салыстырмалы массалары пайдаланылады.

Халықаралық бірліктер жүйесінде (ХБЖ) 1961 жылы масса бірлігі ретінде массаның атомдық бірлігі (м.а.б.) қабылданған. “Салыстырмалы атомдық масса” тер-

минінің орнына тарихи қалыптасқан “атомдық масса” терминін қолдануға болады. Ол — көміртек ^{12}C атомы массасының $1/12$ бөлігіне тең шама.

$$1 \text{ м.а.б.} = \frac{m_a(^{12}\text{C})}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Элементтің салыстырмалы атомдық массасы $A_r(\text{Э})$ — физикалық өлшемсіз шама, ол атомның массасы көміртек атомының ^{12}C массасының $1/12$ бөлігінен қанша есе ауыр екенін білдіреді:

$$A_r(\text{Э}) = \frac{m_a(\text{Э})}{\text{м.а.б.}}$$

Сендерге A_r мәндері периодтық кестеде көрсетілетіні мәлім. A_r мәні бойынша элемент атомының массасын (немесе орташа массасын) есептеуге болады:

$$m_a(\text{Э}) = A_r(\text{Э}) \cdot \text{м.а.б.}$$



Нақтылап айтқанда, атомның массасы г, кг-мен ғана емес м.а.б. де өлшенеді. Мысалы:

$$m_a(\text{F}) = A_r(\text{F}) \cdot \text{м.а.б.} = 19 \text{ м.а.б.}$$

$$m_a(\text{F}) = A_r(\text{F}) \cdot \text{м.а.б.} = 19 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 3,15 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 3,15 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

Иондардың массалары шамамен бейтарап бөлшектердің массаларына тең, себебі химияда электронның массасын есепке алмайды.

Заттың салыстырмалы молекулалық массасы — физикалық өлшемсіз шама $M_r(\text{Зат})$, ол молекула массасының көміртек ^{12}C атомының $1/12$ бөлігінің массасының қатынасына тең.

$$M_r(\text{зат}) = \frac{m_M(\text{зат})}{\frac{1}{12}m_a(^{12}\text{C})} = \frac{m_M(\text{зат})}{1 \text{ м.а.б.}}$$

Осыдан молекула массасын немесе оның орташа массасын келесі формуламен есептеуге болады:

$$m_M(\text{зат}) = M_r(\text{зат}) \cdot \text{м.а.б.} = M_r(\text{зат}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = M_r(\text{зат}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Молекула массасы м.а.б., г, кг және т.б. өлшенеді.

Мысалы:

$$m_M(\text{F}_2) = M_r(\text{F}_2) \cdot \text{м.а.б.} = 38 \text{ м.а.б.} = 38 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ (г)} = 6,308 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Практикада M_r мәнін есептеу үшін атомдардың сандарын ескере отырып, элементтердің A_r мәндерінің қосындысын алады. Мысалы:

$$M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + 4A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2A_r(\text{Al}) + 3A_r(\text{S}) + 12A_r(\text{O})$$



Кез келген атомның белгілі бір массасы болады, ол — өте аз шама. Мұндай өте аз шамаларды қолдану өте қолайсыз, сондықтан практикада атомдардың абсолютті массаларының орнына салыстырмалы атомдық масса қолданылады. Бұл сандар берілген элементтің бір атомының массасы көміртек атомының ^{12}C массасының $1/12$ бөлігінен қанша есе ауыр екенін білдіреді.

Салыстырмалы молекулалық масса заттың бір молекуласының массасы көміртек ^{12}C атомының массасының $1/12$ бөлігінен қанша есе ауыр екенін білдіреді. Практикада M_r мәнін есептеу үшін атомдардың сандарын ескере отырып, элементтердің A_r мәндерінің қосындысын алады.



1. Абсолютті атомдық және молекулалық масса дегенді қалай түсінесіңдер?
2. Атомдық массаның бірлігі ретінде не қабылданған?
3. Химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасы деген не?
4. Салыстырмалы атомдық масса және массаның атомдық бірлігі ұғымдарының айырмашылығы неде?

§21. ЗАТ МӨЛШЕРІ. МОЛЬДІК МАССА

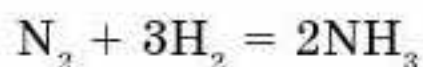
Бүгінгі сабақта:

- масса, мольдік масса және зат мөлшері ұғымдары арасындағы байланысты білеміз.

Тірек ұғымдар

- Моль
- Мольдік масса
- Авогадро тұрақтысы

Заттар бір-бірімен белгілі бір қатынаста әрекеттесетіні сендерге мәлім. Мысалы, аммиак синтезінің реакциясын қарастырайық:



Бұл теңдеудегі коэффициенттер азоттың бір молекуласын аммиакқа айналдыру үшін сутектің үш молекуласы қажет екенін көрсетеді. Егер реакцияға 2 г азот және 10 г сутек қатысса, аммиактың қанша молекуласы түзілер еді?

Бұл сұраққа жауап беру үшін алынған бұл массаларда азот N_2 пен сутектің H_2 қанша молекулалары бар екенін білу қажет. Алайда бұл

молекулалардың (басқа да құрылымдық бөлшектердің) мөлшері мен массалары өте кішкене болғандықтан сандары орасан көп. Құрылымдық бөлшектердің сандарын есептеу үшін СИ жүйесінде зат мөлшері деп аталатын физикалық шама енгізілген.

Зат мөлшері — зат құрамындағы біртекті құрылымдық бөлшектердің (атомдар, молекулалар, иондар, электрондар және басқа кез келген бөлшектер) санын сипаттайтын физикалық шама.

Зат мөлшері — заттың массасы мен көлемдік өлшемдерін г, кг, дм^3 -пен есептейтін макроөлем мен атом-молекулалық деңгейде жүретін микроөлем құбылыстары арасындағы байланыс көпірі іспетті.

Зат мөлшерінің өлшем бірлігі — *моль*.

Моль — көміртектің ^{12}C 12 г (0,012 кг) массасында қанша құрылымдық бөлшек болса, сонша құрылымдық бөлшегі бар заттың мөлшері.

12 г көміртектегі атомдар саны $6,02 \cdot 10^{23}$ (Авогадро саны). $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ — Авогадро тұрақтысы N_A деп аталатын шама, ол:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Сондықтан *моль деп — құрылымдық бөлшек саны $6,02 \cdot 10^{23}$ -іне тең заттың мөлшерін айтуға болады.*

Заттың құрылымдық бөлшектерінің саны бойынша $N(\text{зат})$ химиялық мөлшері мына формуламен анықталады:

$$n(\text{зат}) = \frac{N(\text{зат})}{N_A}.$$

Мольдік масса. *Заттың бір молінің массасын мольдік масса (M) деп атайды. Жеке химиялық элементтер үшін сол элемент атомдарының бір молінің массасы мольдік масса болып есептеледі.*



43-сурет. Зат мөлшері 1 моль заттардың массасы

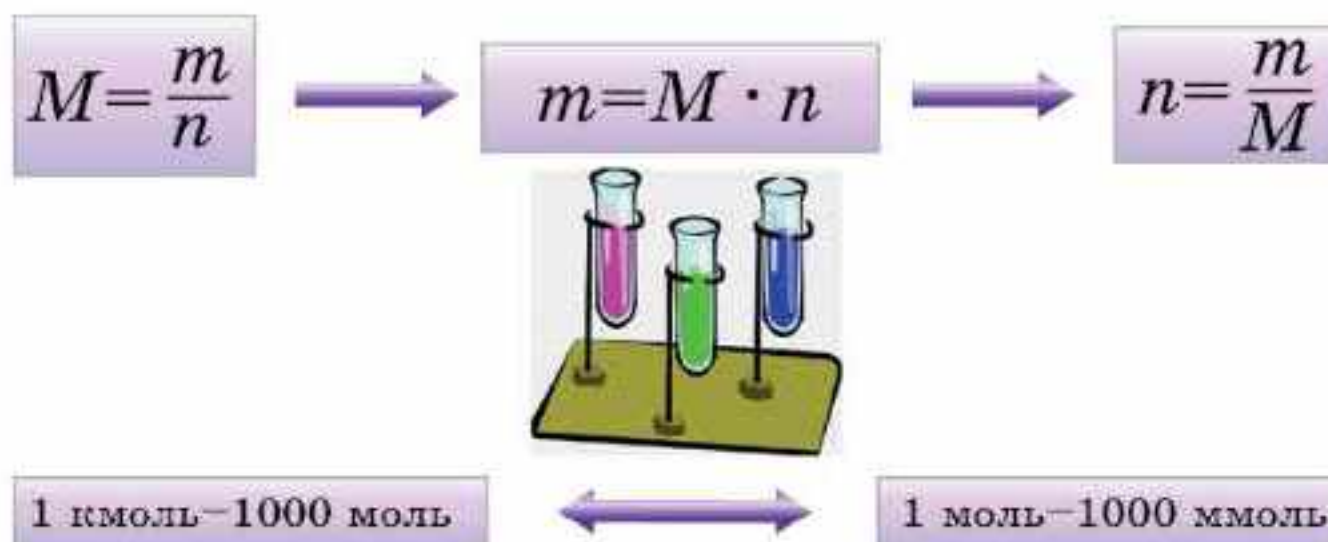
Мольдік масса (M , г/моль) немесе заттың 1 молінің массасы сан жағынан м.а.б. өрнектелген салыстырмалы атомдық және салыстырмалы молекулалық массамен сәйкес келеді. Алайда мольдік масса мен салыстырмалы молекулалық массаның айырмашылығын нақты ажырата білу керек, олар сан жағынан сәйкес болғанымен өлшемдері жағынан айырмашылықтары бар екені түсінікті болар (43-сурет).

Егер массасы m мен зат мөлшері n белгілі болса, заттың мольдік массасын келесі формуламен есептеуге болады:

$$M = \frac{m}{n},$$

мұндағы m — заттың массасы, M — заттың мольдік массасы, ал n — зат мөлшері.

Заттың массасы (m , г), зат мөлшері (n , моль) және мольдік массасы (M , г/моль) арасында қарапайым байланыс бар (44-сурет).



44-сурет. Зат массасы, зат мөлшері, мольдік масса арасындағы байланыс

Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Массасы 8,8 г көмірқышқыл газының зат мөлшерін есептеңдер.

Берілгені:

$$m(\text{CO}_2) = 8,8 \text{ г}$$

$$n - ?$$

Шешуі:

1. Есепті шешу үшін келесі формуланы қолданамыз: $n = \frac{m}{M}$.

2. CO_2 қосылысының мольдік массасын есептейміз:

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44;$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль.}$$

3. CO_2 зат мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{8,8 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль.}$$

Жауабы: $n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль.}$

2-есеп. Массасы 8 г оттектегі молекулалардың санын есептеңдер.

Берілгені:

$$m(\text{O}_2) = 8 \text{ г}$$

$$N(\text{O}_2) - ?$$

Шешуі:

$$M_r(\text{O}_2) = 32,$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль,}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{8 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль,}$$

$$N(\text{O}_2) = N_A \cdot n(\text{O}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 0,25 \text{ моль} = 1,505 \cdot 10^{23}.$$

Жауабы: $N(\text{O}_2) = 1,505 \cdot 10^{23} \text{ молекула.}$



Зат мөлшері — жүйедегі құрылымдық бөлшектердің (атомдар, молекулалар, иондар, электрондар және басқа кез келген бөлшектер) санын сипаттайтын физикалық шама. Зат мөлшерінің өлшем бірлігі — моль. Моль деп құрылымдық бөлшек саны $6,02 \cdot 10^{23}$ тең заттың мөлшерін айтады. Заттың бір молінің массасын мольдік масса (M) деп атайды.



1. Ғалымдар ғылымға неліктен зат мөлшері түсінігін енгізді?
2. Зат мөлшерінің өлшем бірлігі қандай?
3. Моль деген не?
4. Кез келген заттың 1 моль мөлшерінде қанша молекула болады?
5. 1 моль заттың массасы қалай аталады және оның өлшем бірлігі неге тең?
6. Салыстырмалы молекулалық массаның атомдық массадан қандай айырмашылығы бар?

7. а) молекулалардан; ә) атомдардан тұратын заттардың мольдік массаларының сандық мәндері неге тең?
- 1. Кальцийдің бір атомының массасын анықтаңдар. Жауабы: $6,64 \cdot 10^{-23}$ г.
 - 2. Күкірт қышқылының бір молекуласының массасын анықтаңдар. Жауабы: $16,28 \cdot 10^{-23}$ г.
 - 3. Массасы 1 кг судағы молекулалар санын анықтаңдар. Жауабы: $3,34 \cdot 10^{24}$.
 - 4. Егер темір (III) оксидінің бір молекуласының массасы $2,6 \cdot 10^{-22}$ г болса, оның салыстырмалы молекулалық массасы неге тең? Жауабы: 160 г.
 - 5. Атом саны $18 \cdot 10^{23}$ -ке тең H_2S -тің зат мөлшерін анықтаңдар. Жауабы: 1 моль.
 - 6. Зат мөлшері 0,25 моль темір (III) оксидіндегі атомдар санын анықтаңдар. Жауабы: $7,52 \cdot 10^{23}$.
 - 7. Адам организмінде, жалпы алғанда, йод 25 мг-ге жуық (түрлі қосылыстардың құрамында), ал йодтың жалпы массасының жартысы қалқанша безінде орналасқан. а) Қалқанша безінде; ә) адам организмінде тұтастай алғанда қанша йод атомдары болатынын есептеңдер. Жауабы: $5,92 \cdot 10^{18}$; $1,18 \cdot 10^{19}$.
 - 8*. Натрий пероксиді Na_2O_2 ауадағы көмірқышқыл газын сіңіріп, оның орнына оттекті бөледі:
 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2 \uparrow$
 Ғарышкелерінде, суасты қайықтарында және т.б. жабық бөлмелерде ауа алмасуы осылай жүзеге асады: а) 312 г натрий пероксидімен әрекеттесетін көміртек (IV) оксидінің массасын есептеңдер; ә) көмірқышқыл газының осы мөлшері ауаның қандай көлемінде болады? б) Ауаның осы көлемінің массасын есептеңдер. Ауаның тығыздығы $1,2 \text{ кг/м}^3$.
 (Ауадағы CO_2 тығыздығы $0,5 \text{ г/м}^3$). Егер ауаның тығыздығы $1,2 \text{ кг/м}^3$ болса, бұл сендердің сынып бөлмелеріндегі ауа көлемінен қанша есе көп?
Жауабы: $m(CO_2) = 176 \text{ г}$; $V(\text{ауа}) = 352 \text{ м}^3$;
 $m(\text{ауа}) = 422,4 \text{ кг}$.

§ 22. АВОГАДРО ЗАҢЫ. КӨЛЕМДІК ҚАТЫНАСТАР ЗАҢЫ

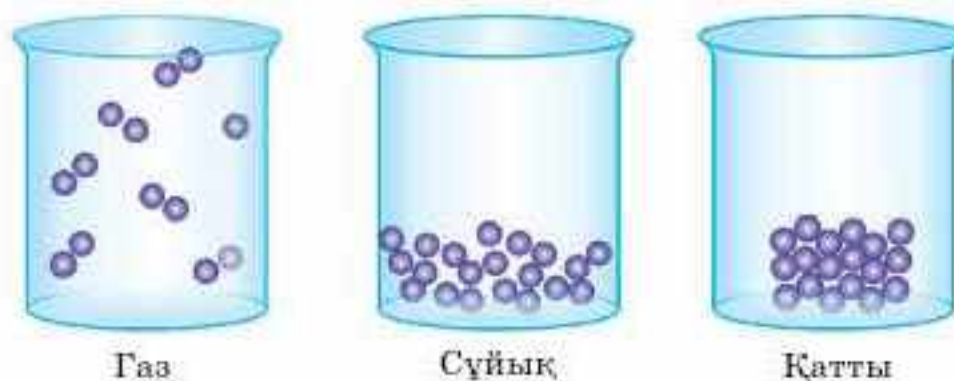
Газдар арасындағы реакциялардың алғашқы сандық зерттеулері француз ғалымы Гей-Люссакқа тиесілі. Ол — газдардың жылулық ұлғаюы туралы танымал заңның авторы. Гей-Люссак реакция нәтижесінде түзілген және реакцияға қатысатын газдардың көлемдерін өлшей отырып, әрекеттесуші газдардың көлемдерінің бір-біріне және олардың әрқайсысының реакция нәтижесінде түзілген газ тәрізді өнімдердің көлемдеріне қатынасы кіші бүтін сандар қатынасындай болатындығын анықтады.

Бүгінгі сабақта:

- Авогадро заңы;
- көлемдік қатынастар заңы туралы білімімізді тереңдетеміз.

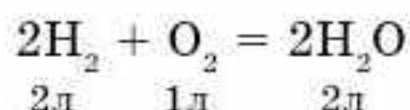
Тірек ұғымдар

- Авогадро заңының салдары
- Мольдік көлем



45-сурет. Түрлі агрегаттық күйдегі заттардың құрылыс модельдері

Мысалы, 2 көлем сутек пен 1 көлем оттектің өзара әрекеттесуінен су буының 2 көлемі түзіледі:



Әрине, көлемді өлшеу кез келген жағдайда бірдей қысым мен бірдей температурада жүзеге асырылады.

Сұйық және қатты күйдегі бөлшектердің арақашықтығымен салыстырғанда газ тәрізді заттың бөлшектерінің арақашықтығы үлкен болады. Бұл арақашықтық газ молекулаларының өлшемінен де әлдеқайда үлкен (45-сурет).

Сондықтан газдың көлемі газдардың молекулаларының көлемімен емес, олардың арақашықтығымен анықталады. Бұл арақашықтық сыртқы жағдайларға — температура мен қысымға тәуелді. Сыртқы жағдай бірдей болғанда әртүрлі газдардың молекулаларының арақашықтығы бірдей болады:

Бірдей жағдайда (T және p бірдей болғанда) әртүрлі газдардың бірдей көлемінде (V) молекулалар саны (N) бірдей болады (Авогадро заңы, 1811 ж.).

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ \text{Егер } T_1 = T_2 \\ p_1 = p_2 \end{array} \right\}, \text{ олай болса } N_1 = N_2,$$

мұндағы V_1, T_1, p_1, N_1 — бір газдың көлемі, температурасы, қысымы және молекула саны;

V_2, T_2, p_2, N_2 — екінші газдың көлемі, температурасы, қысымы және молекула саны.

Мысалы, оттек молекулаларының өлшемі сутек молекулаларынан әлдеқайда үлкен болса да, температура мен қысым бірдей болғанда 1 л сутек пен 1 л оттектің молекула сандары бірдей болады.

Авогадро заңының бірінші салдары

Бірдей жағдайда әртүрлі газдардың бірдей молекулалары бірдей көлем алады:



Егер
$$\left. \begin{matrix} N_1 = N_2 \\ T_1 = T_2 \\ P_1 = P_2 \end{matrix} \right\}, \text{ олай болса } V_1 = V_2.$$

Сыртқы жағдай бірдей болғанда газдың бір молінің көлемі (яғни, $6,02 \cdot 10^{23}$ молекула) тұрақты болып қалады.

Газдың бір молінің көлемі *мольдік көлем* деп аталады және V_m деп белгіленеді.

Газдың мольдік көлемі температура мен қысымға тәуелді (46-сурет). Химияда қалыпты жағдайдағы мольдік көлемді қолданады (27-кесте).

27-кесте

Қалыпты жағдай (қ.ж.)	
0°С температура, немесе 273 К	Қысым 1 атм. (атмосфера) немесе 760 мм сын. бағ. (миллиметр сынап бағанасы) немесе 101325 Па (паскаль) ≈101,3 кПа (килоПаскаль)

Кез келген газдың бір молі қалыпты жағдайда 22,4 л көлем алады.

$$V_m(\text{газ}) = 22,4 \text{ л/моль.}$$

Мысалы, 2 г сутек H_2 (1 моль) және 32 г оттегі O_2 (1 моль) көлемдері бірдей, 22,4 л-ге тең.

Газдың мольдік көлемін V_m біле отырып, кез келген газдың көлемін V , зат мөлшері мен массасын есептеуге болады:

$$V = V_m \cdot n;$$

$$V = V_m \cdot \frac{m}{M}.$$



46-сурет. Газдың мольдік көлемі

Газдардың салыстырмалы тығыздықтарын есептеуге Авогадро заңының екінші салдары қолданылады.

Кез келген заттың тығыздығы ρ — зат массасының m оның көлеміне V қатынасына тең:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Кез келген газдың 1 мольдің массасы мольдік массаға тең болады, ал көлемі мольдік көлемге тең V_m . Сондықтан газдың тығыздығы:

$$\rho_{(\text{газ})} = \frac{M_{\text{газ}}}{V_m}.$$

X және Y екі газын алып, олардың тығыздықтарын, мольдік массаларын $\rho(X)$, $M(X)$ және $\rho(Y)$, $M(Y)$ деп белгілейік. Газдардың тығыздықтары мынаған тең:

$$\rho(X) = \frac{M(X)}{V_m}; \quad \rho(Y) = \frac{M(Y)}{V_m}.$$

Бұл газдардың тығыздықтарының қатынасы $\rho(X)/\rho(Y)$, X газының Y газымен салыстырғандағы тығыздығы деп аталады және $D_Y(X)$:

$$D_Y(X) = \frac{\rho(X)}{\rho(Y)} = \frac{M(X) \cdot V_m}{V_m \cdot M(Y)} = \frac{M(X)}{M(Y)}.$$

Сонымен

Бір газдың екінші газбен салыстырғандағы тығыздығы (M және M_r сан жағынан тең болғандықтан) олардың мольдік немесе салыстырмалы молекулалық массаларының қатынасына тең:

$$D_Y(X) = \frac{M(X)}{M(Y)} = \frac{M_r(X)}{M_r(Y)}.$$

Газдардың салыстырмалы тығыздығы — өлшемсіз шама.

Мысалы, көмірқышқыл газының: а) сутек және ә) ауа бойынша салыстырмалы тығыздығы неге тең?

Шешуі:

$$\text{а) } D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{44}{2} = 22;$$

$$\text{ә) } D_{\text{ауа}}(\text{CO}_2) = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{ауа})} = \frac{44}{29} = 1,5.$$



Әрекеттесуші газдар көлемдерінің бір-біріне және олардың әрқайсысының реакция нәтижесінде түзілген газ тәрізді өнімдерінің көлемдеріне қатынасы кіші бүтін сандар қатынасындай болады.

Бірдей жағдайда (T және p бірдей болғанда) әртүрлі газдардың бірдей көлемінде (V) молекулалар саны



(N) бірдей болады. Бірдей жағдайда әртүрлі газдардың бірдей молекулалары бірдей көлем алады. Сыртқы жағдай бірдей болғанда газдың бір молінің көлемі (яғни, $6,02 \cdot 10^{23}$ молекула) тұрақты болып қалады.

Газдың бір молінің көлемі мольдік көлем деп аталады, V_m деп белгіленеді. Кез келген газдың бір молі қалыпты жағдайда 22,4 л көлем алады. Бір газдың екінші газбен салыстырғандағы тығыздығы олардың мольдік немесе салыстырмалы молекулалық массаларының қатынасына тең.



1. Көлемдік қатынас заңын тұжырымдаңдар.
2. Авогадро заңын тұжырымдаңдар.
3. Қандай жағдайларда газдар Авогадро заңына бағынбайды? Неліктен?
4. Авогадро заңының бірінші салдарын тұжырымдаңдар.
5. Газдың мольдік көлемі деген не?
6. Газдың мольдік көлемі қандай бірлікпен өлшенеді?
7. Авогадро заңының екінші салдарын тұжырымдаңдар.
8. а) Заттың тығыздығы; ә) бір газдың басқа газбен салыстырмалы тығыздығы деген не? Бұл шамалардың өлшем бірліктері қандай?
9. Газдың салыстырмалы тығыздығы неге тең?

- 1. Көлемі 2 л пропенді C_3H_6 жағуға қажетті оттектің көлемін табыңдар. Жауабы: 9 л.
- 2. а) $12,04 \cdot 10^{23}$ молекула хлор Cl_2 ; ә) 2 моль Cl_2 ; б) 14,2 г Cl_2 ; в) $6,02 \cdot 10^{23}$ молекула O_2 қандай көлем алады?
- 3. H_2S , NH_3 , CO_2 , C_2H_6 газдарының ауа бойынша салыстырмалы тығыздықтарын есептеңдер.
- 4. Белгісіз газдың (қ.ж.) тығыздығы 1,34 г/л. а) 11,2 л газдың массасын есептеңдер; ә) осы көлемдегі молекулалар санын; б) 11,2 л газдың зат мөлшерін; в) сутек бойынша тығыздығын есептеңдер.

§ 23. МОЛЯРЛЫҚ КОНЦЕНТРАЦИЯ

Молярлық концентрация 1 л ерітіндідегі еріген заттың зат мөлшерімен анықталады:

$$c = \frac{n}{V},$$

мұндағы c — X затының молярлық концентрациясы (моль/л), n — еріген заттың зат мөлшері (моль); V — ерітінді көлемі (л).

Молярлық концентрация санмен және M әрпімен де белгіленеді, мысалы, 3М КОН.

1-есеп. Көлемі 200 мл ерітіндіде 2,69 г еріген мыс (II) хлориді бар. Ерітіндінің молярлық концентрациясын анықтаңдар.

Бүгінгі сабақта:

- молярлық концентрацияны қолданып есептер шығарамыз.

Тірек ұғымдар

- Ерітінді
- Молярлық концентрация

Берілгені:

$$V_{\text{(ер-ді)}} = 0,2 \text{ л}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 2,69 \text{ г}$$

$$M(\text{CuCl}_2) = 135 \text{ г/моль}$$

$$c(\text{CuCl}_2) \text{ — ?}$$

Шешуі:

Молярлық концентрацияны анықтау формуласы:

$$c(\text{CuCl}_2) = \frac{n(\text{CuCl}_2)}{V_{\text{ер-ді}}}$$

Зат мөлшерін (моль) ескере отырып мынаны аламыз:

$$n(\text{CuCl}_2) = \frac{m(\text{CuCl}_2)}{M(\text{CuCl}_2)}; \quad n = \frac{2,69 \text{ г}}{135 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль},$$

осыдан

$$c = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,1 \text{ моль/л},$$

сан мәндерін орнына қоямыз:

$$c(\text{CuCl}_2) = \frac{2,69}{135 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ моль/л}.$$

Жауабы: $c(\text{CuCl}_2) = 0,1 \text{ моль/л}$ немесе $0,1 \text{ M}$ ерітінді.

2-есеп. Тығыздығы 1030 г/л натрий бромидінің NaBr 4% -дық ерітіндісінің молярлық концентрациясын есептеңдер.

Берілгені:

$$\omega(\text{NaBr}) = 0,04$$

$$\rho_{\text{(ер-ді)}} = 1030 \text{ г/л}$$

$$M(\text{NaBr}) = 103 \text{ г/моль}$$

$$c(\text{NaBr}) \text{ — ?}$$

Шешуі:

$$c(\text{NaBr}) = \frac{n(\text{NaBr})}{V_{\text{ер-ді}}} = \frac{m(\text{NaBr}) \cdot \rho_{\text{(ер-ді)}}}{M(\text{NaBr}) \cdot m_{\text{(ер-ді)}}};$$

$$c(\text{NaBr}) = \frac{\omega(\text{NaBr}) \cdot \rho_{\text{(ер-ді)}}}{M(\text{NaBr})} = \frac{0,04 \cdot 1030}{103};$$

$$c(\text{NaBr}) = 0,4 \text{ моль/л}.$$

Жауабы: $c(\text{NaBr}) = 0,4 \text{ моль/л}$ немесе $0,4 \text{ M}$.



Молярлық концентрация — 1 л ерітіндіде еріген заттың зат мөлшерімен анықталады. Егер 1 л ерітіндіде 1 моль зат еріген болса, ол ерітінді 1 молярлы ерітінді деп аталады.



1. Молярлық концентрация деген не?
2. Молярлық концентрацияның өлшем бірлігі қандай?
3. Молярлық концентрацияны қандай формуламен анықтайды?

- 1. Көлемі $1,2 \text{ л}$ $0,1 \text{ M}$ калий хроматы K_2CrO_4 ерітіндісін дайындау үшін тұздың қанша массасы қажет?

Жауабы: $23,3 \text{ г K}_2\text{CrO}_4$.

- 2. Тығыздығы $1,615 \text{ г/мл}$ -ге тең күкірт қышқылының 70% -дық ерітіндісінің молярлық концентрациясын есептеңдер.

Жауабы: $11,53 \text{ моль/л}$.

- 3. Массасы 21,3 г натрий сульфатын 150 г суда еріткенде тығыздығы 1,12 г/мл ерітінді алынды. Ерітіндінің молярлық концентрациясын есептеңдер.
Жауабы: 0,98 М.
- 4. Калий гидроксиді КОН ерітіндісінің концентрациясы 3,8 моль/л, оның тығыздығы 1,17 г / мл. Осы ерітіндідегі КОН массалық үлесін (%) есептеңдер.
Жауабы: $\omega(\text{KOH}) = 18\%$.
- 5. Уланғанда асқазан жуу үшін антидот ретінде концентрациясы 0,33 моль/л натрий тиосульфатының ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ерітіндісі қолданылады. Натрий тиосульфатының 2 л ерітіндісін дайындау үшін қанша грамм натрий тиосульфаты ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) керек?
Жауабы: 104,28 г.

§ 24. ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МАССАЛЫҚ ҮЛЕСІ БОЙЫНША ЗАТТЫҢ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФОРМУЛАСЫН ҚҰРАСТЫРУ

Молекулалық (нақты) формула — зат молекуласының құрамындағы элемент атомдарының санын көрсететін нақты формула.

Мысалы, C_6H_6 — бензолдың нақты формуласы.

Қарапайым (эмпирикалық) формула — заттағы атомдар сандарының қатынасын көрсетеді.

Мысалы: бензол үшін $\text{C} : \text{H} = 1 : 1$, яғни оның қарапайым формуласы — CH .

Молекулалық формула қарапайым формуламен сәйкес немесе оның еселігіне тең болуы мүмкін.

Егер есепте элементтердің массалық үлестері берілсе, есепті шығару барысында заттың тек қарапайым формуласын табуға болады.

Заттың нақты формуласын құрастыру үшін есептің шартында масса, салыстырмалы немесе абсолютті тығыздығы сияқты мәліметтер беріледі. Олардың көмегімен заттың молекулалық массасын анықтауға болады.

Мысалы. Құрамы 84,21% көміртек және 15,79% сутектен тұратын, ауа бойынша салыстырмалы тығыздығы 3,93-ке тең заттың формуласын анықтаңдар.

Шешуі:

1. Заттың массасын 100 г деп аламыз. Сонда көміртектің С массасы 84,21, сутектің Н массасы 15,79 г-ға тең болады.

2. Әр элементтің зат мөлшерін табамыз:

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{84,21}{12} = 7,0175 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}) = \frac{15,79}{1} = 15,79 \text{ моль}.$$

Бүгінгі сабақта:

- заттардың құрамындағы элементтердің массалық үлестері бойынша заттардың молекулалық (эмпирикалық) формулаларын құрастыруды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Эмпирикалық формула
- Молекулалық формула
- Салыстырмалы тығыздық

3. С және Н атомдарының мольдік қатынастарын анықтаймыз:

$C : H = 7,0175 : 15,79$ (ең кіші санға бөлеміз) $= 1 : 2,25$. (Бүтін сан алу үшін 4-ке көбейтеміз) $= 4 : 9$.

4. Салыстырмалы тығыздық бойынша мольдік массаны есептейміз:

$$M = D_{(ауа)} \cdot 29 = 114 \text{ г/моль.}$$

Қарапайым формулаға C_4H_9 сәйкес, оның мольдік массасы — 57 г/ моль-ге тең, бұл нақты мольдік массадан 2 есе аз. Олай болса, нақты формуласы C_8H_{18} .



1. Құрамында 14,29% сутек бар көмірсутектің азот бойынша салыстырмалы тығыздығы 2-ге тең. Көмірсутектің формуласын анықтаңдар.

Жауабы: C_4H_8

2. Көмірсутек құрамындағы көміртектің массалық үлесі 87,5 %, ал заттың ауамен салыстырмалы тығыздығы 3,31-ге тең. Заттың формуласын анықтаңдар.

Жауабы: C_7H_{12}

3. Көміртектің массалық үлесі 26,67 %, сутек 2,22 %, оттегі 71,11 %-ға тең. Қалыпты жағдайдағы тығыздығы 4,02-ге тең заттың формуласын табыңдар.

Жауабы: $C_2H_2O_4$

4. Күнделікті өмірде өзіне тән иісі бар сұйықтық — ацетон еріткіш ретінде жиі қолданылады. Ацетонда 9 г көміртекке 1,5 г сутек және 4 г оттегі сәйкес келеді. Ацетонның химиялық формуласын анықтаңдар.

Жауабы: C_3H_6O

5. Ұн тағамдарының көтеріліп пісуі үшін қолданылатын заттың құрамында натрий 27,38%, оттегі 57,14%, көміртек 14,29% -ды құрайды. Қалған бөлігі сутекке тиісті. Заттың химиялық формуласын анықтаңдар.

Жауабы: $NaHCO_3$

6. Дефолианттар — жапырақтарды жасанды түрде түсіруге арналған заттар. Оларды пайдалану машинамен жинау жұмысын жеңілдетуге көмектеседі. Дефолианттардың құрамында натрий 21,6%, хлор 33,3% және оттегі 45,1%. Осы заттың химиялық формуласын анықтаңдар.

Жауабы: $NaClO_3$

7. Медицинада кейбір жүйке жүйесінің сырқаттарын емдеуде және жоғары артериялық қысымды төмендетуге қолданылатын ағылшын тұзының құрамы: $\omega(Mg) = 9,86\%$; $\omega(S) = 13,01\%$; $\omega(O) = 71,4\%$; $\omega(H) = 5,73\%$. Оның формуласын анықтаңдар.

Жауабы: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

§ 25. ТЕОРИЯЛЫҚ МҮМКІНДІКПЕН САЛЫСТЫРҒАНДАҒЫ ӨНІМНІҢ ШЫҒЫМЫН ЕСЕПТЕУ

Бүгінгі сабақта:

- өнімнің теориялық мүмкіндікпен салыстырғандағы шығымын есептеуді үйренеміз.

Химиялық процестерде реагенттердің шығынға ұшырауы немесе реакцияның аяғына дейін жүрмеуі және басқа да себептердің нәтижесінде өнім толық мөлшерде алынбайды. Сондықтан нақты шығым теориялық шығымнан төмен болады.

Реакцияның шығымы (η) деп өнімнің іс жүзіндегі массасының ($m_{\text{практ.}}$) теория жүзіндегі массаға ($m_{\text{теор.}}$) қатынасын айтады. Шығым үлеспен немесе пайызбен өрнектеледі.

$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

практикада η , әдетте, 1-ден немесе 100%-дан аз болады.



Есепті шығарудағы алғашқы іс-әрекет — реакция теңдеуі бойынша өнімнің массасын (көлемін, зат мөлшерін) есептеу болып табылады (28-кесте).

Тірек ұғымдар

- Практикалық шығым
- Теориялық шығым

28-кесте

Өнімнің теориялық мүмкіндікпен салыстырғандағы шығымын есептеу

Есепті шығару реті:	Мысалы, көлемі 6,72 л (қ.ж.) азот сутектің артық мөлшерімен әрекеттескенде 6,72 л (қ.ж.) аммиак түзілді. Өнімнің шығымы неге тең?
<p>I. Есептің шартын қысқаша жазып, реакция теңдеуін құрастырыңдар. Есепте мәліметі бар заттардың астын сызыңдар. Бастапқы заттың массасы (көлемі) бойынша зат мөлшерін (моль) есептеңдер:</p> $n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{V}{V_m}$	<p><i>Берілгені:</i> $V(\text{N}_2) = 6,72 \text{ л}$ $V_{\text{практ.}}(\text{NH}_3) = 6,72 \text{ л}$ $\eta(\text{NH}_3) = ?$</p> <p><i>Шешуі:</i> $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 1 моль 2 моль</p> <p>$n(\text{N}_2) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$</p>
<p>II. Реакция теңдеуі бойынша өнімнің зат мөлшерін анықтаңдар. Яғни, теориялық шығымын (егер реакция шығымы 100%-ды құраса) есептеңдер</p>	<p>Теңдеу бойынша: 1 моль (N_2) → 2 моль (NH_3) Олай болса: 0,3 моль (N_2) → 0,6 моль (NH_3) $n_{\text{теор.}}(\text{NH}_3) = 0,6 \text{ моль}$ (немесе 13,44 л)</p>
<p>III. Есептің шарты бойынша алынған өнімнің практикалық массасы (көлемі, мөлшері) теориялық мүмкіндіктің қанша бөлігін құрайтынын анықтаңдар. Мына формуланы пайдаланыңдар:</p> $\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}} \text{ немесе } \eta = \frac{V_{\text{практ.}}}{V_{\text{теор.}}}$ <p>Жауабын көрсетіңдер</p>	<p>Назар аударыңдар:</p> $\frac{V_{\text{практ.}}}{V_{\text{теор.}}} = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор.}}} = \eta$ <p>$n_{\text{практ.}}(\text{NH}_3) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$ $\eta(\text{NH}_3) = \frac{0,3}{0,6} = \frac{6,72}{13,44} = 0,5 = 50\%$ <i>Жауабы:</i> $\eta(\text{NH}_3) = 50\%$</p>



Химиялық процестерде реагенттердің шығынға ұшырауы, реакцияның аяғына дейін жүрмеуі және басқа да себептердің нәтижесінде өнім толық мөлшерде алынбайды. Сондықтан нақты шығым толық алынатын өнім (теориялық) деңгейінен төмен болады. Реакцияның шығымы деп, өнімнің іс жүзіндегі массасының теория

жүзіндегі массаға қатынасын айтады. Шығым үлеспен немесе пайызбен өрнектеледі. Практикада шығым әрқашан 1-ден (немесе 100%-дан) аз болады.



- 1. Массасы 134,4 г натрий гидрокарбонатын алу үшін қанша көлемде көмірқышқыл газы қажет? Өнімнің шығымы 80%-ға тең.

Жауабы: 44,8 л.

- 2. Магний карбонаты мен тұз қышқылы әрекеттескенде 8,96 л көмірқышқыл газы түзілді. Өнімнің шығымы 80% болса, реакцияға неше грамм магний карбонаты қатысқан?

Жауабы: 42 г.

- 3. Азот пен сутек әрекеттескенде 8,5 г өнім алынды. Өнімнің шығымы 20% болса, реакцияға қанша көлем азот қатысқан?

Жауабы: 28 л.

- 4. Металл қышқылдан 16,8 мл (қ.ж.) сутекті ығыстырып шығарды. Бөлінген сутекті байланыстыру үшін азоттың қандай көлемі қажет? Өнімнің практикалық шығымы 15%.

- 5. Жас химик үйірме сабағында калий нитраты мен концентрлі күкірт қышқылын әрекеттестіріп азот қышқылын алуды шешті. Массасы 20,2 г калий нитратынан алынған азот қышқылының массасын есептеңдер. Қышқылдың шығымы 0,80-ге тең.

Жауабы: 10,1г.

- 6. Барий алу үшін барий оксидін алюминиймен тотықсыздандырады. Массасы 4,59 кг барий оксидінен 3,8 кг барий алынды. Барийдің шығымын есептеңдер.

Жауабы: 92,5%.

- 7*. Жер бетіндегі және жер астындағы әктастың қалың қабаты көмірқышқыл газы еріген топырақ суларының әсерінен бұзылады. 10 моль CO_2 еріген су кальций карбонатының CaCO_3 қандай массасын ерімтал тұз кальций гидрокарбонатына $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ айналдыруы мүмкін? Химиялық еру реакциясы үшін практикалық шығым 90%-ға тең деп есептеңдер.

§ 26. ҚҰРАМЫНДА БЕЛГІЛІ ҚОСПАСЫ БАР БАСҚА ЗАТТЫҢ МАССАСЫН (КӨЛЕМІН) РЕАКЦИЯ ТЕҢДЕУІ БОЙЫНША ЕСЕПТЕУ

Бүгінгі сабақта:

- қоспадағы құрауыштардың массалық және көлемдік үлестері туралы ұғымдармен танысамыз және оларды пайдаланып, есептер шығаруды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Масса
- Заттың массалық үлесі
- Қоспа

Күнделікті тіршілігімізде таза заттар сирек кездеседі, мысалы, дистильденген су. Көп жағдайда біз заттардың қоспаларын кездестіреміз. Мысалы, әктас кальций карбонаты мен әртүрлі қоспалардан тұрады. Сондықтан есеп шығарғанда *қоспа* және *таза зат* ұғымдарын қолдануға тура келеді. Қоспаның массасын немесе көлемін 100% деп алып, қоспаның массалық үлесін ω , көлемдік үлесін ϕ деп белгілейді. Есептеу кезінде мына формулалар қолданылады:

$$\omega(\text{қоспа}) = \frac{m(\text{қоспа})}{m(\text{таза зат} + \text{қоспа})} \cdot 100\% ;$$

$$\phi(\text{қоспа}) = \frac{V(\text{қоспа})}{V(\text{таза зат} + \text{қоспа})} \cdot 100\% .$$

Мұндай есептерді шығару үшін қоспасыз таза заттың массасын немесе көлемін анықтап, сол бойынша өнімнің немесе бастапқы заттың мөлшерін есептейді.

1-есеп. Құрамында 3,85% қоспасы бар 52 г кальций карбонатын тұз қышқылында еріткенде, қанша кальций хлориді түзіледі?

Шешуі:

1-тәсіл: Пропорция арқылы шешу.

1. Кальций карбонатындағы CaCO_3 қоспаның массасын табамыз:

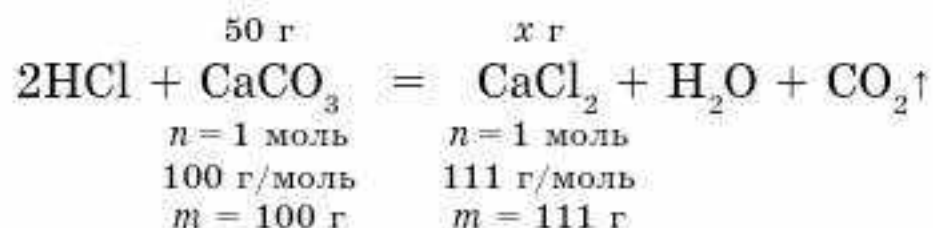
$$m(\text{қоспа}) = \frac{\omega(\text{қоспа}) \cdot m(\text{CaCO}_3 + \text{қоспа})}{100\%};$$

$$m(\text{қоспа}) = \frac{3,85\% \cdot 52 \text{ г}}{100\%} = 2 \text{ г.}$$

2. Таза кальций карбонатының массасын табамыз:

$$m(\text{CaCO}_3) = 52 - 2 = 50 \text{ г.}$$

3. Реакция теңдеуін жазып, кальций карбонаты формуласының үстіне оның массасын 50 г деп жазамыз, өйткені реакцияға таза зат қатысады. Зат формулаларының үстіне қажетті шамаларды қоямыз.



4. Пропорция құрып, оны шешеміз:

$$\frac{50 \text{ г}}{100 \text{ г}} = \frac{x \text{ г}}{111 \text{ г}},$$

бұдан $x = 55,5 \text{ г.}$

Жауабы: 55,5 г.

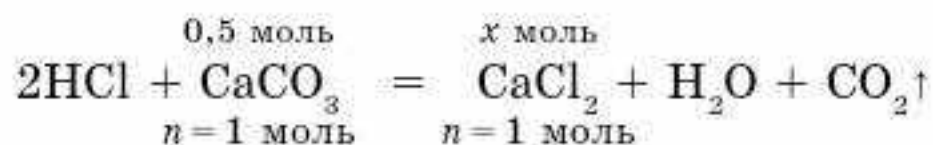
2-тәсіл. Зат мөлшері арқылы шешу

1. Бірінші тәсілдегідей қоспа мен таза заттың массасын 1- және 2-амал бойынша табамыз.

2. Кальций карбонатының зат мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{50 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

3. Химиялық реакция теңдеуін жазып, заттардың үстіне зат мөлшерлерін қоямыз:



Кальций хлоридінің зат мөлшерін есептейміз.

$$n(\text{CaCl}_2) = 0,5 \text{ моль.}$$

Енді кальций хлоридінің массасын есептейміз:

$$m(\text{CaCO}_3) = M \cdot n = 111 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 55,5 \text{ г.}$$

Жауабы: 55,5 г.

2-есеп. Массасы 18 г AlCl_3 және 2 г қоспадан тұратын техникалық алюминий хлориді үлгісіндегі қоспаның массалық үлесін (%) анықтаңдар.

Шешуі: үлгінің массасы алюминий хлоридінің массасы мен қоспаның массасының қосындысына тең:

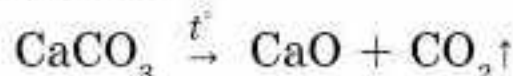
$$m(\text{үлгі}) = m(\text{AlCl}_3) + m(\text{қоспа}) = 18 + 2 = 20 \text{ г.}$$

2-теңдеу бойынша қоспаның массалық үлесін есептейміз:

$$\omega(\text{қоспа}) = \frac{m(\text{қоспа})}{m(\text{үлгі})} \cdot 100\% = \frac{2}{20} \cdot 100\% = 10\%.$$

3-есеп. Кальций карбонаты мен кальций оксидінен тұратын 15,6 г үлгіні қыздырды. Нәтижесінде 2,24 л (қ.ж.) газ бөлінді. Үлгідегі кальций оксидінің массалық үлесін (%) анықтаңдар.

Шешуі: қыздыру кезінде кальций карбонаты (кальций оксиді қыздыруға тұрақты) ыдырайды:



Түзілген көміртек диоксидінің мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль.}$$

Реакция теңдеуіне сәйкес:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2); n(\text{CaCO}_3) = 0,1 \text{ моль.}$$

CaCO_3 массасын есептейміз:

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ г.}$$

$$m(\text{CaO}) = 15,6 - 10 = 5,6 \text{ г.}$$

Үлгідегі CaO массалық үлесін анықтаймыз:

$$\omega(\text{CaO}) = \frac{m(\text{қоспа})}{m(\text{үлгі})} \cdot 100\% = \frac{5,6}{15,6} \cdot 100\% = 35,9\%.$$

Жауабы: $\omega(\text{CaO}) = 35,9\%$.

4-есеп. Массасы 0,3 г көміртекті толық жаққанда алынған көміртек (IV) оксидін массасы 200 г, массалық үлесі 3,42% барий гидроксиді ерітіндісі $\text{Ba}(\text{OH})_2$ арқылы өткізді. Тұнбаның массасын анықтаңдар.

Шешуі: көміртектің жану реакциясының теңдеуін жазамыз:





Көміртектің зат мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{0,3}{12} = 0,025 \text{ моль.}$$

Реакция теңдеуіне сәйкес:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}); n(\text{CO}_2) = 0,025 \text{ моль.}$$

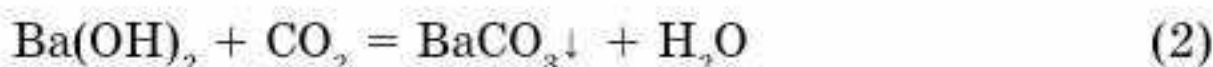
$\text{Ba}(\text{OH})_2$ -нің ерітіндідегі массасын есептейміз:

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{\omega \cdot m(\text{ерітінді})}{100\%} = \frac{3,42 \cdot 200}{100\%} = 6,84 \text{ г.}$$

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ -нің зат мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Ba}(\text{OH})_2)}{M(\text{Ba}(\text{OH})_2)} = \frac{6,84 \text{ г}}{171 \text{ г/моль}} = 0,04 \text{ моль.}$$

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ барий гидроксиді көміртек оксидімен CO_2 келесі теңдеу бойынша реакцияға түседі:



Химиялық реакция теңдеуіне сәйкес 0,025 моль көміртек оксиді CO_2 0,04 моль барий гидроксидімен $\text{Ba}(\text{OH})_2$ реакцияға түседі. Демек, барий гидроксиді артық мөлшерде, сондықтан тұнбаның BaCO_3 массасын CO_2 бойынша есептейміз.

Демек,

$$n(\text{BaCO}_3) = n(\text{CO}_2); n(\text{BaCO}_3) = 0,025 \text{ моль.}$$

Тұнбаның массасы:

$$m(\text{BaCO}_3) = n(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 0,025 \cdot 197 = 4,93 \text{ г.}$$

Жауабы: $m(\text{BaCO}_3) = 4,93 \text{ г.}$



Кейде есеп шығарғанда қоспа және таза зат ұғымдарын қолдануға тура келеді. Бұндай есептерді шығару үшін қоспасыз таза заттың массасын немесе көлемін анықтап, сол бойынша өнімнің немесе бастапқы заттың мөлшерін есептейді.



1. Көмірдегі көміртектің массалық үлесі 95%. 54 г қорғасын (II) оксидін тотықсыздандыру үшін осы көмірдің қандай массасы жұмсалады? Көміртек көміртектің (II) оксидіне дейін тотығады.
Жауабы: 5,05 г.
2. Массасы 187,5 г көмір жанғанда көлемі 336 л (қ.ж.) көміртек (IV) оксиді түзіледі. Көмірдегі көміртектің массалық үлесін есептеңдер.
Жауабы: 96%.
3. Құрамында кальций карбонаты бар 100 г кенді өртегенде 19,6 л (қ.ж.) газ бөлінді. Кендегі кальций карбонатының массалық үлесін есептеңдер.
Жауабы: 87,5%.

- 4. Мыс пен темірдің 20 г қоспасын тұз қышқылының артық мөлшерімен әрекеттестіргенде 5,6 л (қ.ж.) газ бөлінді. Металдардың қоспадағы массалық үлесін анықтаңдар.
Жауабы: 70% темір, 30% мыс.
- 5. Калий перманганаты мен калий хлоратынан тұратын массасы 8,06 г қоспаны айырғанда 1,568 л (қ.ж.) оттегі түзілді. Қоспаның құрамындағы заттардың массасын есептеңдер.
Жауабы: 3,16 г $KMnO_4$; 4,9 г $KClO_3$
- 6. Алюминий мен мырыштан тұратын массасы 2 г құйманы сілті ерітіндісімен өңдеді. Нәтижесінде 1,904 л (қ.ж.) сутек бөлінді. Қоспадағы металдардың массалық үлестерін есептеңдер.
Жауабы: 32,5% Zn, 67,5% Al
- 7. Көлемдері 67,2 м³ сутек пен 44,8 м³ азот арасында (қ.ж.) реакция жүргізді. Алынған аммиактың көлемі қандай газбен ластанған?
Жауабы: V: 44,8 м³; V(N₂) = 22,4 м³.
- 8. Көлемі 1,6 л (қ.ж.) көміртек (IV) оксиді мен азоттың қоспасын әк суы арқылы өткізгенде 2 г тұнба түзілді. Қоспадағы газдардың көлемдік үлесін анықтаңдар.
- 9. Құрамында 0,1% қоспасы бар массасы 2 г ас содасын сірке қышқылымен өңдегенде түзілген көмірқышқыл газы бисквитті торттың қанша көлем (қ.ж.) шұрықтарын толтырады? Реакция сызбанұсқасы:
 $NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$
Жауабы: V (CO₂) = 0,53 л.
- 10*. Қоймада құрамында 4% қоспасы бар 10 кг аммоний сульфаты мен 2% қоспасы бар 2 кг сөндірілген әк дұрыс сақталмаған. Егер көктемде 200 г әк қалса, неше литр аммиак қойманың желдеткішінен ұшып кеткен? Қанша килограмм аммоний сульфаты бақшаға себілмеді?
Жауабы: V(NH₃) = 1,065 л ұшып кетеді;
 $m_2(NH_4)_2SO_4 = 3,14$ кг-ы бақшаға себілмеді.

§27. БАСТАПҚЫ ЗАТТАРДЫҢ БІРЕУІ АРТЫҚ МӨЛШЕРДЕ АЛЫНҒАНДАҒЫ РЕАКЦИЯ ӨНІМІНІҢ МАССАСЫН (КӨЛЕМІН) ЕСЕПТЕУ

Бүгінгі сабақта:

- артық және кем ұғымдарын пайдаланып, типтік есептер шығаруды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Моль, мольдік масса
- Масса
- Заттың артық мөлшері
- Заттың кем мөлшері

Мұндай типті есептің шартында әрекеттесуші екі заттың массасы немесе көлемі көрсетіледі, оның біреуі артық мөлшерде болады. Сондықтан есептерді шығару кезінде артық мөлшерде алынған затты анықтау қажет.

Реакция өнімінің массасы немесе көлемі кем мөлшерде алынған зат бойынша есептеледі. Себебі зат кем мөлшерде реакцияға толық түседі.

Есепті шығару алгоритмі:

1. Есептің шартын мұқият оқу.
2. Не берілгенін, нені табу керек екенін жазу.
3. Есептің шарты бойынша химиялық реакцияның теңдеуін құру.

4. Есепте берілген және табу керек заттың астын сызу.

5. Асты сызылған заттардың әрқайсысының мольдерін жазу (теңдеу бойынша).



6. Формула бойынша бастапқы заттардың әрқайсысының зат мөлшерін табу:

$$n = \frac{m}{M} \text{ немесе } n = \frac{V}{V_m},$$

M — заттың мольдік массасы; V_m — мольдік көлем = 22,4 л/моль.

7. Есептің шарты бойынша сызылған заттардың үстіне, массасын (көлемін) анықтауға тиісті заттың үстіне x таңбасын қою.

8. Теңдеу және есептің шарты бойынша мөлшерлердің қатынастарын анықтау, қорытынды жасау. Артық мөлшердегі затты табамыз, ол есеп шығарғанда ескерілмейді.

9. Кем (аз) мөлшердегі зат бойынша пропорция құрып, есепті шығару.

10. Реакция өнімінің мөлшерін (моль) тапқаннан кейін, оны есептің шарты бойынша массаға (көлемге) айналдыру.

Есеп. Біріншісінде 522 г барий нитраты бар, ал екіншісінде 500 г калий сульфаты бар ерітінділерді араластырғаннан кейін түзілген тұнбаның массасын есептеңдер.

Берілгені:

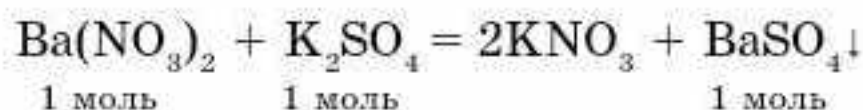
$$m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 522 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 500 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = ?$$

Шешуі:

1. Реакция теңдеуін жазып, берілген затты және табуға тиіс заттың астын сызамыз. Теңдеудегі асты сызылған заттардың барлығының зат мөлшерін формулалардың астына жазамыз.



$$M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 261 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}.$$

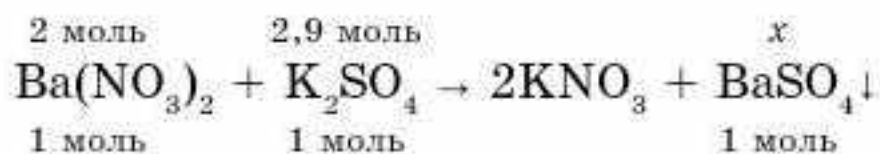
2. Формула бойынша бастапқы заттардың әрқайсысының зат мөлшерін анықтаймыз:

$$n = \frac{m}{M};$$

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{522 \text{ г}}{261 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль};$$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{500 \text{ г}}{174 \text{ г/моль}} = 2,9 \text{ моль}.$$

3. Теңдеудің үстіне берілген заттардың зат мөлшерін жазып, тұнбаның үстіне x таңбасын қоямыз.



4. Заттардың қайсысы артық мөлшерде екенін табу үшін бөлшектерді салыстыру керек:

$$\frac{2}{1} < \frac{2,9}{1} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ артық мөлшерде алынған. Есепті аз мөлшерде}$$

алынған $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ арқылы шығарамыз.

5. Пропорция құрамыз: $\frac{2}{1} = \frac{x}{1}$, $x = 2$ моль.

6. Тұнбаның массасы белгісіз, сондықтан зат мөлшерін қолданып, формула бойынша массаны есептейміз: $m = n \cdot M$.

$$m(\text{BaSO}_4) = 2 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 466 \text{ г.}$$

Жауабы: $m(\text{BaSO}_4) = 466 \text{ г.}$



Артық және кем мөлшердегі есептерді шығаруда қай зат артық мөлшерде алынғанын анықтау қажет. Реакция өнімінің массасы немесе көлемі кем мөлшерде алынған зат бойынша есептеледі. Себебі зат кем (аз) мөлшерде реакцияға толық түседі.



1. Массасы 47 г калий оксиді 40 г азот қышқылы ерітіндісімен әрекеттесті. Түзілген калий нитратының массасын есептеңдер.
Жауабы: 60,6 г.
2. Зат мөлшері 0,1 моль магний оксиді 15 г азот қышқылы ерітіндісімен әрекеттесті. Алынған тұздың массасын есептеңдер.
Жауабы: 14,8 г.
3. Массасы 7,3 г хлорсутек пен 5,6 л (қ.ж.) аммиак әрекеттескенде түзілген тұздың массасын есептеңдер.
Жауабы: 10,7 г.
4. Массасы 13 г мырыш 30 г күкірт қышқылымен әрекеттескенде бөлінген сутектің көлемін (қ.ж.) есептеңдер.
Жауабы: 4,48 л.
5. Массасы 24 г көмірді жағу үшін 67,2 л (қ.ж.) оттегі жұмсалды. Түзілген көмірқышқыл газының көлемін есептеңдер.
Жауабы: 44,8 л.
6. Массасы 19,6 г мыс (II) гидроксидін термиялық айырғанда түзілген мыс оксидін тотықсыздандыру үшін қанша көлем (қ.ж.) сутек қажет?
Жауабы: 4,48 л.
- 7*. Массасы 12,8 г металл 60%-дық азот қышқылының артық мөлшерімен әрекеттескенде, 8,96 л (қ.ж.) қоңыр түсті газ және құрамында металдың тотығу дәрежесі +2 болатын тұз түзіледі. Металды анықтаңдар.
8. Массасы 3,7 г кальций гидроксидінің сулы ерітіндісіне көлемі 1,68 л (қ.ж.) көміртек (IV) оксидін сіңірді. Түзілген тұнбаның массасын анықтаңдар.
Жауабы: $m(\text{CaCO}_3) = 2,5 \text{ г.}$
- 9*. Массасы 8 г күкіртті 10,5 г темірмен қосып қыздырды. Алынған өнімді артық мөлшердегі тұз қышқылының ерітіндісімен өңдеді. Түзілген газ көлемін (қ.ж.) анықтаңдар.
Жауабы: 5,6 л.

ТЕРМОДИНАМИКАҒА КІРІСПЕ

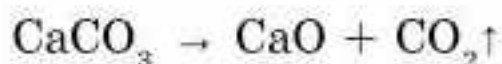


§ 28. ІШКІ ЭНЕРГИЯ МЕН ЭНТАЛЬПИЯ

Кез келген реакцияның жүретінін немесе жүрмейтінін алдын ала білу — химиктердің алдында тұрған басты міндеттердің бірі. Әрине, кез келген реакцияның теңдеуін қағазға жазуға болады, бірақ ол реакция іс жүзінде жүре ме, әлде жүрмей ме?

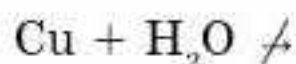
Мына екі реакцияны қарастырайық:

1. Әктасты өртеу:



Бұл процесс жүзеге асу үшін әктасты жоғары температурада қыздыру керек. Демек, реакция жоғары температурада жүреді.

2. Су құрамынан сутекті мыстың көмегімен тотықсыздандыру:



Бұл реакцияны ешқандай жағдайда жүзеге асыру мүмкін емес! Реакцияның жүру мүмкіндігін эксперимент арқылы тексеру, әрине, қиын әрі тиімді емес. Бірақ бұл сұраққа теориялық тұрғыдан термодинамиканың заңдарына сүйеніп жауап беруге болады. Табиғаттың маңызды заңдарының бірі (термодинамиканың бірінші заңы) — **энергияның сақталу заңы: энергия жоқтан пайда болмайды және жоғалып та кетпейді, тек бір түрден екінші түрге ауысады.** Жалпы алғанда, кез келген дененің энергиясы: кинетикалық, потенциалдық, ішкі деп бөлінетін негізгі үш түрінен құралады. Химиялық реакция үшін осы энергиялардың қайсысы маңызды десек, әрине, ішкі энергия! Оның кейбір жақтарын (аспектілерін) қарастырайық.

Ішкі энергия. Әртүрлі заттар әрекеттескенде жылудың бөлінуі (мысалы, метанның жануы), осы заттардың (метан мен оттектің) өзінің жасырын энергиясы болады деген ойға жетелейді. Химиялық реакциялар мен физикалық құбылыстар (судың конденсациясы) нәтижесінде бөлінетін заттардың жасырын энергиясы *ішкі энергия* деп аталады, ол *U* әрпімен белгіленеді. Химиялық өзгерістер кезінде заттардағы

Бүгінгі сабақта:

- ішкі энергия мен энтальпияның өзгерісі жылу эффектісі екенін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Ішкі энергия
- Энтальпия
- Жылу эффектісі

энергияның бір бөлігі бөлінеді. Химиялық реакция кезінде түзілген жылу мөлшерін, яғни реакцияның жылу эффектісін өлшей отырып, энергия қорының өзгерісін байқаймыз.

Кез келген затты құрайтын атомдар немесе молекулалар ретсіз қозғалады. Сондықтан әр бөлшектің *кинетикалық энергиясы* E_k болады.

Сонымен қатар зат бөлшектері бір-бірімен электрлік тартылу және тебілу күштерімен, яғни ядролық күштермен әрекеттеседі. Ендеше затты құрайтын барлық бөлшектер тағы потенциалдық энергияға E_n ие.

Бөлшектердің жылулық қозғалысы мен олардың өзара әсерінің потенциалдық энергиясы бірігіп энергияның жаңа түрі ішкі энергияны құрайды, әрине, бұл дененің механикалық энергиясынан бөлек. Сонымен заттың (жүйенің) ішкі энергиясы U — осы затты құрайтын барлық бөлшектердің энергиясы, ол кинетикалық және потенциалдық энергиялардан тұрады:

$$U = \sum E_k + \sum E_n.$$

Ішкі энергия, сонымен қатар электрондардың, протондардың нейтрондардың қозғалысы мен өзара әрекеттесу энергиясы (47-сурет).

Ішкі энергия — дененің жылулық күйінің сипаттамасы. Ішкі энергия зат күйіне тәуелді. Жүйенің ішкі энергиясының өзгерісін ΔU анықтауға болады. Мысалы, қандай да бір процесс нәтижесінде жүйе A жұмысын жасап, сыртқы ортадан Q энергия сіңірді, сөйтіп, бастапқы күйден (1) соңғы (2) күйге ауысты. Термохимиялық теңдеулерде жүйеден бөлінген энергия оң саналса, ал термодинамиканың теңдеулерінде жүйенің сіңірген жылуы оң саналады. Жүйенің ішкі энергиясының өзгерісін былай өрнектейміз:

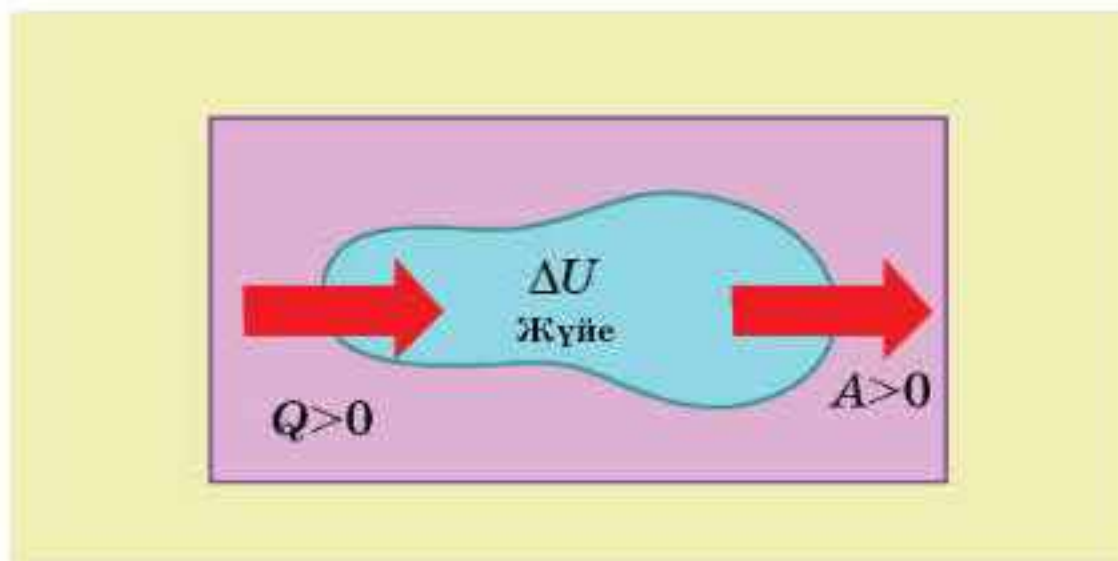
$$U_2 = U_1 + Q - A, \quad (1)$$

мұндағы U_1 мен U_2 — жүйенің бастапқы (1) және соңғы (2) күйіндегі ішкі энергиясы. Егер ішкі энергиялар айырмасын $U_2 - U_1 = \Delta U$ десек, онда теңдеу:

$$\Delta U = Q - A. \quad (2)$$



47-сурет. Ішкі энергия



48-сурет. Ішкі энергияның өзгерісі

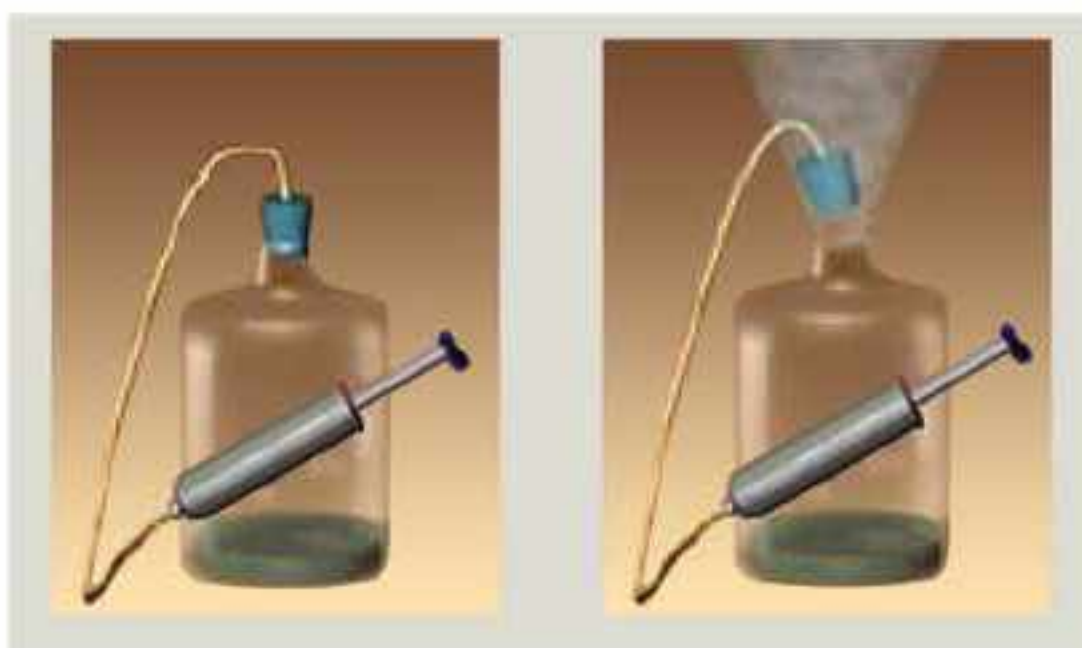
Бұл теңдеу энергия сақталу заңына сәйкес, ішкі энергияның өзгерісі процестің жүру жолынан тәуелсіз, тек жүйенің бастапқы және соңғы күйімен анықталады. Дегенмен энергияның қаншасы жұмыс жасауға жұмсалатыны, ал қаншасы жылуға айналатыны процесті жүргізу әдісіне байланысты (48-сурет).

Ішкі энергияны жұмыс жасау арқылы өзгертуге болады (49-сурет).

Энтальпия. Көптеген химиялық реакцияларды жылу эффектісіне байланысты эндотермиялық және экзотермиялық деп жіктейтініміз белгілі. Заттар үшін жылу бөлетін немесе жылу сіңіретін қабілеттерін сипаттайтын шамалар керек. Процесті жүргізу жағдайына байланысты 2 шама енгізілген. Тұрақты көлемде жүретін реакцияны ішкі энергиямен (U), ал тұрақты қысымда жүретін реакцияны — энтальпиямен (H) сипаттайды. Жүйенің энтальпиясы (грек. enthalpo — қыздырамын), термодинамикалық жүйенің күйін сипаттайтын энтропия S (бұл шаманы кейінірек қарастырамыз), қысым p және ішкі энергиямен U байланысты:

$$H = U + pV,$$

мұндағы V — жүйенің көлемі.



49-сурет. Дененің ішкі энергиясының белгілі бір жұмыс жасау арқылы өзгеруі

Энтальпия — тұрақты қысымда жылуға айналдыруға болатын энергия.

Химияда көбіне **изобаралық процестер** ($p = \text{const}$) қарастырылады, жылу эффектісі жүйенің энтальпиясының өзгерісі немесе процестің **энтальпиясы** деп аталады.

$$Q_p = \Delta H,$$

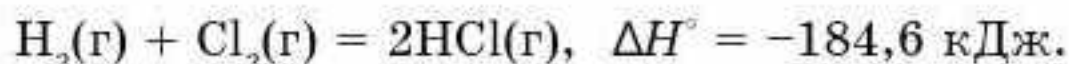
$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V.$$

Энтальпияның өлшем бірлігі энергия сияқты кДж. Оның шамасы зат мөлшеріне пропорционал, сондықтан кДж · моль⁻¹-мен өлшенеді.

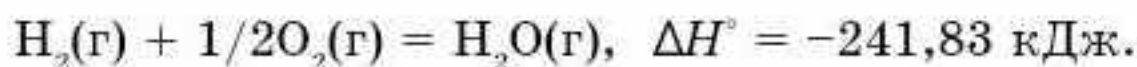
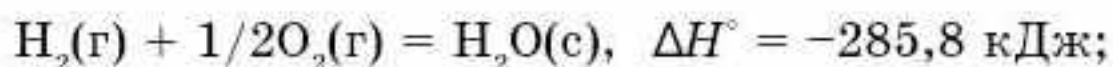
Сонымен химиялық реакция мен қоршаған орта арасындағы жылу алмасу *энтальпия* деп аталады. Энтальпияны дәл өлшеу мүмкін емес болғандықтан, қоршаған ортаның температурасының өзгерісі (ΔH) алынады.

Термодинамикалық жүйеде экзотермиялық процесс үшін $\Delta H < 0$, ал эндотермиялық процесс үшін $\Delta H > 0$.

Химиялық реакцияның энтальпиясы көрсетілген теңдеу *термохимиялық теңдеу* деп аталады. Энтальпияның ΔH сандық мәні реакция теңдеуінен кейін үтір арқылы кДж-мен көрсетіледі және әрекеттесетін заттардың барлығының стехиометриялық коэффициенттері ескеріледі. Әрекеттесетін заттардың агрегаттық күйлері оң жағына жақшаға жазылады: (қ) — қатты, (к) — кристалды, (с) — сұйық, (г) — газ тәрізді, (е) — ерітінді. Мысалы, газ тәрізді H_2 мен Cl_2 әрекеттескенде, екі моль газ тәрізді HCl түзілді. Реакцияның термохимиялық теңдеуінің жазылуы:



Газ тәрізді H_2 мен O_2 әрекеттескенде түзілетін H_2O әртүрлі агрегаттық күйде болуы мүмкін, оны энтальпия мәндерінің өзгерісінен көруге болады:



Реакциялардың келтірілген түзілу энтальпиялары температура мен қысымның стандарттық жағдайына берілген ($T = 298 \text{ К}$, $p = 101,325 \text{ кПа}$). Энтальпияның *стандарттық күйі*: ΔH_{298}° деп белгіленеді, көбіне төменгі индекс жазылмайды: ΔH° .

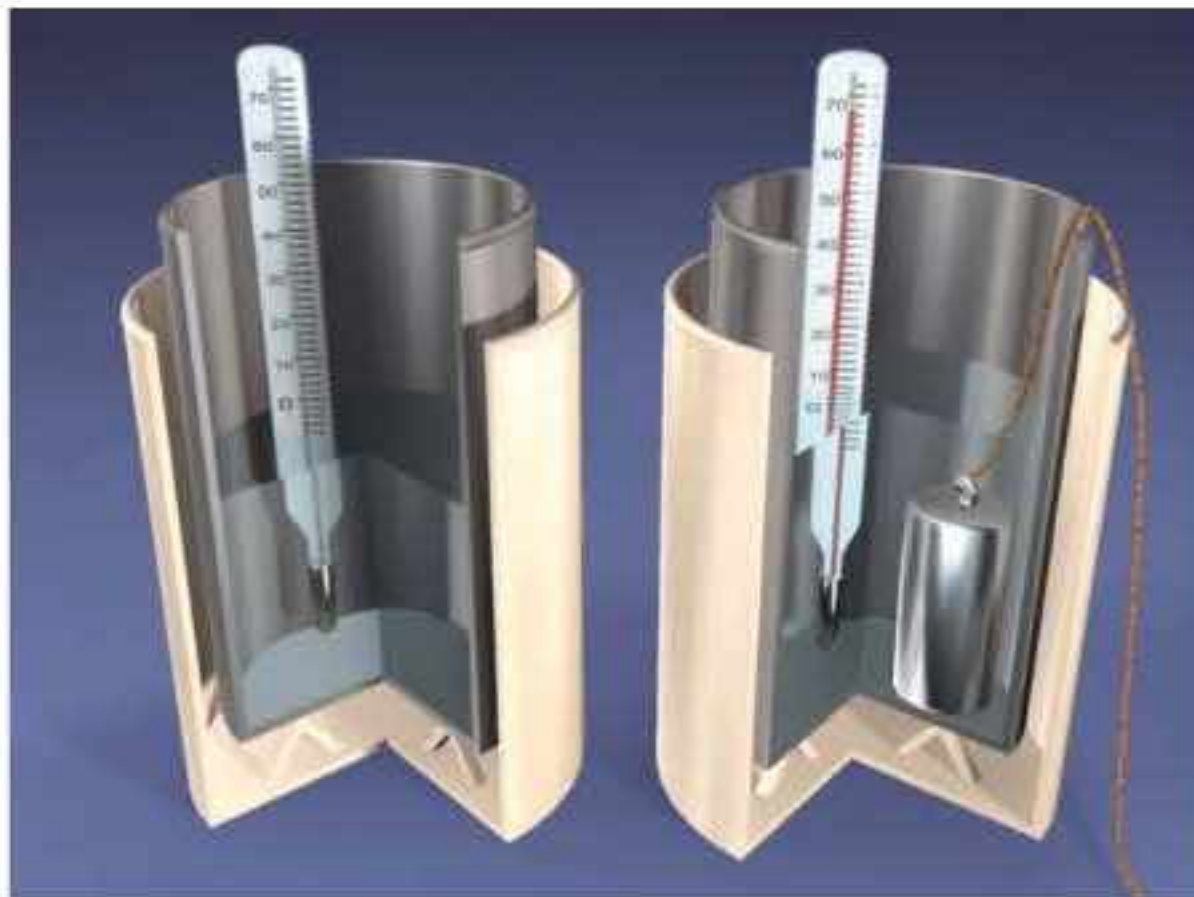
Энтальпия былай есептеледі:

$$\Delta H^\circ = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

мұндағы m — реагенттер массасы, c — жылу сыйымдылығы, ΔT (К) — температуралардың айырмасы.

Реакцияның жылу эффектісі мен түзілу жылуының тиісті энтальпиямен байланысы:

$$Q = -\Delta H^\circ.$$



50-сурет. Калориметр

Реакцияның жылу эффектісін (энтальпияларды) тәжірибелер негізінде анықтайды. Жылу эффектісін *калориметр* деп аталатын арнайы құралмен өлшейді (50-сурет). Химиялық реакцияны реагенттердің белгілі массасымен жүргізеді. Құралдың жылу сыйымдылығын біле отырып, реакция нәтижесіндегі температура өзгерісі бойынша жылу эффектісі анықталады.

Барлық заттардың түзілу энтальпиясының салыстырмалы шкаласы енгізілген. Бұл шкала бойынша жай заттардың түзілу энтальпиясы нөлге тең.

Жай заттардан күрделі зат түзілгенде энергия жұмсалатын болса, ол заттың энтальпиясының мәні оң, ал егер жылу бөлінетін болса, теріс болады. Заттардың түзілуінің абсолюттік энтальпиясын анықтау мүмкін емес, сондықтан олардың айырмасын ΔH қолданады. Кейде энтальпияның орнына реакцияның жылу эффектісін, ал заттардың түзілу энтальпиясының орнына түзілу жылуын қолданады.

Энтальпиялар шкаласына бір моль затқа сәйкес энтальпия мәні (кДж/моль) енгізіледі. Мысалы, метан CH_4 үшін $\Delta H = -75$ кДж/моль, ол көміртек C пен сутектен H_2 1 моль метан түзілгенде 75 кДж жылу бөлінетінін білдіреді.

Сен білесің бе?

“Энтальпия” терминін Х. Камерлинг-Оннес ұсынған.

Қосылыстардың түзілу энтальпиясының айырмасы процесті жүргізетін температураға тәуелді. Сондықтан анықтамалықтарда стан-

дартты энтальпияның мәні (25°C температураға сәйкес) үстіңгі индексі (0) болады. Кейде түзілу энтальпияларының төменгі индексіне (f) жазылады (ағылш. *formation* — түзілу). Олай болса, судың стандартты түзілу энтальпиясы:

$$\Delta H_f^{\circ} = -286 \text{ кДж/моль.}$$

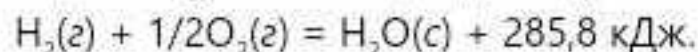
Анықтамалықтарда заттардың түзілу энтальпиясынан басқа да энтальпиялар, мысалы, бір моль зат жанғанда қанша жылу бөлінетінін көрсететін *стандартты жану энтальпиясы келтірілген.*



Химиялық реакциялар мен физикалық құбылыстар нәтижесінде бөлінетін заттардың жасырын энергиясы ішкі энергия деп аталады, U әрпімен белгіленеді. Ол кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қосындысынан тұрады. Энтальпия (ΔH) — тұрақты қысымда жылуға айналдыруға болатын энергия. Жылу мен энтальпия мәндерінің таңбасы қарама-қарсы. Энтальпияның стандартты күйі ΔH° , түзілу энтальпиясы ΔH_f° деп белгіленеді, басқа да энтальпия түрлері болады, мысалы, жану энтальпиясы.



1. Энергияның қандай түрлерін білесіңдер? Энергияның басқа түрлерінің арасында "химиялық" энергияның алатын орны қандай?
2. Энтальпия деген не? Оның ішкі энергиядан айырмашылығы қандай? Энтальпия мен реакцияның жылу эффектісінің байланысы қандай?
3. *Энтальпия, стандартты энтальпия, заттардың түзілу энтальпиясы, заттардың жану энтальпиясы* ұғымдарына анықтама беріңдер.
4. Реакция нәтижесінде жылу бөліне ме, әлде сіңіріле ме?



Жүйенің энтальпиясы өсе ме, әлде азая ма? Энтальпияның өзгерісі неге тең?

5. Келесі реакциялардағы энтальпия өзгерісінің таңбасын анықтаңдар:
 - а) көмірдің ауада жануы;
 - ә) организмдегі глюкозаның тотығуы;
 - б) әктасты өртеу арқылы сөндірілмеген әк алу;
 - в) күкірт қышқылының суда еруі;
 - г) тоңазытқыш қондырғылардағы салқындатқыштардың (фреон, аммиак, SO_2) булануы.
6. Төменде келтірілген реакциялардың қайсысының стандартты энтальпиясы ($p, T = \text{const}$) газ тәрізді йодсутектің түзілу энтальпиясына тең (24 кДж/моль)?

$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$$

$$0,5\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{I}_2(\text{g}) = \text{HI}(\text{g})$$

$$\text{HI}(\text{g}) = 0,5\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{I}_2(\text{g})$$
7. Түзілу энтальпияларының (ΔH_f°) мәні: нөлден үлкен, нөлден кіші, нөлге тең қосылыстар бола ма? Мысалдар келтіріңдер.

№1-ПРАКТИКАЛЬНЫЙ РАБОТА

Бейтараптау реакциясының жылу эффектісін анықтау

Реактивтер: $1M$ — тұз немесе азот қышқылдары және $1M$ — NaOH немесе KOH ерітінділері.

Химиялық ыдыстар мен зертханалық құрал-жабдықтар: қарапайым калориметр.

Қарапайым калориметр көлемі 250—300 мл сыртқы және көлемі 100 мл ішкі стақаннан тұрады. Қабықтан жасалған тығын, бөліктері $0,1^\circ\text{C}$ -қа бөлінген термометр, ішкі стақан жылу берілуді азайту үшін тығынның үстіне орналастырылады.

Қауіпсіздік техникасы. Қыздырғыш құралдармен, қышқылдармен, сілтілермен жұмыс істеу ережесін сақтау.

Жұмыстың орындалуы

1. Калориметрдің ішкі стақанын $0,1$ г-ға дейінгі дәлдікпен (m_1) өлшеп, оған өлшеуірден (бюретка) 25 мл қышқыл ерітіндісін құйып, оны қайтадан калориметрге орналастырыңдар. Басқа стақанға 25 мл сілті ерітіндісін құйыңдар.

2. Қышқыл ерітіндісінің температурасын $0,1^\circ\text{C}$ -қа дейінгі дәлдікпен өлшеңдер. Сілтінің температурасын өлшемесе де болады, өйткені қышқыл мен сілті ерітінділерінің екеуі де бір бөлмеде сақталған. Қышқыл ерітіндісінен термометрді шығармастан қышқылға абайлап сілті ерітіндісін құйыңдар. Қоспаны жақсылап термометрмен араластырыңдар. Температура өзгерісін бақылаңдар. Температураның жоғарылауы тоқтаған кезде ерітіндінің жоғары температурасын белгілеңдер.

3. Ерітінді бөлме температурасына дейін салқындағанда калориметрдің ішкі стақанын ерітіндісімен қоса $0,1$ г-ға дәлдікке дейін өлшеңдер (m_2).

Бақылау мен есепті жазу үлгісі

Ішкі стақанның массасы — m_1 г; қышқыл ерітіндісінің көлемі V_k мл; сілті ерітіндісінің көлемі — V_c мл; қышқылдың концентрациясы — c_k моль/л; сілті концентрациясы — c_c моль/л және бастапқы температура — $t_1^\circ\text{C}$; соңғы температура — $t_2^\circ\text{C}$; ерітіндісі бар ішкі стақанның массасы — m_2 г.

1. Бейтараптану реакциясының нәтижесінде түзілген жылу ерітіндіні қыздыруға жұмсалады: $q = c \cdot m (t_2 - t_1)$. Ерітіндінің жылу сыйымдылығы (c) судың жылу сыйымдылығына, яғни 1-ге тең. Калориметрді қыздыруға кеткен жылуды ескермейміз.

2. Ерітіндінің массасын: $m = m_2 - m_1$ формуласымен анықтаймыз.

3. 25 мл $1M$ ерітіндідегі зат мөлшері $0,025$ моль. Реакцияның жылу эффектісі 1 моль затқа есептеліп, ккал немесе кДж ($1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кДж}$) өлшенеді. Демек, $Q = q/0,025$ (ккал/моль).

4. Бірнегізді қышқылды бейтараптау реакциясының жылу эффектісін есептеңдер.

Сұрақтар мен тапсырмалар

1. Химиялық реакцияның энтальпиясы ұғымына анықтама беріңдер.
2. Химиялық реакцияның толық және қысқартылған иондық теңдеулерін құрастырыңдар. Тәжірибеде анықталған жылу эффектісінің мәнін жазыңдар. Реакцияның энтальпиясы мен жылу эффектісі мәндерінің таңбалары қандай?
3. Химиялық реакцияның жылу эффектісінің өлшем бірлігі қандай?

§ 29. ГЕСС ЗАҢЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ САЛДАРЫ

Бүгінгі сабақта:

- Гесс заңының физикалық мәнін түсінеміз және оны химиялық реакциялардың энтальпиясын есептеуде қолдануды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Гесс заңы
- Энтальпия
- Жылу эффектісі

Барлық қосылыстарды жай заттарды реакторда араластырып ала беруге болмайды. Мысалы, глюкозаны $C_6H_{12}O_6$ тікелей көміртекті, оттекті және сутекті әрекеттестіріп алуға болмайды. Ол — тірі жасушадағы биохимиялық процестердің нәтижесінде түзілетін зат.

Мұндай жағдайда Гесс заңының көмегіне жүгінеміз, химиялық реакцияның жылу эффектісі оның жүру жолына тәуелсіз, өнім мен реагенттердің энергетикалық күйлерінің айырмасымен анықталады. Гесс заңын мысал көмегімен түсініп көрейік. Көмірқышқыл газын көміртек пен оттектен екі жолмен алуға болады (53-сурет):

1) көміртекті оттектің артық мөлшерінде жағу арқылы бір сатыда алу;

2) алдымен көміртек монооксидін алып, одан кейін оны өртеп, яғни екі сатыда алу.

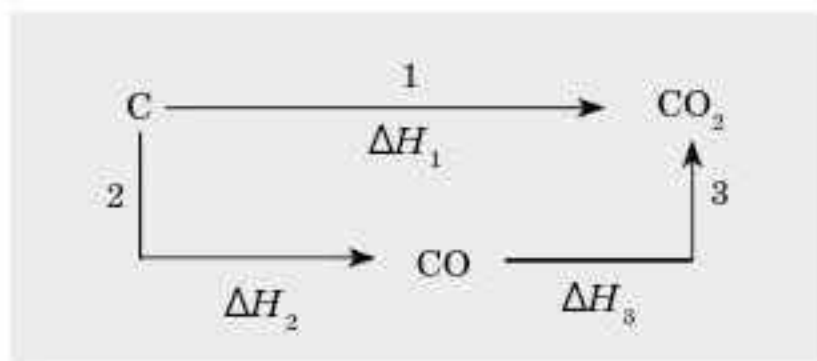
Гесс заңына сәйкес:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3.$$

Гесс заңынан үш маңызды салдар шығады.

1-салдар. Реакцияның энтальпиясы өнім мен реагенттердің түзілу энтальпияларының айырмасына тең:

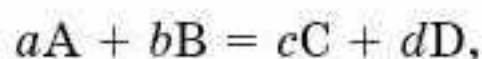
$$\Delta H_p = \sum \Delta H_f(\text{өнім}) - \sum \Delta H_f(\text{реаг.})$$



53-сурет. Көміртектің көмірқышқыл газына айналу сызбасы



Егер реакция теңдеуін жалпы түрде жазатын болсақ:



онда

$$\Delta H_p = c\Delta H_f(C) + d\Delta H_f(D) - a\Delta H_f(A) - b\Delta H_f(B).$$

Гесс заңының бірінші салдарына сүйеніп, глюкозаның стандартты түзілу жылуын оның жану энтальпиясы бойынша есептеуге болады:



$$\Delta H_f^0(C_6H_{12}O_6) = 6\Delta H_f^0(CO_2) + 6\Delta H_f^0(H_2O) - \Delta H_p^0; \quad (H_f^0(O_2) = 0).$$

2-салдар. Реакцияның энтальпиясы реагенттер мен өнімнің жану энтальпияларының айырмасына тең:

$$\Delta H_p = \sum \Delta H_f(\text{реаг.}) - \sum \Delta H_f(\text{өнім}),$$



реакциясы үшін $\Delta H_p = a\Delta H_{\text{реаг.}}(A) + b\Delta H_{\text{реаг.}}(B) - c\Delta H_{\text{өнім}}(C) - d\Delta H_{\text{өнім}}(D).$

3-салдар. Реакцияның термохимиялық теңдеуін қосуға, азайтуға, көбейтуге және бөлуге болады, реакция қайтымды болмаса да, теңдеуді оңнан солға қарай жазуға болады. Қосылысты тікелей жай заттардан алуға болмайтын жағдайда немесе олар жанбайтын болса, онда Гесс заңының осы үшінші салдарына сүйенуге болады. Мысалы, кальций сульфатын калориметрде кальцийді, оттекті және күкіртті тікелей араластырып алуға болмайды. Мұндай жағдайда тізбектей бірінен кейін бірі жүретін 4 реакцияны жүзеге асырып, олардың жылу эффектілерін өлшейді (27-кесте). Кальций сульфатының жай заттардан түзілу энтальпиясы жүргізілген 4 реакцияның энтальпияларының қосындысына тең болады.

27-кесте

Гесс заңының үшінші салдарына сәйкес реакция теңдеулері мен энтальпияларын қосу

№	Реакция теңдеулері	ΔH_p
1	$Ca + 1/2O_2 = CaO$	ΔH_1
2	$S + O_2 = SO_2$	ΔH_2
3	$SO_2 + 1/2O_2 = SO_3$	ΔH_3
4	$CaO + SO_3 = CaSO_4$	ΔH_4
Σ	$Ca + S + 2O_2 = CaSO_4$	$\Delta H_p = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$



“Мәңгілік қозғалтқышты” жасамақшы болған адамдардың бірі үнді өнертапқышы II Бхаскара болды. Ол үнемі жүгіріп отырсам, энергия да үздіксіз пайда болып отырады деп ойлады.

Гесс заңын пайдаланып есептеулер жүргізу үшін 28-кестеде берілген шамаларды қолданады:

28-кесте

Кейбір заттардың термодинамикалық константалары

Зат	$\Delta H_{f,298}^0$ кДж/ моль	S_{298}^0 Дж/ моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$ кДж/ моль	Зат	$\Delta H_{f,298}^0$ кДж/моль	S_{298}^0 Дж/ моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$ кДж/ моль
Al ₂ O ₃ (кр)	-1676,0	50,9	-1582,0	Cr ₂ O ₃ (кр)	-1140,6	281,0	-1059,0
BaO(кр)	-558,1	70,3	-528,4	CuO(кр)	-162,0	42,6	-129,4
BeO(кр)	-598,0	14,1	-581,6	CuCl ₂ (с)	-227,6	210,9	-244,6
BeCO ₃ (кр)	-982,0	67,3	-944,8	H ₂ O(с)	-285,8	70,08	-237,3
C(графит)		5,7		H ₂ O(г)	-241,8	188,7	-228,6
Cl ₂ (г)		222,9		H ₂ SO ₄ (с)	-814,2	156,9	-690,3
CaO(кр)	-635,5	39,7	-604,2	HCl(с)	-166,9	56,5	-131,2
CaH ₂ (кр)	-188,7	42,0	-149,8	HCl(г)	-91,8	186,7	-94,8
CaCO ₃ (кр)	-1206,9	92,9	-1128,8	H ₂ S(г)	-21,0	205,6	-33,8
O ₂ (г)		205,0		H ₂		130,5	
Ca(OH) ₂	-986,6	76,1	-896,8	NH ₃ (г)	-46,2	192,5	-16,7
CH ₄	-74,9	186,2	-50,8	NO	90,3	210,6	86,6
C ₂ H ₄	52,3	219,4	68,1	NO ₂	33,0	240,5	51,5
C ₂ H ₆	-89,7	229,5	-32,9	NH ₄ Cl(кр)	-314,2	94,5	-203,2
C ₆ H ₆ (с)	82,9	269,2	129,7	P ₂ O ₅ (кр)	-1492	114,5	-1348,8
C ₂ H ₂	226,8	200,8	209,2	SO ₃ (с)	-439,0	122,1	-368,1
C ₃ H ₈ (г)	-103,85	269,9	-	Fe		27,2	
CH ₃ OH(с)	-	126,8	-	FeO(кр)	-264,8	60,7	-244,3
C ₂ H ₅ OH(г)	-235,3	-	-	Fe ₃ O ₄ (кр)	-1117,1	146,2	-1014,2
CO	-110,5	197,5	-137,1	Fe ₂ O ₃ (кр)	-822,2	89,9	-740,3
CO ₂	-393,5	213,6	-394,3	Ti(кр)		30,6	
CS ₂ (г)	115,3	-	-	TiO ₂ (кр)	-943,9	50,3	-888,6



Процестің энтальпиясын тікелей есептей алмайтын жағдайда оны Гесс заңына сәйкес жанама жолмен есептейді.

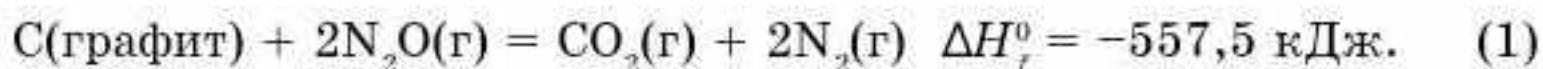


1. Гесс заңы мен оның салдарларын тұжырымдаңдар. Гесс заңы салдарларының химиядағы практикалық маңызы қандай?
2. Химиялық реакцияның энтальпиясын қалай анықтайды?
3. Тура және жанама жолмен жүзеге асатын химиялық реакциялардың энтальпиясын есептеудің жалпы сызбанұсқасын келтіріңдер.
 - Кристалды күкірттің азот (I) оксидінде N_2O жану реакциясының термохимиялық теңдеуін құрастырыңдар. 16 г күкірт жанғанда 66,9 кДж жылу бөлінеді. Өнімнің температурасы реагенттердің температурасына дейін (298 К) төмендейді.

§ 30. “ГЕСС ЗАҢЫ МЕН ОНЫҢ САЛДАРЫ” ТАҚЫРЫБЫНА ЕСЕПТЕУЛЕР

Гесс заңын пайдаланып есептер шығарудың үлгілерін қарастырайық.

1-есеп. Газ тәрізді көміртек диоксидінің түзілу жылуы $\Delta H_f^0 = -393,5$ кДж/моль, термохимиялық теңдеуі берілген. Азоттың $N_2(g)$ түзілу жылуын есептеу керек:



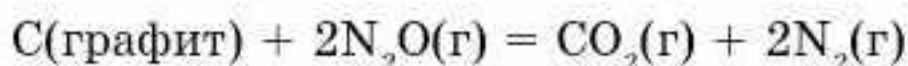
Шешуі: 1. Іздеп отырған шаманы x арқылы белгілеп, жай заттардан N_2O түзілуінің термохимиялық теңдеуін жазамыз:



Сондай-ақ жай заттардан $CO_2(g)$ түзілуінің термохимиялық теңдеуін жазамыз:



(2)- және (3)-теңдеулерден (1)-теңдеуді алуға болады. Ол үшін (2)-теңдеуді екіге көбейтіп, көбейтіндіні (3)-теңдеуден азайтамыз. Нәтижесінде:



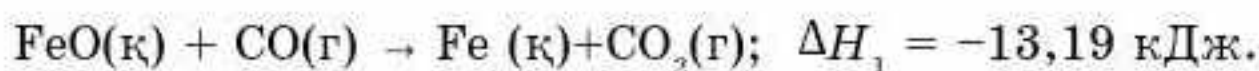
$$\Delta H_f^0 = -557,5 \text{ кДж} = (-393,5 - 2x). \text{ Бұдан } x = 82,0 \text{ кДж/моль.}$$

Жауабы: 82,0 кДж/моль.

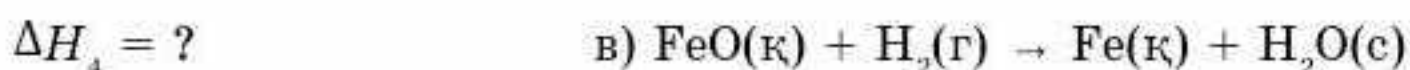
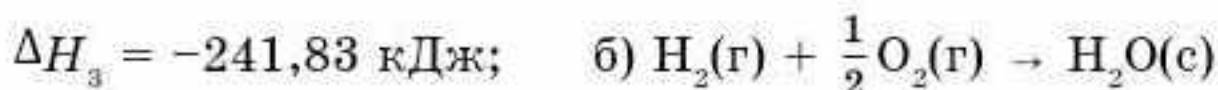
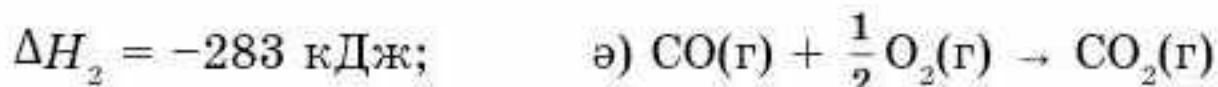
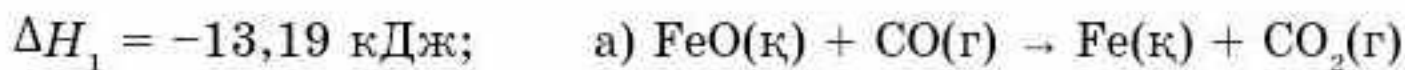
2-есеп. Берілген реакция теңдеулерін пайдаланып, темір (II) оксидін сутекпен тотықсыздандыру реакциясының жылу эффектісін есептеңдер. Темір (II) оксидін $FeO(k)$ сутекпен тотықсыздандыру реакциясы:



Келесі реакцияларды қолданамыз:



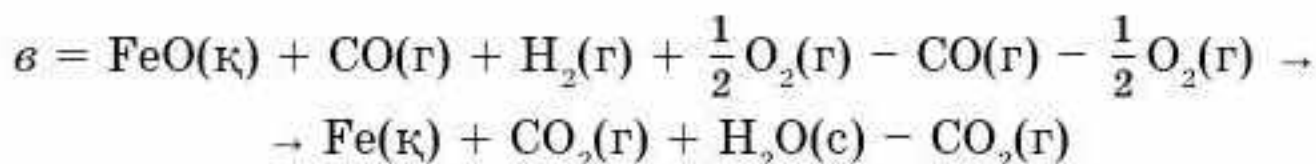
Шешуі:



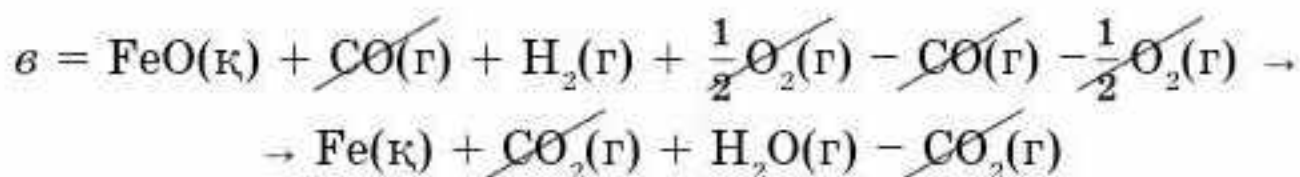
в-ны табу үшін есептеу формуласын құрастырамыз:

$$в = а + б - ә.$$

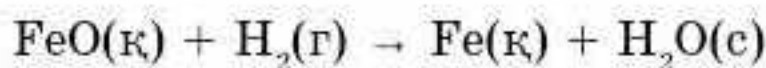
Келесі реакция теңдеулерін біріктіріп, темір (II) оксидін тотықсыздандырудың жалпы теңдеуін құрастырамыз:



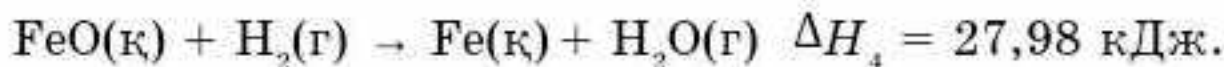
“Ұқсас заттарды” қысқартамыз:



Қысқартқаннан кейінгі теңдеу:



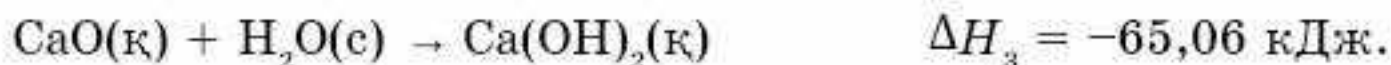
$$\Delta H_4 = -13,19 - 241,84 + 283 = 27,98 \text{ кДж.}$$



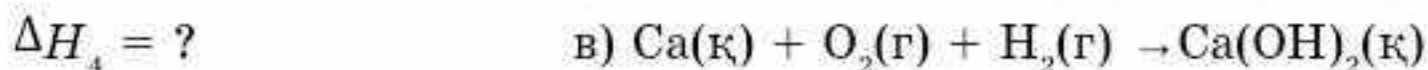
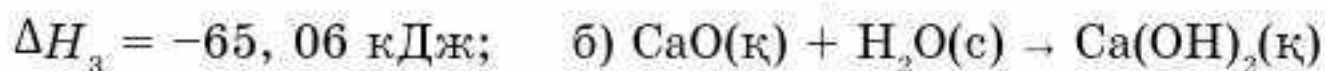
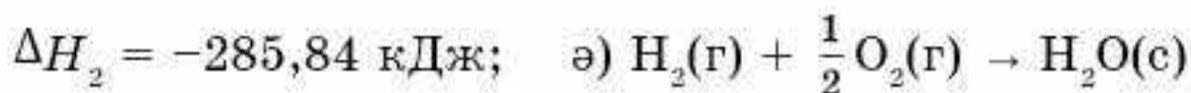
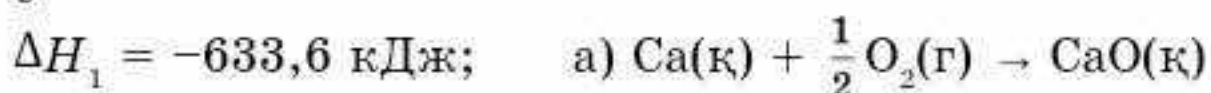
$$\text{Жауабы: } \Delta H_4 = 27,98 \text{ кДж.}$$

3-есеп. Кальций гидроксидінің $\text{Ca(OH)}_2(\text{к})$ түзілу жылуын есептеңдер: $\text{Ca(к)} + \text{O}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Ca(OH)}_2(\text{к})$. Ол үшін келесі реакция теңдеулерін пайдаланамыз:





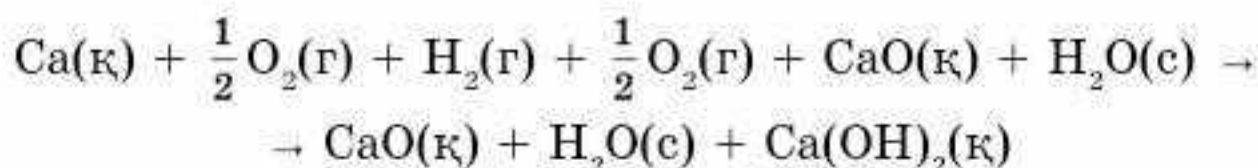
Шешуі:



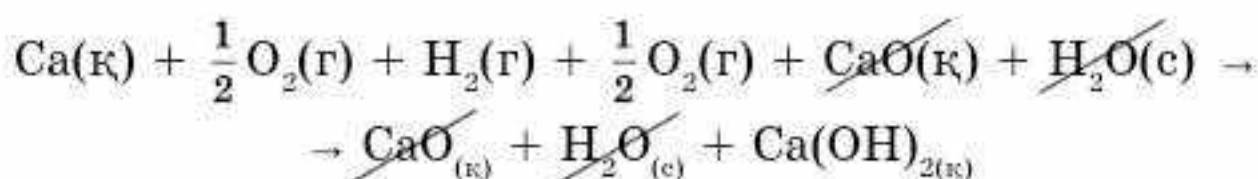
в-ны табу үшін есептеу формуласын құрастырамыз:

$$в = а + б - ә.$$

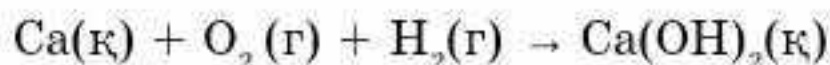
Келесі реакция теңдеулерін біріктіріп, жай заттардан кальций гидроксидін алудың жалпы теңдеуін құрастырамыз:



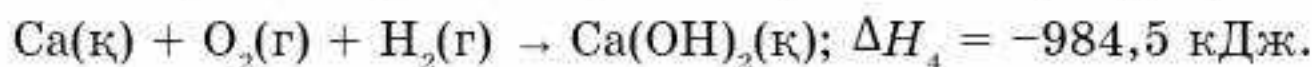
“Ұқсас заттарды” қысқартамыз:



Қысқартқаннан кейінгі теңдеу:

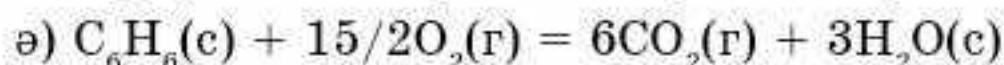
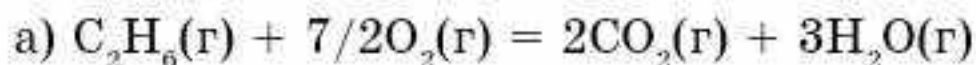


$$\Delta H_4 = -633,6 - 285,84 - 65,06 = -984,5 \text{ кДж;}$$



$$\text{Жауабы: } \Delta H_4 = -984,5 \text{ кДж.}$$

4-есеп. Реакциялардың стандартты энтальпиясын есептеңдер:



Шешуі:

Анықтамалық бойынша заттардың: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$, $\text{C}_6\text{H}_6(\text{с})$, $\text{H}_2\text{O(г)}$, $\text{H}_2\text{O(с)}$ және $\text{CO}_2(\text{г})$ түзілуінің стандартты энтальпиялары сәйкесінше $-89,7$, $-82,9$, $-241,8$, $-285,8$ және $-393,5$ кДж/моль. Жай заттардың түзілуінің стандартты энтальпиялары нөлге тең. ΔH^0 есептеу үшін Гесс заңының салдарынан шығатын теңдеуді қолданамыз:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{(\text{өнім})} - \sum \Delta H^0_{(\text{баст.})}$$

а) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

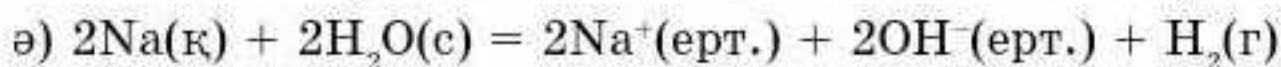
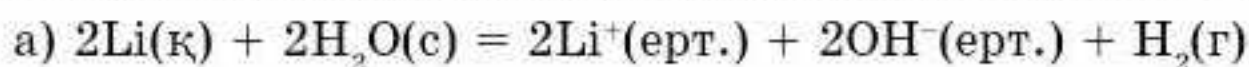
$$\begin{aligned}\Delta H_{a)}^{\circ} &= 2\Delta H^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) + 3\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) - \Delta H^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})) = \\ &= [2 \cdot (-393,5) + 3(-241,8) - (-89,7)] \approx 1423 \text{ кДж};\end{aligned}$$

ә) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

$$\begin{aligned}\Delta H_{ә)}^{\circ} &= 6\Delta H^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) + 3\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) - \Delta H^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})) = \\ &= [6 \cdot (-393,5) + 3(-241,8) - 82,9] = 3301,3 \text{ кДж}.\end{aligned}$$

Жауабы: а) 1423 кДж; ә) 3301,3 кДж.

5-есеп. Реакциялардың стандартты энтальпиясын ΔH_{298}° есептеңдер:



$\text{Li}^+(\text{ерт.})$, $\text{Na}^+(\text{ерт.})$ және $\text{OH}^-(\text{ерт.})$ түзілуінің стандартты энтальпиялары сәйкесінше: $-278,5$, $-239,7$ және $-228,9$ кДж/моль.

Шешуі:

Есептің шарты және анықтамалық мәліметтер бойынша заттар түзілуінің стандартты энтальпиялары:

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = -285,8 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{Li}^+\text{ерт.}) = -278,5 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{Na}^+\text{ерт.}) = -239,7 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{OH}^-\text{ерт.}) = -228,9 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_2(\text{г})) = 0 \text{ кДж/моль}.$$

ΔH° есептеу үшін Гесс заңының салдарынан шығатын теңдеуді қолданамыз:

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H_{(\text{өнім})}^{\circ} - \sum \Delta H_{(\text{реаг.})}^{\circ}$$

а) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

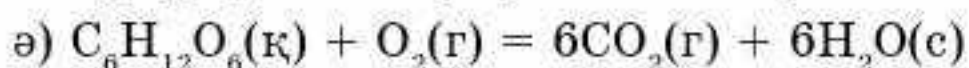
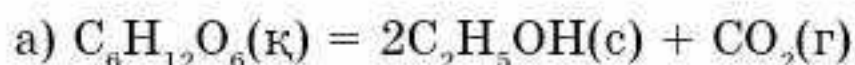
$$\begin{aligned}\Delta H_{a)}^{\circ} &= [2\Delta H^{\circ}(\text{Li}^+\text{ерт.}) + 2\Delta H^{\circ}(\text{OH}^-\text{ерт.})] - 2\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = \\ &= [2(-278,5) + 2(-228,9) - 2(-285,8)] = -443,2 \text{ кДж};\end{aligned}$$

ә) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

$$\begin{aligned}\Delta H_{ә)}^{\circ} &= [2\Delta H^{\circ}(\text{Na}^+\text{ерт.}) + 2\Delta H^{\circ}(\text{OH}^-\text{ерт.})] - 2\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = \\ &= [2(-239,7) + 2(-228,9) - 2(-285,8)] = -365,6 \text{ кДж}.\end{aligned}$$

Жауабы: а) $-443,2$ кДж; б) $-365,6$ кДж.

6-есеп. Организмдегі глюкоза айналымының стандартты энтальпиясын ΔH_{298}° есептеңдер:



Реакциялардың қайсысы организмді мол энергиямен қамтамасыз етеді?

Шешуі:

Анықтамалық мәліметтер бойынша реакцияға қатысатын заттардың стандартты энтальпиялары сәйкесінше:

$$H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{к})) = -1273,0 \text{ кДж/моль};$$

$$H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{с})) = -277,6 \text{ кДж/моль};$$

$$H^0(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = -285,8 \text{ кДж/моль};$$

$$H^0(\text{CO}_2(\text{г})) = -393,5 \text{ кДж/моль}.$$

Жай заттардың түзілуінің стандартты энтальпиялары нөлге тең.

ΔH^0 есептеу үшін Гесс заңының салдарынан шығатын теңдеуді қолданамыз:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{(\text{өнім})} - \sum \Delta H^0_{(\text{реак.})}$$

а) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{\text{а)}} &= 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + 2\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - \Delta H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \\ &= 2(-393,5) + 2(-277,6) - (-1273,0) = -69,2 \text{ кДж}; \end{aligned}$$

ә) реакцияның стандартты энтальпиясын есептейміз:

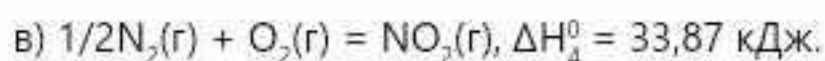
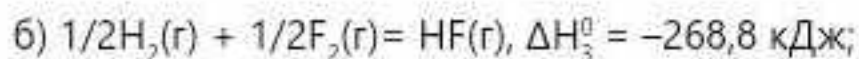
$$\begin{aligned} \Delta H^0_{\text{ә)}} &= 6\Delta H^0(\text{CO}_2) + 6\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \\ &= 6(-393,5) + 6(-285,8) - (-1273,0) = -2802,8 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

ә-реакциясы а-реакциясына қарағанда организмді мол энергиямен қамтамасыз етеді.

Жауабы: а) $-69,2$ кДж; ә) $-2802,8$ кДж.



1. Анықтамалықтағы мәліметтерді қолданып, реакцияның стандартты жағдайдағы жылу эффектісін есептеңдер:
 $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{Cl}(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г})$
2. Алмаз бен графиттің жану жылуы сәйкесінше $-395,7$ кДж; $-393,77$ кДж. Графиттен алмаздың түзілу жылуын есептеңдер.
3. Анықтамалықтағы мәліметтерді қолданып реакцияның стандартты жағдайдағы жылу эффектісін есептеңдер:
 $\text{CaC}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{с}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$
4. Анықтамалықтағы мәліметтерді қолданып, реакцияның стандартты жағдайдағы жылу эффектісін есептеңдер:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{CO}(\text{г}) = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{CO}_2(\text{г})$
5. Берілген реакциялар үшін көлем тұрақты, температура 25°C болған жағдайдағы түзілу жылуын есептеңдер.
 а) $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{г}), \Delta H^0_1 = -242$ кДж;
 ә) $1/2\text{N}_2(\text{г}) + 3/2\text{H}_2(\text{г}) = \text{NH}_3(\text{г}), \Delta H^0_2 = -46,2$ кДж;



- 6. Ашық ыдыста 1000 К жүретін $CaCO_3(к) = CaO(к) + CO_2(г)$ реакциясының стандартты энтальпиясы 169 кДж. Берілген температурада бірақ жабық ыдыста жүргізілетін осы реакцияның жылуы қанша?
- 7. Берілген мәліметтерге сүйеніп $T = 298 \text{ К}$ болғандағы $N_2O_5(г)$ түзілу энтальпиясын есептеңдер:

$$2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g), \Delta H_1^0 = -114,2 \text{ кДж};$$

$$4NO_2(g) + O_2(g) = 2N_2O_5(g), \Delta H_2^0 = -110,2 \text{ кДж};$$

$$N_2(g) + O_2(g) = 2NO(g), \Delta H_3^0 = 182,6 \text{ кДж}.$$
- 8. Берілген мәліметтерге сүйеніп, $T = 298 \text{ К}$ болғандағы диборанның $B_2H_6(г)$ түзілу энтальпиясын есептеңдер:

$$B_2H_6(g) + 3O_2(g) = B_2O_3(к) + 3H_2O(g), \Delta H_1^0 = -2035,6 \text{ кДж};$$

$$2B(к) + 3/2 O_2(g) = B_2O_3(к), \Delta H_2^0 = -1273,5 \text{ кДж};$$

$$H_2(g) + 1/2 O_2(g) = H_2O(g), \Delta H_3^0 = -241,8 \text{ кДж}.$$
- 9. Берілген мәліметтерге сүйеніп, $T = 298 \text{ К}$ болғандағы жай заттардан мырыш сульфатының түзілу жылуын есептеңдер:

$$ZnS(к) = Zn(к) + S(т), \Delta H_1^0 = 200,5 \text{ кДж};$$

$$2ZnS(к) + 3O_2(g) = 2ZnO(к) + 2SO_2(g), \Delta H_2^0 = -893,5 \text{ кДж};$$

$$2SO_2(g) + O_2(g) = 2SO_3(g), \Delta H_3^0 = -198,2 \text{ кДж};$$

$$ZnSO_4(к) = ZnO(к) + SO_3(g), \Delta H_4^0 = 235,0 \text{ кДж}.$$
- 10. 1) Сутек пероксидінің айырылу реакциясының сызбасы берілген:

$$2(H-O-O-H) \rightarrow 2(H-O-H) + O=O$$

Кестеде байланысты үзуге жұмсалатын энергия берілген

Байланыс	Байланысты үзу энергиясы/кДж
H-O	464
O-O	146
O=O	498

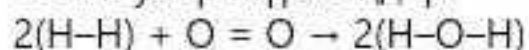
А. Реагенттердегі барлық байланыстарды үзуге қажет энергияны есептеңдер.

Ә. Пайда болған жаңа байланыстар нәтижесінде өнім түзілді. Реакция барысында бөлінетін энергияны есептеңдер.

Б. Реакцияның жылу эффектісін есептеңдер.

В. Реакция экзотермиялық па, әлде эндотермиялық па?

2) Келесі реакцияның сызбасы бойынша 1-тапсырманың а-в бөліктері бойынша есептеулер жүргізіңдер:



§ 31. ЭНТРОПИЯ

Химиялық реакциялардың жүру мүмкіндігін анықтау үшін *энтальпия* түсінігін қолдандық. Алайда жүйенің энтальпиясының өзгерісі кез келген химиялық реакцияның өздігінен жүруін сипаттайтын жалғыз параметр емес, өйткені көптеген эндотермиялық процестер өздігінен жүре алады. Мұны кейбір тұздардың (мысалы, NH_4NO_3 немесе NaHCO_3) суда еріп, ерітіндінің суынуымен жүретін құбылыспен сипаттауға болады. Бөлшектердің реттелген күйден ретсіз күйге өздігінен ауысу мүмкіндігін анықтайтын тағы бір фактор ескерілуі тиіс. Мысалы, 51-суреттегі газға толған ыдысты қарастырайық. Бұл жағдайда *энтропия* түсінігі қолданылады.

Энтропия (S) — *жүйенің ретсіздігін сипаттайтын термодинамикалық функция*.

Энтропия түсінігі физика, химия, биология және ақпараттық теорияда кең қолданылады.

Энтропия ұғымын алғаш рет 1865 жылы неміс ғалымы Р. Клаузиус енгізді. Ол энтропия өзгерісін қайтымды процестер үшін жалпы жылу мөлшері өзгерісінің ΔQ абсолюттік температураға қатынасымен өрнектеді:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}.$$

Берілген теңдік энтропияны емес, оның өзгерісін сипаттайды. Ол изотермиялық процестерге ($T = \text{const}$) қолданылады. Мысалы, балқу энтропиясының өзгерісі балқу жылуына (энтальпия) тең.

$$\Delta S_{\text{балқу}} = \frac{\Delta H_{\text{балқу}}}{T_{\text{балқу}}}.$$

Қайтымды процестер үшін энтропия өзгерісі $\Delta S \geq \frac{\Delta Q}{T}$ өрнегімен сипатталады.

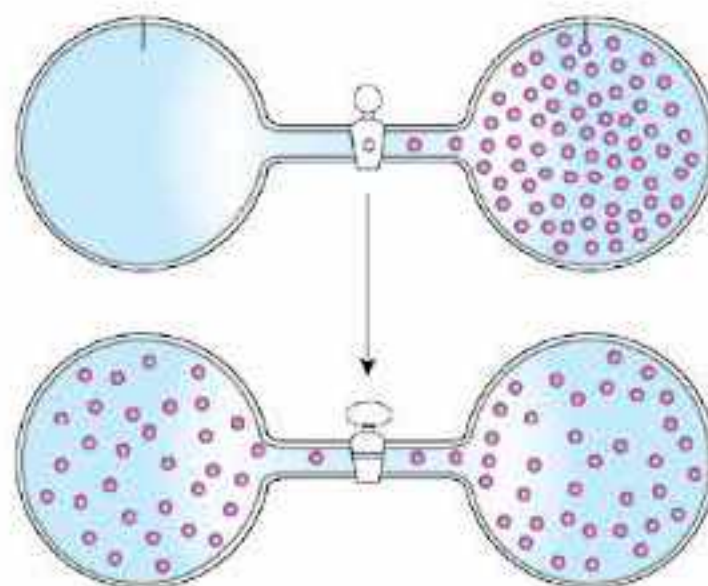
Энтропия — (грек. entropia — *айналма, айналу*) термодинамикалық жүйенің күй функциясы, ΔS өзгерісі тепе-теңдік процесінде жүйеге берілетін немесе одан сыртқа шығатын жылу мөлшерінің абсолюттік температураға (T) қатынасына тең.

Бүгінгі сабақта:

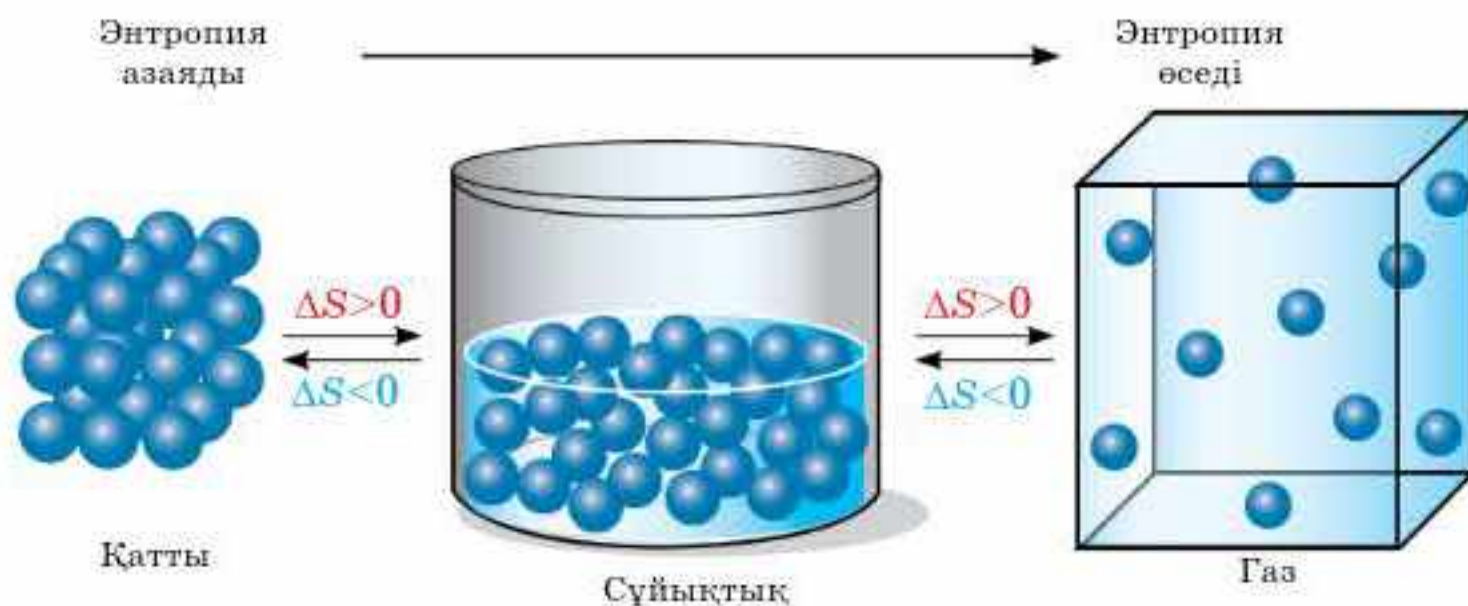
- энтропия жүйенің ретсіздік функциясы екенін түсінеміз және анықтамалық деректерге сәйкес оны есептеуді үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Энтропия
- Энтропиялық фактор



51-сурет. Газдың реттелген күйден неғұрлым ретсіз күйге ауысуы



52-сурет. Энтропияның өзгерісі

Энтропияны жүйенің бола алатын күйінің ықтималдылығы ретінде қарастырамыз (Больцман принципі).

Л. Больцман энтропияны жүйенің термодинамикалық ықтималдылығы (ретсіздік) W ретінде анықтады. Жүйедегі бөлшектердің саны көп болғандықтан (Авогадро саны $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$), энтропия жүйенің термодинамикалық ықтималдық күйінің ондық логарифміне пропорционал болады және келесі формуламен өрнектеледі:

$$S = k \lg W,$$

мұндағы k — пропорционалдық коэффициенті.

Энтропияның өлшемі $\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ тең. Химиялық реакция үшін энтропияның өзгерісі энтальпия өзгерісіне ұқсас:

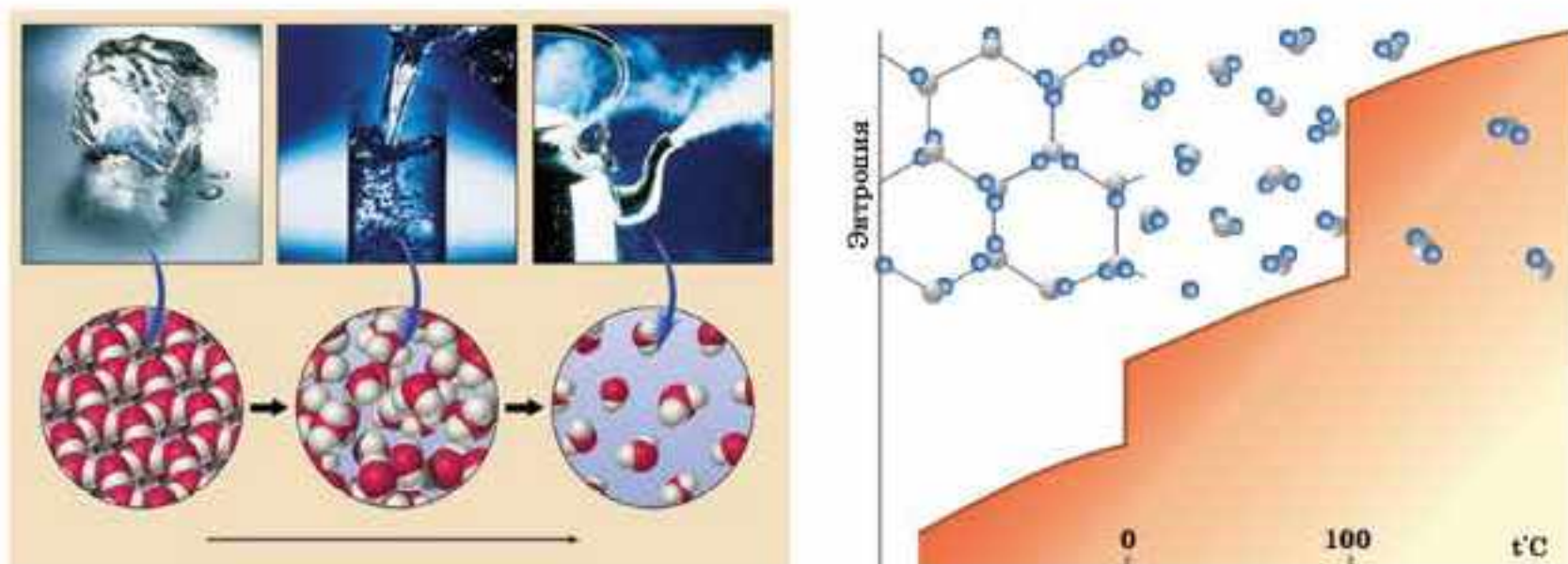
$$\Delta S_{\text{реакция}}^{\circ} = \Delta S_{\text{өнім}}^{\circ} - \Delta S_{\text{баст.}}^{\circ}$$

Идеалды дұрыс құрылымды кристалдың энтропиясы ең төменгі мәнге ие, яғни 0-ге тең. Мысалы, егер қант кесегі стақандағы шайдың ішінде болса, оның энтропиялық күйі аз, егер еріп барлық көлемге таралса, энтропиясы жоғары болады.

Температура неғұрлым жоғары болса, жүйенің ретсіздікке ұмтылуы соғұрлым көп болады. Оны сандық тұрғыда энтропиялық фактормен сипаттайды. Энтропиялық фактор жүйе энтропиясы өзгерісінің температураға көбейтіндісімен анықталады, яғни $T \cdot \Delta S$.

Термодинамиканың екінші заңы бойынша жабық жүйедегі өздігінен жүретін процестер ($\Delta S > 0$) міндетті түрде жүйедегі барлық энтропияның өсуімен жүзеге асады. Температура жоғарылағанда молекулалар мен атомдар емін-еркін қозғала бастайды, яғни заттардың энтропиясы артады. Энтропияның өсуі температура көтерілгенде, кристалды заттар сұйыққа, әсіресе сұйықтан газға айналғанда қатты байқалады (52-сурет). Бұған судың үш күйінің өзгерісін мысалға келтіруге болады (53-сурет).

Химияда стандартты күйдің энтропиясын ΔS° қолданады. Жай заттардың стандартты энтропиясы нөлге тең емес. Басқа термоди-



53-сурет. Судың әртүрлі агрегаттық күйіндегі энтропия өзгерісі

намикалық функциялардан ерекшелігі абсолютті нөлде — кристалдық дененің энтропиясының мәні нөлге тең (Планк постулаты), себебі $W = 1$.

Заттардың немесе денелер жүйесінің энтропиясы белгілі температурада абсолютті шамаға ие. 29-кестеде кейбір заттардың стандартты энтропиялары S° берілген.

29-кесте

Кейбір заттардың стандартты энтропиялары

Қосылыс	ΔS_{298}° (Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹)	Қосылыс	ΔS_{298}° (Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹)
C(қ)алмаз	2,37	NO(г)	210
C(қ)графит	5,74	NO ₂ (г)	240
H ₂ (г)	131	N ₂ O ₅ (г)	342
D ₂ (г)	145	H ₂ O(г)	189
O(г)	161	H ₂ O(с)	70
O ₂ (г)	205	D ₂ O(с)	79
O ₂ (с)	84	CH ₄ (г)	186
O ₂ (қ)	42	C ₂ H ₆ (г)	229
O ₃ (г)	237	н-С ₄ H ₁₀ (г)	310
		изо-С ₄ H ₁₀ (г)	294

Кестеден энтропияның:

- заттың агрегаттық күйіне;
- изотоптық құрамына (H₂O және D₂O);
- бір типті қосылыстардың молекулалық массасына (CH₄, C₂H₆, н-С₄H₁₀);
- молекуланың құрылысына (н-С₄H₁₀, изо-С₄H₁₀);

- кристалдық құрылымына (алмаз, графит аллотропиялар) тәуелді екенін көруге болады.



Энтропия жүйе күйінің ретсіздік функциясы. Жабық жүйелерде энтропиясы өсетін процестер ғана өздігінен жүзеге асады.



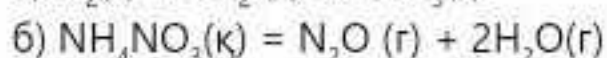
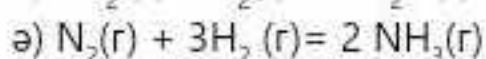
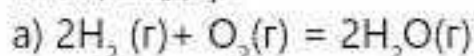
Больцман ескерткішінде атомдар мен молекулалардың қозғалысы мен термодинамика концепцияларын байланыстыратын ортақ теңдеу жазылған. Теңдеу мынадай түрде берілген:

Энтропия = константа \times атомдардың орналасу санының логарифмі.

Демек, атомдардың орналасу саны артса, қаттыдан сұйыққа, одан газ күйіне зат ауысқанда, энтропия да артады.



1. Энтропия деген не? Неліктен бұл шаманы "ретсіздік шамасы" деп атайды?
2. Энтропияның температураға және зат күйіне тәуелділігін сипаттаңдар.
3. Есептеулер жүргізбей-ақ келесі реакциялардың энтропиясы өзгерісінің таңбасын анықтаңдар:



- 1. Реакцияның энтропиясын есептеңдер: $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г})$. Реагенттердің және өнімдердің стандартты күйлерінің.
- 2. Есептеулер жүргізбей-ақ, ΔH және ΔS мәндеріне мына белгілеулердің (>0 , <0 , ≈ 0) қайсысы тиесілі екенін анықтаңдар:
 $4\text{HBr}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Br}_2(\text{г})$
- 3. Қайтымды және қайтымсыз термодинамикалық процеске мысал келтіріңдер. Екі реакция үшін жүйе мен қоршаған ортаның энтропия өзгерісін есептеңдер.
- 4. Температура 298 К және тұрақты көлемде неонның энтропиясы 146,2 Дж/(моль · К) тең, неонның 500 К кезіндегі мольдік энтропиясын есептеңдер.
- 5. 11,2 л азотты 0°C-тан 50°C-қа дейін қыздырып, қысымды 1 атм-дан 0,01 атм-ға төмендеткендегі энтропияның өзгеруін есептеңдер.
- 6. Анықтамалық деректерді пайдалана отырып, энтропияның стандартты өзгеруі тұрақты 0-ден кіші болған жағдайда өздігінен жүретін химиялық реакцияларға мысал келтіріңдер.
- 7. 100°C және 1 атм-да бір моль гелийді 0°C және 1 атм-да 0,5 моль неонмен араластырды. Қысым 1 атм-ға тең болған жағдайдағы энтропияның өзгерісін анықтаңдар.
- 8. Анықтамалық деректерді пайдалана отырып, а) 25°C-та; ә) 300°C-та реакциядағы энтропияның стандартты өзгерістерін есептеңдер: $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$.

§ 32. ГИББСТІҢ ЕРКІН ЭНЕРГИЯСЫ

Барлық химиялық реакциялар, әдетте, энтропия мен энтальпияның міндетті түрде өзгеруімен жүреді. Жүйенің энтальпиясы мен энтропиясы арасындағы байланысты Гиббстің еркін энергиясы немесе изобаралық-изотермиялық потенциал (G белгіленеді) деп аталатын термодинамикалық күй функциясы орнатады.

Гиббстің еркін энергиясы (G) — бұл максимал жұмысты орындау үшін қолданылатын жүйенің жалпы энергиясының бір бөлігі. Ол изобаралық-изотермиялық жағдайларда, яғни $p = \text{const}$ және $T = \text{const}$ шарттарындағы өздігінен жүретін процестердің бағытын және шегін сипаттайды. Гиббстің еркін энергиясының жүйенің энтальпиясы және энтропиясымен байланысы мына теңдеумен өрнектеледі:

$$G = H - TS.$$

Бұл шаманың абсолютті мәнін өлшеу мүмкін емес, сондықтан белгілі бір процестің жүруінің функциялық өзгерісі пайдаланылады:

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

Гиббстің еркін энергиясы кДж/моль және кДж-мен өлшенеді. Жай заттар үшін Гиббс энергиясы нөлге тең деп саналады. Гиббс энергиясының өзгерісін ΔG таңбасымен белгілейді және оның $p = \text{const}$ болғандағы шамасы мен таңбасы тұрғысынан жүйенің термодинамикалық тұрақтылығын анықтайды:

- егер химиялық реакция нәтижесінде Гиббс энергиясы төмендесе, яғни $\Delta G < 0$ болса, процесс өздігінен жүреді немесе процесс термодинамикалық мүмкін деп есептеледі;

- егер реакция өнімдерінің термодинамикалық потенциалы бастапқы заттардікінен үлкен, яғни $\Delta G > 0$ болса, реакция өздігінен жүрмейді немесе процесс термодинамикалық тұрғыдан мүмкін емес деп есептеледі;

- егер $\Delta G = 0$ болса, онда реакция тура және кері бағытта жүре алады, яғни реакция қайтымды.

Демек, $p = \text{const}$ болғанда, өздігінен жүзеге асатын реакцияларда Гиббстің еркін энергиясы азаяды.

Бұл тұжырым оқшауланған және ашық жүйелер үшін қолданылады.

Белгілі бір жағдайларда жай заттардан 1 моль заттың түзілуі Гиббс энергиясының өзгерісі $\Delta G_{\text{түз.}}$ деп аталады және кДж/моль-мен өлшенеді.

Бүгінгі сабақта:

- Гиббс энергиясының мәнін түсінеміз;
- термодинамикалық деректер бойынша өздігінен жүретін реакцияларды болжауды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Гиббс энергиясы;
- "реакциялардың өздігінен жүруі"



Гиббс Джозайя Уиллард (1839—1903)

Американдық физик-теоретик, термодинамиканың және статистикалық механиканың негізін қалаушылардың бірі.

Ол термодинамикалық потенциалдар теориясын әзірледі, гетерогенді жүйелердің жалпы тепе-теңдік жағдайын — фазалар ережесін анықтады, Гиббс-Гельмгольц, Гиббс-Дюхем, Гиббстің адсорбциялану теңдеулерін қорытып шығарды.

Ол беттік құбылыстар мен электрхимиялық процестердің термодинамикасының негіздерін қалады. Ғылымға адсорбция түсінігін енгізді.

Егер зат стандартты жағдайда болса (яғни 298 К), онда заттың түзілуінің Гиббс энергиясы — зат түзілуінің стандартты Гиббс энергиясы ($\Delta G_{\text{түз.298}}^0$) деп аталады. Стандартты жағдайларда тұрақты заттың түзілуінің стандартты Гиббс энергиясы нөлге тең. $\Delta G_{\text{түз.298}}^0$ мәндері анықтамалықтарда беріледі.

Гиббс энергиясының өзгерісі энтальпия мен энтропияның өзгерісі сияқты процестің жүру жолына тәуелді емес, сондықтан химиялық реакцияның Гиббс энергиясының өзгерісі ΔG реакция нәтижесінде түзілген заттардың Гиббс энергиясының қосындысынан реакцияға түскен бастапқы заттардың Гиббс энергияларының қосындысын алып тастағанға тең және сол заттар формулалары алдындағы коэффициенттер ескерілуі қажет:

$$\Delta G_{298}^0 = \sum(n_i \Delta G_{i, 298}^0)_{\text{өнім}} - \sum(n_i \Delta G_{i, 298}^0)_{\text{баст.}}$$

Қандай да бір реакцияның жүру-жүрмеуі, бағыты термодинамиканың екінші заңымен анықталады.

Өздігінен жүретін кез келген процесс, сондай-ақ химиялық реакция жүйеде еркін энергияның (температура мен қысым тұрақты) немесе Гельмгольц энергиясының (температура мен көлем тұрақты) азаюы бағытында жүреді.

Химиялық реакциялар кезінде 2 процесс: қарапайым бөлшектердің күрделі заттарға бірігуі, сондай-ақ күрделі заттардың жай заттарға ыдырауы бір мезгілде жүзеге асады. Олар бір-біріне тәуелді емес және олардың түзілу жылуларының шамалары бір-біріне қарама-қарсы, процесс энергиясы үлкен реакция бағытына қарай жүреді.

Бұл шамалардың арасындағы айырмашылық реакцияның еркін энергиясын анықтайды (температура мен қысым тұрақты). Реакциядағы оның өзгерісі өнімдердің Гиббс энергиясының қосындысынан бастапқы заттардың Гиббс энергиясының қосындысын шегергенге тең:

$$\Delta G = G_{\text{өнім}} - G_{\text{баст.}}$$



Процестің жүру барысында заттардың түзілу энтальпиясы мен энтропиясы қосындылары өзгерісінің бірнеше ықтимал нұсқасы болуы мүмкін.

1. $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$. Реакция энергиялық жағынан тиімді және өздігінен жүзеге асады.

2. $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$. Реакция энергиялық жағынан тиімсіз және өздігінен жүре алмайды.

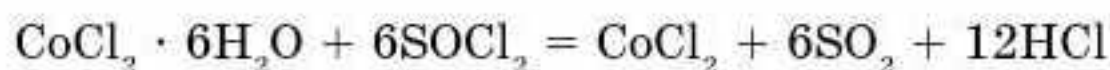
3. $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$. ΔH мәнінің төмендеуі өздігінен жүретін реакция үшін қолайлы, ал ΔS -тің төмендеуі бұған кедергі келтіреді (мұндай реакцияның өздігінен жүру-жүрмеуі белгісіз).

4. $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$. ΔH артуы реакцияның өздігінен жүруіне ықпал етпейді, дегенмен ΔS артуы оның ықтималдығын арттырады (мұндай реакцияның өздігінен жүру-жүрмеуі белгісіз).

Қысым тұрақты болған жағдайдағы реакцияның өздігінен жүру мүмкіндігін Гиббс энергиясы анықтайды.

Эндотермиялық реакцияның өздігінен жүруі энтропияның шамасы ұлғайғанда ғана мүмкін болады.

Кобальт дихлоридінің гексагидраты мен хлорлы тионилдің әрекеттесуі осындай эндотермиялық реакцияға мысал бола алады, реакцияның эндотермиялық әсері айқын білінеді ($\Delta H = +400$ кДж/моль, яғни қатты салқындау нәтижесінде мұздың түзілуі байқалады). Реакция теңдеуі:



Мұндай эндотермиялық процестің себебі: әрекеттескен 1 моль кристаллогидраттан 18 моль газ тәрізді зат түзіледі.

Реакцияның жүру немесе жүрмеу мүмкіндіктерін Гиббс теңдеуінің көмегімен келесі әдістер бойынша анықтайды.

1. Анықтамалық мәліметтерге (деректер) сүйеніп, 25°C температура үшін кестелік ΔG^0 мәні келесі формуламен есептеледі:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - \Delta S_{298}^0.$$

2. 25°C -тан басқа температура үшін есептеуді мына теңдеумен жүргізеді:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln K_{T-T}.$$

Берілген температурада K_{T-T} (тепе-теңдік константасы) есептеу үшін өрнекті мына теңдікке түрлендіреді:

$$\Delta G = 0 \rightarrow \Delta G^0 + RT \ln K_{T-T} = 0.$$

K_{T-T} мына формуламен есептеледі:

$$K_{T-T} = e^{-G^0/RT}.$$

Бұл қатынас кез келген температурада тепе-теңдік константасының мәнін есептеуге мүмкіндік береді.

3. Тотығу-тотықсыздану реакциялары үшін Гиббс энергиясы стандартты жағдайларда келесі формуламен өрнектеледі:

$$\Delta G^0 = -nF\Delta\phi^0,$$

мұндағы n — берген электрон саны, F — Фарадей тұрақтысы ($\approx 96\,500$ Кл/моль), $\Delta\phi^0$ — реакцияның электр қозғаушы күші (ЭҚК). Бұл өрнектен шығатын қорытынды — реакцияның ЭҚК оң мәнге ие болады.

4. Реакцияның тепе-теңдік күйінен ($\Delta G = 0$) алатынымыз:

$$0 = \Delta H - T\Delta S,$$

осыдан $T = \Delta H / \Delta S$ — тепе-теңдік күйдегі реакцияның температурасы.

Термодинамикалық есептеулер, кейбір элементтерді олардың оксидтерінен сутекпен тотықсыздандыру мүмкіндігін бағалауға көмектеседі (30-кесте).

30-кесте

Элементтерді олардың оксидтерінен сутекпен тотықсыздандырудың термодинамикалық бағалау мүмкіндіктері

Реакция теңдеулері	ΔH , кДж/ моль	$\Delta G = 0$ болғандағы температура, °С,	Процестің практикада жүзеге асуы
$\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O}$	36	106	Мүмкін
$1/2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3/2\text{H}_2 = \text{Fe} + 3/2\text{H}_2\text{O}$	48	423	Мүмкін
$1/2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3/2\text{H}_2 = \text{Cr} + 3/2\text{H}_2\text{O}$	207	2680	Мүмкін емес
$\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{Si} + 2\text{H}_2\text{O}$	375	2760	Мүмкін емес
$\text{CaO} + \text{H}_2 = \text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$	393	6280	Мүмкін емес



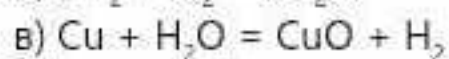
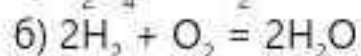
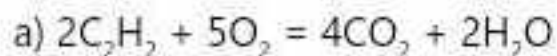
Термодинамика, негізінен, химиялық реакциялардың жүру мүмкіндігін бағалауға көмектеседі.

Бірақ реакциялардың жүру жылдамдығы туралы нақты мәлімет бере алмайды.

Егер $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$ болса, реакция өздігінен жүреді, $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$ болса, реакция өздігінен жүрмейді; $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ немесе $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ болса, реакцияның жүру-жүрмеуі белгісіз.

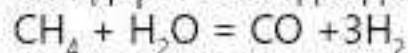


1. Термодинамикада Гиббс энергиясы қандай рөл атқарады?
2. Реакцияның энтальпиясы мен энтропиясының қандай мәндерінде реакция: а) өздігінен жүреді; ә) жүрмейді; б) төмен температурада жүреді; в) тек қана жоғары температурада жүреді?
3. Химиялық реакциялардың термодинамикалық мүмкіндігін қандай әдістер анықтайды? Бұл әдістер қандай математикалық теңдеулерге негізделген?
4. Келесі химиялық теңдеулер берілген (барлық реагенттер мен өнімдер газ тәрізді күйде болады):

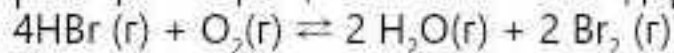


34-кестедегі деректерді пайдаланып, өздігінен жүретін реакцияларды анықтаңдар.

5. 34-кестеден термодинамикалық деректерді пайдаланып, 25°C температурада стандартты жағдайда реакцияның өздігінен жүру мүмкіндігін анықтаңдар:

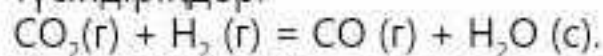


6. Есептеулер жүргізбей тұрып, мына белгілермен (>0 , <0 , ≈ 0) тура бағытта жүретін реакцияның ΔG , ΔH және ΔS мәндерінің таңбасын анықтаңдар:



Температураның жоғарылауы химиялық реакцияның бағытына қалай әсер етеді?

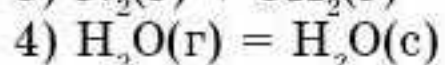
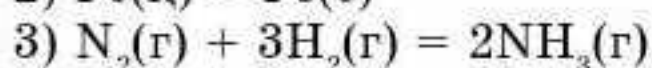
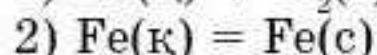
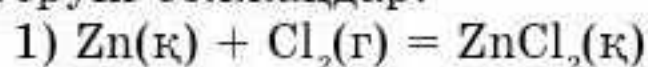
1. Стандартты жағдайларда экзотермиялық реакцияның неге жүрмейтінін түсіндіріңдер:

Реакцияның ΔG есептеңдер. Бұл реакция қандай температурада өздігінен жүре алатынын анықтаңдар.

2. Реакцияның $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(c)$ Гиббс энергиясының өзгерісі $\Delta G_{298}^0 = -474,46$ кДж-ге тең. Термодинамикалық есептеулер жүргізбей тұрып, бұл реакция 298 К температурада қандай фактордың әсерінен (энтальпиялық немесе энтропиялық) жүретінін және реакцияның жүруіне температураның артуы қалай әсер ететінін анықтаңдар.

§ 33. ГИББС ЭНЕРГИЯСЫНА ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ

1-есеп. Есептеулер жүргізбей тұрып, процестердің энтропиясының өзгеруін болжаңдар:



Шешуі: Бұл есептің шешуін кесте түрінде берейік (31-кесте).

31-кесте

№ п/п	Процестің реакция теңдеуі	$S_{\text{реак. мәні}}$	Негіздеме
1	$Zn(к) + Cl_2(г) = ZnCl_2(к)$	< 0	Газ тәрізді заттардың энтропиясы қатты заттарға қарағанда жоғары. Реакция нәтижесінде газ тәрізді заттың мөлшері төмендейді
2	$Fe(к) = Fe(с)$	> 0	Сұйық күйде ретсіздік қатты күйге қарағанда жоғары
3	$N_2(г) + 3H_2(г) = 2NH_3(г)$	< 0	Барлық реагенттер газдар болып табылады және олардың мөлшері реакция барысында азаяды
4	$H_2O(г) = H_2O(с)$	< 0	Сұйық күйде ретсіздік газ тәрізді күйге қарағанда төмен

2 есеп. Химиялық процесс $H_{\text{реак.}}^0$ және $S_{\text{реак.}}^0$ таңбалармен сипатталады, олар 32-кестеде көрсетілген:

32-кесте

Процесс	$H_{\text{реак.}}^0$	$S_{\text{реак.}}^0$
а	-	+
ә	+	-
б	-	-
в	+	+

Осы төрт процестің қайсысы (а, ә, б, в) өздігінен жүреді:

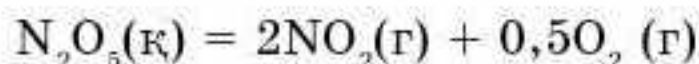
- кез келген температурада;
- температураның белгілі бір аралығында;
- кез келген температурада өздігінен жүруі мүмкін емес?

Шешуі. Реакцияның өздігінен жүруіне энтальпия өзгерісінің теріс мәні және реакцияның энтропиясының оң өзгерісі ықпал етеді.

Демек, мына процестер өздігінен жүреді:

- а жағдайында кез келген температурада;
- б және в жағдайларында шекті температуралық аралықта;
- ә жағдайында кез келген температурада өздігінен жүруі мүмкін емес.

3-есеп. Айырылу реакциясының еркін энергиясының өзгеруін стандартты жағдайларда есептендер:



Реакция қандай температурада өздігінен жүреді? $H_{\text{реак.}}^0$ және $S_{\text{реак.}}^0$ өзгерісінің температураға тәуелділігін ескермеңдер.

Анықтамалық деректер 33-кестеде келтірілген.

33-кесте

Заттың формуласы	$H_{\text{түзілу}}^0$ кДж/моль	S , Дж/(моль · К)
$\text{NO}_2(\text{г})$	33,8	240,2
$\text{N}_2\text{O}_5(\text{к})$	-42,68	178,24
$\text{O}_2(\text{г})$	0	205

Шешуі:

$$H_{\text{реак.}}^0 = 2 \cdot 33,8 - (-42,68) = 110,28 \text{ кДж/моль};$$

$$S_{\text{реак.}}^0 = 2 \cdot 240,2 + 0,5 \cdot 205 - 178,24 = 404,66 \text{ Дж/(моль · К)};$$

$$G_{\text{реак.}}^0 = 110,28 \text{ (кДж/моль)} - 298(\text{К}) \cdot 0,40466 \text{ (кДж/(моль · К))} = -10,309 \text{ кДж/моль.}$$

Реакцияның $G^\circ < 0$ болғандықтан, реакция стандартты жағдайларда өздігінен жүреді.

Реакция өздігінен жүретін температура аралығын бағалау үшін теңсіздікті шешу қажет:

$$G_{\text{реак.}} = H_{\text{реак.}} - TS_{\text{реак.}} < 0.$$

Осыдан

$$H_{\text{реак.}} < TS_{\text{реак.}} \text{ және } \frac{\Delta H_{\text{реак.}}}{\Delta S_{\text{реак.}}} < T.$$

$$T > (110,28 \text{ (кДж/моль)}) / 0,40466 \text{ (кДж/(моль} \cdot \text{К))} = 272 \text{ К). } T > 272 \text{ К.}$$

Жауабы: реакция 272 К немесе -1°C -тан жоғары температурада өздігінен жүреді.

• 1. Төменде берілген мәліметтерге сүйеніп, Гиббс энергиясын есептеп, реакцияның 1000 және 3000 К температурада өздігінен жүру мүмкіндіктерін анықтаңдар.

$\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ (к)} + 3\text{C (к)} = 2\text{Cr (к)} + 3\text{CO (г)}$				
ΔH_{298} , кДж/моль	-1141	0	0	-110,6
ΔS_{298} , Дж/(моль·К)	81,2	5,7	23,6	197,7

Жауабы: реакция 3000 К өздігінен жүреді, ал 1000 К жүрмейді.

• 2. Анықтамалық мәліметтерге сүйеніп, берілген экзотермиялық реакцияның қандай температурада өздігінен жүзеге асатынын анықтаңдар.



Жауабы: реакция 36,6 К өздігінен жүреді, стандарттық жағдайда жүрмейді.

• 3. Төменде берілген мәліметтерге сүйеніп, 298,15 К температурада

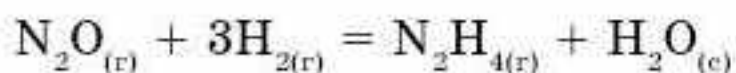


реакцияның өздігінен жүзеге асу мүмкіндігін анықтаңдар. Оның бұдан да жоғары температурада жүруі мүмкін бе?

Зат	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{г})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$	$\text{H}_2(\text{г})$
$\Delta G_{f,298}^\circ$, кДж/моль	-17,19	68,14	0
S_{298}° , Дж/(моль·К)	310,12	219,45	130,52

Жауабы: реакция 298,15 К температурада өздігінен жүрмейді.

• 4. Анықтамалық мәліметтерге сүйеніп, реакцияның энтальпия өзгерісін ΔH_{298}^0 анықтаңдар.



Зат	$\text{N}_2\text{O}(г)$	$\text{H}_2(г)$	$\text{N}_2\text{H}_4(г)$	$\text{H}_2\text{O}(с)$
$\Delta G_{f, 298}^0$, кДж/моль	104,12	0	159,10	-237,23
S_{298}^0 , Дж/(моль·К)	219,83	130,52	238,50	69,95

Жауабы: $\Delta H_{298}^0 = -272,53$ кДж.

(Есеп шығарғанда 138-139-беттердегі мәліметтерді қолданыңдар.)

ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ТУРАЛЫ ЕСЕП ШЫҒАРУҒА ҚАЖЕТТІ МӘЛІМЕТТЕР

Кейбір заттардың стандартты термодинамикалық сипаттамалары

Зат	$\Delta H_{f, 298}^0$, кДж/моль	$\Delta G_{f, 298}^0$, кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)
1	2	3	4
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (к)	-3444	-3103	239
Al_2O_3 (к)	-1676	-1580	50,9
BaCO_3 (к)	-1235	-1134	103
BaO (к)	-548	-518	70,4
C (к)	0	0	5,74
C_2H_4 (г)	52	68	219,4
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (с)	-277	-175	160,7
CaCO_3 (к)	-1207	-1128	89
CaO (к)	-636	-603	40
CaSiO_3 (к)	-1562	-1550	82
CH_3OH (с)	-239	-166,2	126,8
CH_4 (г)	-74,85	-50,79	186,19
Cl_2 (г)	0	0	222,96
CO (г)	-110,5	-137,14	197,54
CO_2 (г)	-394	-394,4	214
Fe (к)	0	0	27,3
Fe_2O_3 (к)	-823	-740	87,9

1	2	3	4
H ₂ (г)	0	0	130
H ₂ O (г)	-242	-229	189
H ₂ O (с)	-286	-237	70
H ₂ S (г)	-21	-33,8	206
HCl (г)	-93	-95,3	187
N ₂ O (г)	82	104	220
Na ₂ CO ₃ (κ)	-1138	-1048	136
Na ₂ O (κ)	-416	-378	75,5
NaOH (κ)	-427,8	-381,1	64,16
NH ₃ (г)	-46	-16,7	193
NH ₄ Cl (κ)	-314	-203	96
NH ₄ NO ₃ (κ)	-365	-184	151
NO (г)	90,37	86,71	210,62
NO ₂ (г)	33	51,5	240,2
O ₂ (г)	0	0	205
P ₂ O ₅ (κ)	-1492	-1348,8	114,5
SiO ₂ (κ)	-908,3	-854,2	42,7
SO ₂ (г)	-297	-300	248
SO ₃ (г)	-395,2	-370,4	256,23
Zn (κ)	0	0	41,59
ZnO (κ)	-349	-318,2	43,5



КИНЕТИКА

§ 34. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫ

Бүгінгі сабақта:

- химиялық реакция жылдамдығын қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Реакцияның жылдамдығы
- Химиялық кинетика
- Гомогенді реакция
- Гетерогенді реакция

Химиялық реакциялардың ерекшеліктерінің бірі — олар белгілі уақытта жүзеге асады.

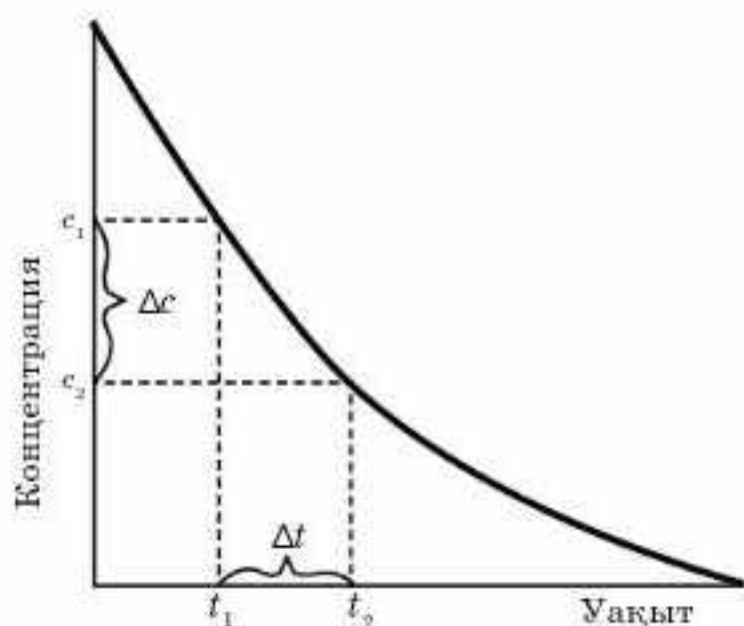
Химиялық реакциялардың жүру уақыты әртүрлі. Мысалы, қышқылдардың сілтімен бейтараптану реакциясы бөлме температурасында лезде жүреді. Тау жыныстарының желдің әсерінен химиялық өзгеріске ұшырауы (мысалы, граниттің сазға айналуы) мыңдаған жылдар бойы жүреді.

Химиялық реакцияның жылдамдығын санмен сипаттау үшін бастапқы заттардың немесе өнімнің біреуінің зат мөлшерінің, болмаса концентрациясының өзгерісі қолданылады.

Химиялық реакцияның жылдамдығы деп бастапқы заттардың немесе өнімнің біреуінің концентрациясының уақыт бірлігіндегі өзгеруін айтады.

$A + B = D + F$ реакциясы үшін A затының t_1 уақыттағы концентрациясы c_1 , ал t_2 уақыттағы концентрациясы c_2 болсын. Онда орташа жылдамдықты v математикалық тұрғыдан былай көрсетуге болады:

$$v = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta c}{\Delta t}$$



54-сурет. Өрекеттесетін заттардың концентрацияларының уақытқа сәйкес өзгерісі

Уақыт өткен сайын A затының концентрациясы азайып, концентрация өзгерісі Δc теріс мәнге ие болады, сондықтан өрнекте минус (–) таңбасы қойылады. Химиялық реакцияның жылдамдығы тек оң шама болады және ол моль/л·с, моль/л·мин өлшенеді (54-сурет).

Химиялық реакциялардың жылдамдығын және оның әртүрлі факторларға тәуелділігін зерттейтін химияның саласы — **химиялық кинетика** деп аталады.



Химиялық кинетика гомогенді реакцияның да, гетерогенді реакцияның да жылдамдығын зерттейді.

Біртекті ортада жүретін реакциялар гомогенді химиялық реакциялар деп аталады (мысалы, ерітінділердің немесе газдардың арасындағы).

Өртүрлі фазадағы заттардың әрекеттесуі нәтижесінде жүретін реакциялар гетерогенді реакциялар деп аталады (мысалы: газдар мен сұйықтықтар, қатты заттар мен сұйықтықтар т.б.).

Гомогенді реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші заттардың немесе өнімнің біреуінің концентрациясының уақыт бірлігіндегі өзгерісімен анықталады:

$$v(\text{гом.}) = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Гетерогенді реакцияның жылдамдығы фаза бетінің аудан бірлігінде белгілі уақыт ішінде әрекеттесетін заттардың не өнімнің зат мөлшерінің өзгерісімен анықталады. Демек:

$$v(\text{гет.}) = \pm \frac{\Delta n}{S \Delta t}$$

мұндағы Δn — зат мөлшерінің өзгерісі, S — қатты зат бетінің ауданы.

Гомогенді реакциялар бүкіл көлемде, ал гетерогенді реакциялар фазалардың бөліну бетінде жүреді. Сондықтан оның жылдамдығы концентрациямен өрнектелмейді.

Сен білесің бе?

Фтор және сутек газдары бір-бірімен жанасқанда, реакция қопарылыс бере жүреді. Ал бөлме температурасында сутек пен оттектің әрекеттесуі өте баяу жүреді, ғалымдардың есептеуінше, реакция өнімі — судың бір тамшысы, реакциялық ыдыста бірнеше миллион жылдан кейін пайда болады екен.

Гетерогенді реакцияның жылдамдығы, мысалы, газ бен қатты зат арасындағы реакцияның жылдамдығы газ молекулаларының қатты зат бетінің аудан бірлігіндегі соқтығысу жиілігімен анықталады. Химиялық реакция — әрекеттесуші заттар бөлшектерінің соқтығысу нәтижесі. Бөлшектердің соқтығысуы атомдардың жаңаша топтасуына және жаңа өнім түзілуге әкелетіндей тиімді болуы тиіс. Соқтығысу жиі болған сайын химиялық реакцияның жылдамдығы жоғары болады.



Химиялық реакцияның жылдамдығын санмен сипаттау үшін бастапқы заттардың немесе өнімнің біреуінің зат мөлшерінің, болмаса концентрациясының өзгерісі қолданылады.

Химиялық реакцияның жылдамдығы деп бастапқы заттардың немесе өнімнің біреуінің концентрациясының уақыт бірлігіндегі өзгеруін айтады. Біртекті ортада жүретін реакциялар *гомогенді химиялық реакциялар* деп аталады. Гомогенді

реакциялар бүкіл көлемде жүреді. Әртүрлі фазадағы заттардың әрекеттесуі нәтижесінде жүретін реакциялар гетерогенді реакциялар деп аталады. Гетерогенді реакциялар әрекеттесуші заттар бетінде жүреді. Химиялық реакциялардың жылдамдығын және оның әртүрлі факторларға тәуелділігін зерттейтін химияның саласы — *химиялық кинетика* деп аталады. Химиялық реакцияның жылдамдығын санмен сипаттау үшін бастапқы заттардың немесе өнімнің біреуінің зат мөлшерінің, болмаса концентрациясының өзгерісі қолданылады.



1. Химиялық реакцияның жылдамдығы деген не, оны қалай анықтайды?
2. Химиялық реакциялардың жылдамдығы мен механизмдерін зерттейтін химияның саласы қалай аталады?
3. Қандай реакциялар: а) гомогенді; ә) гетерогенді деп аталады?
4. Гомогенді реакцияның жылдамдығы қалай анықталады?
5. Гетерогенді реакцияның жылдамдығы қалай анықталады?
6. Химиялық реакция жылдамдығын арттырудың немесе төмендетудің өндіріс пен тұрмыста қандай тиімді және тиімсіз жақтары бар? Мысалдармен түсіндіріңдер.

- 1. А затының айырылуы нәтижесінде оның концентрациясы 0,8 моль/л-ден 0,6 моль/л-ге дейін азайды. Реакция жылдамдығын есептеңдер.

Жауабы: 0,02 моль/л·мин.

- 2. Реакция басталғаннан кейін 80 секунд өткенде судың молярлық концентрациясы 0,24 моль/л, ал 2 мин 07 секундтан кейін 0,28 моль/л болған кездегі $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ реакциясының жылдамдығын есептеңдер.

Жауабы: $8,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л·с.

- 3. Ішінде тұз қышқылының ерітіндісі бар құтыға магний түйірлерін салды, нәтижесінде сутек бөлінді. Тәжірибенің нәтижесі кестеде берілген:

Уақыт/мин	0	1	2	3	4	5	6	7
Сутектің көлемі/мл	0	14	23	31	38	40	40	40

а) реакция теңдеуін жазыңдар;

ә) берілген мәліметтер бойынша график сызыңдар;

б) реакцияның;

• бірінші минуттағы;

• екінші минуттағы;

• үшінші минуттағы жылдамдығын анықтаңдар;

в) реакция барысында оның жылдамдығы неге өзгертінін түсіндіріңдер;

г) реакция нәтижесінде сутектің қандай көлемі түзілді?

ғ) реакцияның жүруіне қанша уақыт кетті?

Реакция:

• Жылдам;

• Баяу жүру үшін не істеу керек?

Тәжірибені жүргізу жағдайлары өзгерді. Тәжірибенің нәтижесі кестеде берілген:

Уақыт/мин	0	1	2	3	4	5	6	7
Сутектің көлемі/мл	0	22	34	39	40	40	40	40

Берілген мәліметтерді б — графикке салыңдар:

а) реакциялардың қайсысы жылдам жүретінін анықтаңдар;

ә) бұлай болуының себебі неде? Болжамдарыңды айтыңдар;

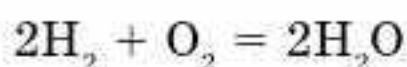
б) екі тәжірибеде бөлінген сутектің көлемі бірдей. Алынған магнийдің массасы қанша?

§ 35. КОНЦЕНТРАЦИЯНЫҢ РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ӘСЕРІ

Химиялық реакциялардың жылдамдығына реагенттер концентрациясының әсерін қарастырайық.

Химиялық реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрациясына тәуелді. Химиялық әрекеттесу бөлшектердің соқтығысуы нәтижесінде жүзеге асады. Бөлшек саны көп болған сайын соқтығысу да көп болады, соқтығысу көп болған сайын жылдамдық та көп болады. Зат концентрациясы оның химиялық мөлшеріне, демек, бөлшек санына пропорционал, сондықтан концентрация жоғары болса, жүйедегі бөлшек саны да көп болады. Химиялық реакция жылдамдығына реагенттер концентрациясының әсері — химиялық кинетиканың негізгі заңы — әрекеттесуші массалар заңымен өрнектеледі (“әрекеттесуші массалар” — қазіргі “концентрация” түсінігінің синонимі). Оны тәжірибелік деректер негізінде норвегиялық ғалымдар К.Гульдберг пен П.Вааге 1867 жылы тұжырымдады. Әрекеттесуші массалар заңының ережесі. **Температура тұрақты болғанда реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші заттар концентрациясының көбейтіндісіне тура пропорционал.**

$aA + bB = cC + dD$ реакциясы үшін жылдамдықтың концентрацияға тәуелділігі төмендегідей өрнектеледі: $v = k \cdot c^a(A) \cdot c^b(B)$. Мұндағы k — жылдамдық константасы деп аталатын пропорционалдық коэффициенті; $c(A)$ және $c(B)$ — A , B заттарының молярлық концентрациясы (моль/л). Жылдамдық константасының физикалық мәні әрекеттесуші заттар концентрациясы 1 моль/л болғанда оның сан мәні реакция жылдамдығына тең болатынын көрсетеді. Жоғарыда келтірілген реакция жылдамдығының өрнегі реакцияның кинетикалық теңдеуі деп аталады. Мысалы:



реакциясының кинетикалық теңдеуін былай жазуға болады:

$$v = kc^2(\text{H}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

Қарапайым реакциялар (бір ғана сатыда жүзеге асады) үшін әр заттың концентрациясының дәрежесі көп жағдайда оның стехиометриялық коэффициентіне тең болады, ал күрделі реакциялар үшін бұл ереже орындалмайды. Әрекеттесуші массалар заңы тек қана қарапайым

Бүгінгі сабақта:

- химиялық реакция жылдамдығына концентрацияның әсері әрекеттесуші массалар заңымен сипатталатынын түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Реагенттер концентрациясы
- Әрекеттесуші массалар заңы
- Қысымның әсері
- Әрекеттесуші заттар табиғаты

химиялық реакциялар үшін орындалады. Егер реакция бірнеше сатыда жүрсе, онда барлық процестің жылдамдықтарының қосындысы оның ең баяу жүретін бір сатысының жылдамдығымен анықталады және ол **лимиттеуші саты** деп аталады.

Гомогенді реакцияларға газ тәрізді заттар қатысқанда реакция жылдамдығына қысым әсер етеді.

Өйткені қысым концентрациямен тығыз байланысты. Менделеев-Клапейрон теңдеуінде: $pV = nRT$, егер көлемді V теңдеудің оң жағына, ал RT -сол жағына көшіріп,

$$n/V = c$$

екенін ескерсек, онда

$$p/RT = c.$$

Қысым мен молярлық концентрация бір-біріне тура пропорционал. Сондықтан қысым артқанда химиялық реакцияның жылдамдығы өседі, қысым төмендегенде жылдамдық кемиді.

Әрекеттесуші массалар заңы газдар қоспасы мен ерітінділер үшін орындалады, ал қатты заттар қатысатын реакциялар үшін қолданылмайды. Гетерогенді реакциялар үшін әрекеттесуші массалар заңының теңдеуіне тек қана сұйық немесе газ тәрізді заттардың концентрациялары кіреді, ал қатты заттар кірмейді. Гетерогенді реакциялар жылдамдығы реагенттердің әрекеттесу бетіне, олардың араласу деңгейіне тәуелді. Қатты заттардың бетін оларды ұнтақтау, суда еритін заттарды суда еріту арқылы ұлғайтуға болады. Мысалы, көмір жанғанда оттегі молекулалары беттегі көміртек атомдарымен ғана әрекеттеседі. Көмірді ұсақтайтын болса, жанасу беті ұлғайып, жану жылдамдығы артады, өйткені газ молекулаларының қатты зат бетінің аудан бірлігіндегі соқтығысу жиілігі өседі. Сонымен гетерогенді реакциялар фазалардың бөліну бетінде жүреді.

Гомогенді реакциялар бүкіл көлемде жүреді және олардың жылдамдығы реагенттердің концентрациясына тәуелді болады.

Химиялық реакция жылдамдығына әсер ететін маңызды факторлардың бірі — әрекеттесуші заттар табиғаты.

Өздерің білетіндей металдардың қышқылдармен әрекеттесу реакциясының жылдамдығы олардың табиғатына тәуелді. Мысалы, магнийдің тұз қышқылымен әрекеттесу жылдамдығы (сутектің бөліну жылдамдығы) мырышқа қарағанда жоғары, ал темір мырышқа қарағанда тұз қышқылымен баяу әрекеттеседі.



Химиялық реакция жылдамдығына реагенттер концентрациясының әсері — химиялық кинетиканың негізгі заңы — әрекеттесуші массалар заңымен өрнектеледі. Әрекеттесуші массалар заңы газдар қоспасы мен ерітінділер үшін орындалады. Гомогенді

реакцияларға газ тәрізді заттар қатысқанда реакция жылдамдығына қысым әсер етеді Гетерогенді реакциялар үшін әрекеттесуші массалар заңының теңдеуіне тек қана сұйық немесе газ тәрізді заттардың концентрациялары кіреді. Химиялық реакция жылдамдығына әрекеттесуші заттар табиғаты да әсер етеді.



1. Кез келген химиялық реакцияның жылдамдығы қандай факторларға тәуелді? Гетерогенді реакцияның жылдамдығына қосымша қандай факторлар әсер етеді?
2. Берілген химиялық реакциялардың қайсысы жылдам жүреді:
 - а) фосфордың ауада және оттеkte жануы;
 - ә) мырыштың концентрациялы және сұйылтылған тұз қышқылымен әрекеттесуі;
 - б) натрий мен темірдің сумен әрекеттесуі? Түсіндіріңдер. Тиісті реакция теңдеулерін жазыңдар.
3. Әрекеттесуші массалар заңы қалай тұжырымдалады?
4. «Лимиттеуші» саты деген не?
5. Берілген реакция сызбаларын реакция теңдеулеріне айналдырып, оларға кинетикалық теңдеулер құрастырыңдар:
 - а) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{HCl}(\text{г})$
 - ә) $\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{NO}_2(\text{г})$
 - б) $\text{P}(\text{қ}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{P}_2\text{O}_5(\text{қ})$
 - в) $\text{Mg}(\text{қ}) + \text{HCl}(\text{с}) = \text{MgCl}_2(\text{с}) + \text{H}_2(\text{г})$
 - г) $\text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) = \text{NH}_3(\text{г})$
6. Қысымды арттырғанда берілген реакцияның жылдамдығы өсе ме, әлде кеми ме $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{қ}) = 2\text{CO}(\text{г})$? Түсіндіріңдер.
 1. Сутектің бром буымен реакциясында бастапқы заттардың концентрацияларын екі есе арттырса, реакцияның жылдамдығы қанша есе өседі?
Жауабы: 4 есе.
 2. Бастапқы заттардың концентрациясын 4 есе кемітсе, берілген реакция жылдамдығы неше есе кемиді: $\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{с})$?
Жауабы: 64 есе кемиді.
 3. Жүйедегі қысымды екі есе арттырса, тура реакцияның жылдамдығы қанша есе өседі: $\text{NO}_2(\text{г}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{NO}(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г})$?
Жауабы: 4 есе.

Әрекеттесуші массалар заңына есептер шығару

1-есеп. Берілген: а) және ә) реакцияларына кинетикалық теңдеу жазыңдар:

- а) $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г})$
- ә) $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$

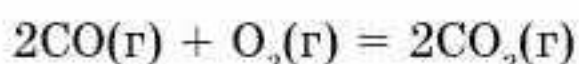
Шешуі. Химиялық реакцияның кинетикалық теңдеуі реакция жылдамдығының реагенттердің концентрациясына тәуелділігін көрсетеді:

- а) реакциясының кинетикалық теңдеуін былай жазуға болады:

$$v = k \cdot c(\text{N}_2) \cdot c(\text{O}_2);$$

- ә) реакциясы үшін: $v = k \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2).$

2-есеп. Көміртек (II) оксидінің жану реакциясы берілген:



Көміртек (II) оксидінің концентрациясын 3 есе арттырғанда реакция жылдамдығы қалай өзгереді?

Шешуі. 1. Реакцияның кинетикалық теңдеуін жазамыз:

$$v_1 = k \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)$$

2. CO концентрациясын 3 есе арттырған кездегі реакция жылдамдығын өрнектейміз:

$$v_2 = k \cdot (3c)^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)$$

3. Реакция жылдамдығының қатынастарын жазамыз:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot (3c)^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)} = 9.$$

Жауабы: реакция жылдамдығы 9 есе өседі.

1. Көлемі 600 мл болатын жабық ыдыста мынадай реакция жүреді: $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) = 2\text{HBr}(\text{г})$. Белгілі уақыттан кейін сутек пен бромның зат мөлшері сәйкесінше 0,02 моль және 0,03 моль болды. Егер түтікке сутек пен бромның әрқайсысынан 0,01 мольден қосымша енгізсе, реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

Жауабы: 2 есе өседі

2. Ерітіндіде жүретін $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCN} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$ реакциясындағы реагенттердің концентрациясын сумен 2 есе сұйылтты. Реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

Жауабы: 16 есе кемиді

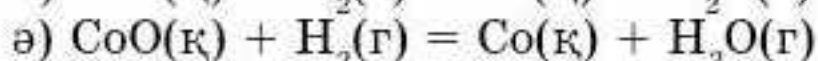
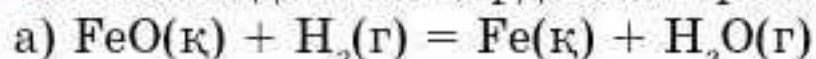
3. Жай заттардың қатысуымен екі реакция жүрді. Бір минуттан кейін бірінші реакция нәтижесінде 6 г H_2S , ал екінші реакцияда — 20 г HI түзілді. Берілген реакциялардың қайсысының жылдамдығы жоғары?

Жауабы: бірінші реакция.

4. Мынадай реакция берілген: $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$. Реагенттердің бастапқы концентрациялары: $c(\text{NO}) = 0,8$ моль/л, $c(\text{O}_2) = 0,6$ моль/л. Оттектің концентрациясын 0,9 моль/л-ге, ал азот (II) оксидінің концентрациясын 1,2 моль/л-ге дейін арттырса, реакцияның бастапқы жылдамдығы қанша есе өседі?

Жауабы: 3,4 есе өседі.

5. Сыйымдылығы бірдей екі түтікте төмендегідей екі реакция жүреді:



бірдей уақыт аралығында а — реакциясына 2,24 л (қ.ж.), ал ә — реакциясына 2 г сутек жұмсалған болса, а — реакциясының жылдамдығы ә — реакциясының жылдамдығымен салыстырғанда қалай өзгереді?

Жауабы: $v_a = 10$ есе аз.



6. А және В заттары арасындағы реакция мына теңдеу бойынша жүреді: $2A + B = 2C$.

Бастапқыда заттардың концентрациялары $c(A) = 0,3$ моль/л, $c(B) = 0,5$ моль/л; жылдамдық константасы $0,8 \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин})$ болды. Белгілі уақыттан кейін А затының концентрациясы $0,1$ моль/л-ге азайды. Реакцияның бастапқы және кейінгі жылдамдықтарын табындар.

Жауабы: $0,036$ моль/(л · мин); $0,0144$ моль/(л · мин).

§ 36. ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ӨСЕРІ

Көптеген реакциялар жылдамдығы температура көтерілгенде өседі. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі Вант-Гофф ережесімен анықталады. Ережеге сәйкес температураны әр 10°C -қа көтергенде реакция жылдамдығы 2—4 есе өседі. Бұл тәуелділік математикалық тұрғыда былай өрнектеледі:

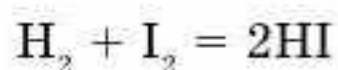
$$v_{T_2} = v_{T_1} \cdot \gamma^{(T_2 - T_1)/10},$$

мұндағы v_{T_1} — және v_{T_2} — сәйкесінше T_1 және T_2 температураларындағы жылдамдық, γ — химиялық реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті, ол әрекеттесуші заттар температурасын 10°C -қа көтергенде жылдамдықтың неше есе өсетінін көрсетеді.

Әр нақты реакция үшін температуралық коэффициент тәжірибе арқылы анықталады. Кейінгі зерттеулер Вант-Гофф ережесінің температуралардың шағын аралығында орындалатынын көрсетті. Едәуір жоғары температура аймағында реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі бұл ережеге бағынбайды. Жылдамдық константасының температураға тәуелділігіне түсініктемені алғаш рет швед ғалымы Сванте Аррениус өзінің белсенді соқтығысулар теориясында берді.

Ғалымның көзқарасы бойынша химиялық реакцияға әрекеттесетін заттардың жеткілікті энергиясы бар белсенді молекулалары ғана қатысады. Бөлшектердің тиімді соқтығысуы нәтижесінде атомдардың аралық тобы — белсенді кешен түзіледі (55-сурет).

Бұл топ өте белсенді, өте қысқа уақыт өмір сүреді (10^{-13} с), оны жеке бөліп алу мүмкін емес. Йодсутек синтезін мысал ретінде қарастырайық:

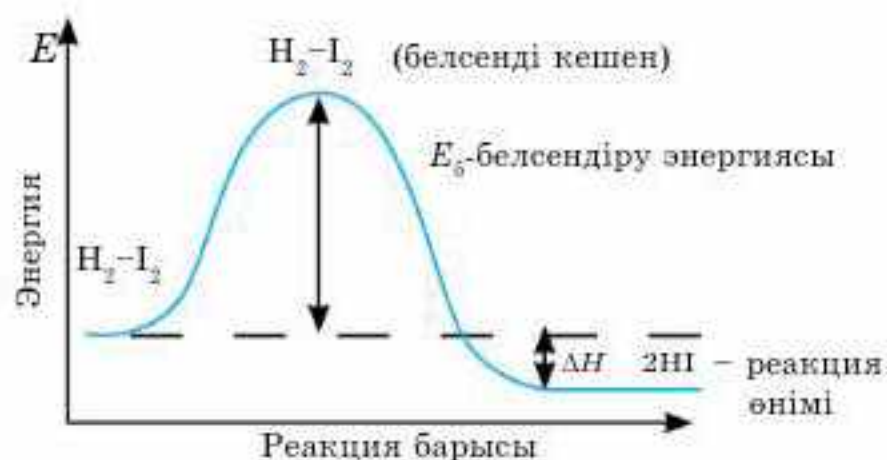


Бүгінгі сабақта:

- химиялық реакция жылдамдығына температураға тәуелділігі Вант-Гофф ережесімен анықталады;
- белсендіру энергиясы ұғымының физикалық мәнін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Температураның әсері
- Вант-Гофф ережесі
- Белсендіру энергиясы



55-сурет. Сутек пен йодтың әрекеттесуі барысында жүйе энергиясының өзгеруі

Егер сутек пен йод молекулаларының энергиялары жеткілікті болса, белсенді кешен $\text{H}_2 - \text{I}_2$ түзіледі. Әрі қарай бұл бөлшек бастапқы қалпына келуі немесе йодсутектің екі молекуласына айналуы мүмкін. Жаңа молекуланың түзілуі энергия (ΔH) бөлінуімен қатар жүретіні 55-суреттен көрініп тұр. Нәтижесінде экзотермиялық реакция жүзеге асты. Олай болса, белсендіру энергиясы — белсенді кешеннің орташа энергиясы мен бастапқы молекулалардың орташа энергияларының айырмасына тең. Белсенді емес молекулаларды қосымша энергия жұмсау арқылы белсендіруге болады. **Реакцияның жүруіне қажетті бастапқы заттардың бөлшектерін белсендіру үшін жұмсалатын ең аз мөлшердегі энергия белсендіру энергиясы E_6 (кДж/моль) деп аталады.** Белсендіру энергиясының шамасы әрекеттесуші заттардың табиғатына тәуелді, ол реакцияның жылдамдығын анықтайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Белсендіру энергиясы бастапқы заттардағы химиялық байланысты әлсіретуге немесе үзуге жұмсалады. Өйткені әртүрлі заттардағы химиялық байланыстың беріктігі әртүрлі. Белсендіру энергиясы қаншалықты көп болса, реакция соншалықты баяу жүреді және керісінше, белсендіру энергиясы неғұрлым төмен болса, берілген температурада процесс соғұрлым жылдам жүреді. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігін зерттей отырып, белсендіру энергиясын тәжірибе жүзінде анықтайды. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігін анықтайтын Аррениус теңдеуі:

$$k = Ae^{-E_6/RT},$$

мұндағы k — реакцияның жылдамдық константасы; A — әрекеттесетін заттардың табиғатына тәуелді пропорционалдық коэффициент (белсенді бөлшектердің соқтығысу саны); e — натуралдық логарифмдердің негізі; R — әмбебап газ тұрақтысы; T — абсолюттік температура. Белсенді молекулалар саны Максвелл—Больцманның таралу заңы негізінде былай анықталады:

$$N_E = N_0 \cdot \exp[-E/(RT)],$$

мұндағы N_E — энергиясы E болатын молекула саны; N_0 — зерттеліп отырған жүйедегі барлық молекула саны; T — температура; R —



әмбебап газ тұрақтысы. Сонымен жылдамдықтың температураға тәжірибе түрінде анықталған тәуелділігі молекулалардың энергиясы бойынша бөліну заңымен дәлелденді. Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе химиялық реакция жүруі үшін: 1) әрекеттесуші зат молекулалары соқтығысуы; 2) молекулалардың жеткілікті белсендіру энергиясының болуы; 3) молекулалар бір-бірімен жылдам әрекеттесуі үшін олар тиімді бағытталған болуы керек.

Сен білесің бе?

Көптеген реакциялар іс жүзінде жүрмейді, олар жоғары белсендіру энергиясын талап етеді. Егер барлық реакциялар энергетикалық кедергісіз жүретін болса, онда ауадағы оттек жануға немесе тотығуға бейім барлық заттармен әрекеттесер еді. Осының салдарынан барлық органикалық заттар CO_2 және H_2O соңғы өнімдеріне дейін тотығар еді. Сондықтан біз реакциялардың жоғары жылдамдықпен жүруіне кедергі болатын белсендіру энергиясының арқасында өмір сүрудеміз.

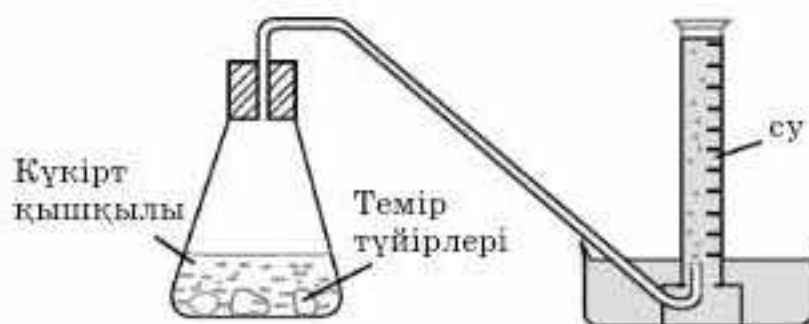


Химиялық реакцияның жылдамдығының температураға тәуелділігі Вант-Гофф ережесімен анықталады. Ережеге сәйкес температураны әр 10°C -қа көтергенде реакция жылдамдығы 2—4 есе өседі. Химиялық реакцияға әрекеттесетін заттардың жеткілікті энергиясы бар белсенді молекулалары ғана қатысады. Белсенді

емес молекулаларды қосымша энергия жұмсау арқылы белсендіруге болады. Реакцияның жүруіне қажетті бастапқы заттардың молекулаларын белсендіру үшін жұмсалатын ең аз мөлшердегі энергия белсендіру энергиясы E_6 (кДж/моль) деп аталады. Ол реакцияның жылдамдығын анықтайтын негізгі фактор болып табылады: белсендіру энергиясы жоғары болса, реакция баяу жүреді, ал белсендіру энергиясы төмен болса, берілген температурада процесс жылдам жүреді.



1. Температураның өсуі реакция жылдамдығына қалай әсер етеді? Түсіндіріңдер.
2. Вант-Гофф ережесін тұжырымдаңдар.
3. Белсендіру энергиясы деген не және ол химиялық реакцияның жылдамдығына қалай әсер етеді?
4. Экзотермиялық реакция мен эндотермиялық реакцияның қайсысының белсендіру энергиясы жоғары?
5. Сутек пероксидін қайда сақтаған дұрыс:
а) 25°C бөлмеде немесе тоңазытқышта (5°C); ә) жарық немесе қараңғы жерде? Өз пікірлеріңді тиісті реакцияның жылдамдығымен байланыстырыңдар.
6. Тағам өнімдері мен дәрілерді сақтауда тоңазытқыштардың қолданылуын химиялық тұрғыдан түсіндіріңдер.
7. Оқушы темір түйіршіктері мен күкірт қышқылы арасындағы реакцияны берілген құрылғыда зерттеді.
Реакция жылдамдығын зерттеуге арналған бұл құрылғы қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңдер:
1) егер темірдің ұнтағы пайдаланылса, реакция жылдамдығы қалай өзгертінін түсіндіріңдер;



2) реакция жылдамдығына температура қалай әсер етеді? Әр тәжірибеде оқушы сақтауға тиісті үш ережені атаңдар.

- 1. Реакцияның температурасын 30°C -қа көтергенде оның жылдамдығы 64 есе өсті. Реакцияның температуралық коэффициентін есептеңдер.
Жауабы: $\gamma = 4$.
- 2. Реакцияның температурасын 50°C -қа көтергенде оның жылдамдығы 1024 есе өсті. Реакцияның температуралық коэффициентін есептеңдер.
Жауабы: $\gamma = 4$.
- 3. Реакция 80°C температурада 18 мин-та аяқталды. Осы реакцияны а) 110°C ; ә) 60°C температурада жүргізсе, ол қанша уақытта аяқталады? Реакцияның температуралық коэффициенті $\gamma = 3$.

Жауабы: а) 40 с; ә) 162 мин.

§ 37. КАТАЛИЗ

Бүгінгі сабақта:

- өршіткілердің реакция жылдамдығына әсерін қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Өршіткілер (катализатор)
- Катализ
- Гомогенді катализ
- Гетерогенді катализ
- Тежегіштер (ингибиторлар)
- Өршіткі улары

Химиялық реакция жылдамдығына мейлінше әсер ететін маңызды фактор — өршіткі.

Химиялық реакцияны тездететін, бірақ реакция нәтижесінде жұмсалмай қалатын заттар өршіткілер деп аталады.

Өршіткі қатысында жүретін реакциялар катализдік реакциялар деп аталады.

Өндірісте жүзеге асатын химиялық реакциялардың шамамен 90% -ға жуығы катализдік реакцияларға жатады.

Өршіткілер *гомогенді*, *гетерогенді* деп жіктеледі.

Химиялық реакцияның жылдамдығына өршіткінің әсері катализ деп аталады.

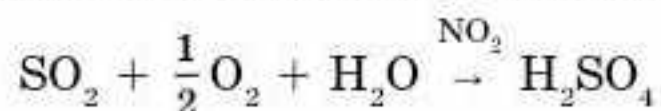
Катализ гомогенді және гетерогенді болады. Өрекеттесуші заттар мен өршіткі бір агрегаттық күйде болатын катализ гомогенді катализ деп аталады. Типтік гомогенді өршіткілерге қышқылдар мен негіздер жатады.

Өрекеттесуші заттар мен өршіткі әртүрлі агрегаттық күйде болатын катализ гетерогенді катализ деп аталады. Гетерогенді өршіткілерге металдар, олардың оксидтері т.б. жатады.

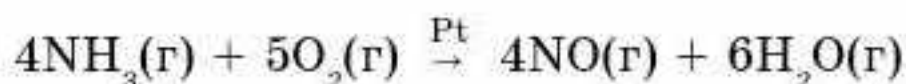
Сен білесің бе?

Көптеген биохимиялық реакциялар үшін температуралық коэффициент 1,5—3,0 аралығында болады. Егер адам сырқаттанғанда денесінің температурасы 36,5 С-тан 39,5 С-қа дейін көтерілсе, организмдегі биохимиялық процестердің жылдамдығы 1,13—1,39 есе, яғни 13—39%-ға артады.

Гомогенді катализдің мысалы ретінде күкірт (IV) оксидінің SO_2 күкірт (VI) оксидіне SO_3 азот (IV) оксиді NO_2 қатысында тотығуын қарастыруға болады. Реакция нәтижесінде күкірт (VI) оксидінен күкірт қышқылы алынады (күкірт қышқылын алудың нитрозды әдісі):



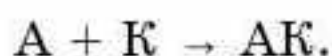
Гетерогенді катализдің мысалы ретінде аммиактың платина Pt өршіткісі қатысында тотығуын келтіруге болады:



Өршіткілердің әсер ету механизмі өте күрделі. Гомогенді катализдің механизмін түсіну үшін аралық қосылыс теориясы ұсынылған. Бұл теорияның мәні мынада, егер баяу жүретін:



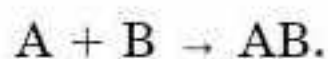
реакциясын К өршіткісінің қатысында жүргізсе, онда өршіткі бастапқы заттардың біреуімен реакцияға түсіп, тұрақсыз аралық қосылыс түзеді:



Содан кейін, АК аралық қосылысы реагенттердің басқасымен әрекеттеседі, бұл кезде өршіткі босап шығады:



Екі процесті қосып, бастапқы теңдеуді аламыз:



Сөйтіп, өршіткі әрекеттесуші бөлшектерді бір-бірімен тиімді соқтығысуға қажетті энергиямен қамтамасыз етеді, яғни өршіткі реакцияның белсендіру энергиясын төмендетеді, бастапқы заттардың бөлшектері арасындағы химиялық байланыстың үзілуіне және жаңа байланыстардың түзілуіне қажетті “жолды көрсетіп” береді. Катализ табиғатта кең тараған, ол тірі организмдердің тіршілігінде маңызды рөл атқарады. Атап айтсақ, біздің организміміздегі көміртекті қосылыстар ауа құрамындағы оттектің әсерінен үздіксіз тотығып, су мен көмірқышқыл газына айналып отырады. Биохимиялық процестердің барлығы дерлік биологиялық өршіткілердің қатысуымен жүреді. Биоөршіткілер — құрамы нәруыздардан тұратын ферменттер. Ферменттердің әсерінен төмен температурада тірі организмдерде

көптеген күрделі химиялық реакциялар жоғары жылдамдықпен жүреді. Ферменттердің айрықша қасиеттері бар, олардың әрқайсысы қажетті уақытта, қажетті орында шығымы 100% -ға жуық “өз” реакциясын жылдамдатады. Ферменттерге ұқсас жасанды өршіткілерді ойлап табу — химиктердің алдына қойған мақсаты. Химиялық өндірісте еңбек өнімділігін арттырып, өнім құнын төмендетуде өршіткілер маңызды рөл атқарады. Өршіткілер жүйенің бастапқы күйден соңғы күйге ауысуын қамтамасыз етеді. Өршіткілермен қатар химиялық реакцияны баяулататын заттар болады. **Химиялық реакцияның жылдамдығын баяулататын заттар тежегіштер (ингибиторлар, лат. *inhibere* — *кешіктіру, баяулату*) деп аталады.** Металдардың жемірілуін болдырмауда тежегіштердің маңызы ерекше.

Сен білесің бе?

Ферменттер реакцияны ондаған, жүздеген миллион есе жылдамдатады! Ферменттің бір молекуласы бір минутта бастапқы заттың 36 000 000 молекуласын айналымға ұшыратады. Ферменттердің кемшілігі — тек жасуша ішінде өмір сүреді, оның сыртында бірнеше минуттан кейін бұзылады; жоғары температурада денатурацияланады, әрбір ферменттің өзіндік өмір сүру ортасы болады.

Олар белсенді бөлшектермен өте жоғары жылдамдықпен әрекеттесіп, белсенділігі төмен қосылыстар түзеді. Нәтижесінде реакция жылдамдығы бірден баяулайды және ол тоқтайды. Қажетсіз процестерді тоқтату үшін заттарға тежегіштерді жиі қосады. Металдардың жемірілуіне қарсы қолданылатын тежегіштердің практикалық маңызы зор. Тежегіштер тірі организмдерде кездеседі, олар радиоактивті сәулеленуден жасуша ұлпаларындағы күшейетін түрлі зиянды тотығу реакцияларын тоқтатады.

Катализдік улар — өршіткіні “уландыратын”, яғни оның белсенділігін төмендететін немесе катализдік әсерін толығымен тоқтататын заттар. Уланудың негізгі себебі катализдік удың өршіткі бетінде адсорбциялануымен түсіндіріледі. Кең таралған катализдік уларға H_2O , CO , CO_2 , H_2S , N , P , As , Sb және т.б. жатады.



Химиялық реакцияның жылдамдығы өршіткі қатысуына тәуелді. Химиялық реакцияны тездететін, бірақ реакция нәтижесінде жұмсалмай қалатын заттар өршіткілер деп аталады. Өршіткі қатысында жүретін реакциялар катализдік реакциялар деп аталады. Әрекеттесуші заттар мен өршіткі бір агрегаттық күйде болатын катализ гомогенді катализ деп аталады.

Әрекеттесуші заттар мен өршіткі әртүрлі агрегаттық күйде болатын катализ гетерогенді катализ деп аталады. Химиялық реакцияның жылдамдығын баяулататын заттар тежегіштер деп аталады.

Дмитрий Владимирович Сокольский (1910—1987)

Қазақстандық химик, академик, Социалистік Еңбек Ері. Ғылыми жұмыстары органикалық қосылыстардың катализді гидрлену мен дегидрлену процестерін зерттеу мен олардың теориясына арналған. Майларды, көмірсуларды, алкиндерді, азотты қосылыстарды гидрогендеу реакцияларының және іштен жанатын қозғалтқыштардың газдарын толық жандыру процестерінің өршіткісін тапты.



◆ Катализ бен мұнай химиясының Қазақстандағы даму жағдайы

Академик Д.В. Сокольский қалыптастырған катализдің қазақстандық мектебі бүгінгі күні Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрхимия институты негізінде (ОКЭИ) және әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің химия факультетінде жемісті еңбек етуде. Катализ және мұнай химиясы проблемасымен бұл институттардан басқа Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты, Қ.И. Сәтбаев атындағы Ұлттық техникалық университетінің мұнай және газ институты, ҚР Ұлттық инженерлік академиясы, ҚР Органикалық синтез және көмір химиясы институты, Қазақ “ҚазМұнайГаз” ҰК мұнай және газ институты, Атырау мұнай және газ институты, Минералды шикізатты кешенді өңдеу ұлттық орталығы айналысады.

Д.В. Сокольский атындағы ОКЭИ негізгі бағыты мұнай өңдеу процестеріне керекті тиімділігі жоғары өршіткілер жасау болып табылады. Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті катализ және мұнай химиясы проблемаларымен, Қазақстанның минералды шикізаты негізінде мұнайдың ауыр фракцияларын крекингілеуге арналған өршіткілер жасау және оны өндіріске енгізумен айналысады.

Ө.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институтында мұнайдың ауыр қалдықтарын, мұнайға серік газдар мен бөлінетін газдарды өңдеу процестеріне қажетті өршіткілер алу проблемалары зерттеледі.

ҚР Органикалық синтез және көмір химиясы институты көмірді гидрогендеу өршіткілері мен технологияларын жасайды, әртүрлі функционалдық топтары бар көмірсутектердің электрокатализдік тотықсыздануын жүзеге асырумен шұғылданады. Қазақстанда катализ бен мұнай химиясының жақын аралықта даму болашағы “Химия-технологиялық ғылым саласындағы ғылым дамуының басыңқы бағыттарымен” анықталады.



1. Өршіткі деген не? Неге өршіткілер реакция жылдамдығын арттырады? Катализдік реакцияларға мысал келтіріңдер.
2. Гомогенді катализ, гетерогенді катализ деген не? Мысалдар келтіріңдер.
3. Зертханада оттекті: а) бертолле тұзынан; ә) сутек пероксидінен MnO_2 өршіткісі қатысында алады. Аталған реакциялар катализдің қай түріне жатады? Түсіндіріңдер.
4. Құрғақ хлор темірге әсер етпейді, сондықтан ол темір баллонда сақталады. Ылғал хлор темірді бүлдіреді. Мұндағы судың әсері қандай? Түсіндіріңдер.
5. Тежегіштер деген не? Олар не үшін қажет?
6. Биоөршіткілер деген не? Олардың маңызын түсіндіріңдер.
7. Катализдік улар деген не?



- 1. Сабақ басталуына бір ай қалғанда зертханашы концентрациясы 0,3 моль/л сутек пероксидінің ерітіндісін дайындады. 1 қыркүйекте тәжірибеге дайындалған мұғалім сутек пероксидінің концентрациясы екі есе азайғанын байқады. Сутек пероксидінің айырылу реакциясының жылдамдығын есептеңдер.
Жауабы: $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л·тәулік.
- 2. Қыздырғанда сутек пероксиді оттегі түзе ыдырайды:
 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
сутек пероксидінің бастапқы концентрациясы $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,156$ моль/л, 2,5 сағатта оның жартысы ыдырайды. Реакция жылдамдығын есептеңдер. Сутек пероксидінің 1 л ерітіндісі ыдырағанда қанша литр (қ.ж.) оттегі түзіледі?
Жауабы: $5,2 \cdot 10^{-4}$ моль/л·мин; 0,82 л O_2 .

Реакция жылдамдығын зерттеу



Стақандарға шикі картоп пен піскен картоптың кесіндісін салып, сутек пероксидін қосыңдар. Піскен картопқа қарағанда, шикі картоппен реакция жылдам жүреді. Себебі шикі картопта фермент бұзылмаған. Бұл реакцияны шикі және піскен етпен де жүргізуге болады.

Көп қолданылатын өршіткілер
1. Платина
2. Никель
3. Палладий
4. Темір
5. Ванадий (V) оксиді
6. Вольфрам (VI) оксиді
7. Молибден (VI) оксиді
8. Хром (III) оксиді
9. Мырыш оксиді
10. Кобальт

§38. ВАНТ-ГОФФ ЕРЕЖЕСІНЕ ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ

1-есеп. Берілген реакция 50°C -та 18 мин-та, ал 30°C температурада 2 мин-та аяқталады. Осы реакцияның Вант-Гофф коэффициентін (температуралық) анықтаңдар және 80°C температурада реакцияның жүруіне қанша уақыт керек?

Шешуі:

Алдымен температураны 30°C -тан 50°C -қа көтергенде реакция неше есе жылдам жүретінін анықтаймыз:

$$\frac{18 \text{ мин}}{2 \text{ мин}} = 9.$$



Сонымен жүйенің температурасын 20°C -қа арттырғанда реакция жылдамдығы 9 есе өседі.

Вант-Гофф теңдеуіне сәйкес жылдамдықтардың қатынасы: $\frac{v}{v_0} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}}$; тиісті шамаларды теңдеудегі орындарына қойып есептейміз:

$$\gamma^{\frac{50-30}{10}} = 9;$$

$$\gamma^2 = 9; \quad \gamma = \pm 3.$$

Физикалық мәні болмайтындықтан $\gamma = -3$ шамасын ескермейміз. Онда температуралық коэффициент 3-ке тең болады.

Жүйенің 20°C -тағы күйін негізге алып, 80°C температурада реакция жылдамдығының неше есе өсетінін есептейміз:

$$\frac{v}{v_0} = 3^{\frac{80-20}{10}} = 3^6 = 729.$$

Яғни берілген реакция температураны 20°C -тан 80°C -қа дейін көтергенде 729 есе жылдам жүреді. Егер реакция 20°C -та 18 мин-та жүрсе, демек, 80°C -та оның жүруіне 729 есе аз уақыт керек. 18 мин-ты секундқа ауыстырып (1080 с), реакцияның 80°C -та қанша уақыт жүретінін есептейміз:

$$\frac{1080}{729} \approx 1,5 \text{ с.}$$

Жауабы: $\gamma = 3$; реакция 80°C -та 1,5 секундта аяқталады.

2-есеп. 36°C -та пенициллин ыдырауының жылдамдық константасы $6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, ал 41°C -та $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ тең. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициентін анықтаңдар.

Шешуі: Жылдамдықтың температуралық коэффициентін Вант-Гофф ережесі бойынша есептейміз:

$$k_2 = k_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}.$$

Шамаларды орнына қоямыз:

$$\gamma^{\frac{41-36}{10}} = \frac{k_2}{k_1}; \quad \gamma^{0,5} = \frac{1,2 \cdot 10^{-5}}{0,6 \cdot 10^{-5}} = 2.$$

Демек, $\gamma = 4$.

Жауабы: $\gamma = 4$.



1. Температураны 10°C -қа көтергенде реакция жылдамдығы екі есе артады. 20°C -та бұл реакцияның жылдамдығы $0,04 \text{ моль/л} \cdot \text{мин}$. 50°C -та және 0°C -та реакцияның жылдамдығы қандай болады?

Жауабы: $v_{50} = 0,32 \text{ моль/л} \cdot \text{мин}$, $v_0 = 0,01 \text{ моль/л} \cdot \text{мин}$.

2. Реакцияның температуралық коэффициенті $\gamma = 3$. Реакцияның жылдамдығы 81 есе өсу үшін температураны қанша градусқа көтеру керек?

Жауабы: 40°C .



- 3. 60°C-та реакция 270 с-та аяқталады. Егер реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті $\gamma = 3$ болса, 80°C-та бұл реакцияның жүруіне қанша уақыт керек?
Жауабы: 30 с.
- 4. $2\text{N}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{NO}$ реакция жүретін жүйеде азот (I) оксидінің концентрациясы 0,25 моль/л-ден 0,45 моль/л-ге, ал оттектің концентрациясы 0,6 моль/л-ден 0,2 моль/л-ге дейін өзгереді. Реакция жылдамдығы арта ма, әлде кеми ме?
Жауабы: 1,08 есе өседі.
- 5. Бірдей көлемде, бірдей уақытта реакция нәтижесінде 12,15 г бромсутек, дәл сондай жағдайда екінші реакция нәтижесінде 12,8 г йодсутек түзілді. Қай реакцияның жылдамдығы жоғары?
- 6. Автомобильдердің резеңкесі 20°C температурада 5 жыл сақталады. Ал 10°C-та ол қанша жыл сақталады?
Жауабы: 40 ж.
- 7. Температураны әр 10°C-қа көтергенде реакция жылдамдығы екі есе артады. Реакцияның температурасын 100°C-тан 200°C-қа көтергенде реакцияның жылдамдығы неше есе өседі?



№2-ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС

Химиялық реакция жылдамдығына әртүрлі өршіткілер әсерінің тиімділігін зерттеу

Реактивтер: мыс (II) сульфатының, аммоний гидроксидінің, сутек пероксидінің 10%-дық ерітінділері.

Химиялық ыдыстар мен зертханалық құрал-жабдықтар: 250 мл-лік және 100 мл-лік, 25 мл-лік өлшегіш цилиндрлер.

Жұмыс барысы

Тәжірибе. Көлемі 250 мл үш цилиндр алып, оның біріншісіне мыс (II) сульфатының 50 мл ерітіндісін, екіншісіне аммоний гидроксидінің 50 мл ерітіндісін, үшіншісіне мыс (II) сульфаты мен аммоний гидроксидінің ерітінділерінің әрқайсысынан 25 мл-ден құйыңдар. Үш цилиндрге де сутек пероксидінің 10 мл-ін қосыңдар. Үш цилиндрдегі оттектің бөліну жылдамдығына көңіл аударып, тиісті қорытынды жасаңдар. Реакция теңдеуін жазыңдар.

№2-ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҰМЫС

Химиялық реакция жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу

Реактивтер: магний, темір, мырыш металдарының түйірлері; темір ұнтағы; тұз қышқылының 5%, 10%-дық ерітінділері; күкірт қышқылының ерітіндісі; сутек пероксиді; марганец (IV) оксиді.

Химиялық ыдыстар мен зертханалық құрал-жабдықтар: сынауықтар, тамшуырлар, спиртшам, сынауықтарға арналған тұрғы.

Қауіпсіздік техникасы. Қыздырғыш құралдармен, қышқылдармен жұмыс істеу ережесін сақтау.

1-тәжірибе. Әрекеттесуші заттар табиғатының әсері

Екі сынауыққа 2 мл-ден тұз қышқылының ерітіндісін құйып, біреуіне магний, екіншісіне темір түйірлерін салыңдар. Қай реакция жылдам жүреді? Қорытынды жасаңдар.

2-тәжірибе. Әрекеттесуші заттардың концентрациясының әсері

Екі сынауыққа бірдей мөлшерде мырыш түйірлерін салып, біріншісіне 1 мл 5%-дық, екіншісіне 1 мл 10%-дық тұз қышқылының ерітінділерін құйыңдар. Қай сынауықта сутектің бөлінуі шабытты жүреді? Неге? Қорытынды жасаңдар.

3-тәжірибе. Реагенттер бетінің әсері

Бір сынауыққа темір түйірін, екіншісіне темір ұнтағын салып, екеуіне де концентрациясы бірдей тұз қышқылының ерітіндісінен 2 мл қосыңдар. Қай сынауықта реакция жылдам жүретінін байқаңдар. Неге? Қорытынды жасаңдар.

4-тәжірибе. Температураның әсері

Екі сынауыққа 2 мл-ден күкірт қышқылының ерітіндісін құйыңдар. Олардың әрқайсысына алюминий немесе мырыштың бір түйірін салыңдар. Сынауықтардың біреуін қыздырыңдар. Сутек көпіршіктерінің бөліну жылдамдығына қарап, қорытынды жасаңдар.

5-тәжірибе. Өршіткінің әсері

Сынауыққа 1 мл сутек пероксидін құйып, оған шала жанған шыраны жақындатыңдар. Не байқадыңдар? Сутектің пероксидіне марганец (IV) оксидінің бірнеше кристалын қосып, шала жанған шыраны қайта жақындатыңдар. Не байқадыңдар? Марганец (IV) оксидінің рөлі қандай?

Химиялық реакция жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсері жөнінде қорытынды жасап, тиісті реакция теңдеулерін жазыңдар.

ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

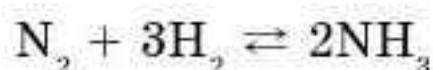


§ 39. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК. ТЕПЕ-ТЕҢДІК КОНСТАНТАСЫ

Химиялық реакциялар жүру бағытына қарай қайтымды-қайтымсыз реакциялар деп жіктеледі. Көптеген химиялық реакциялар қайтымды, яғни бір мезгілде тура және кері бағытта жүреді.

Берілген температурада бір мезгілде өнім түзілу жағына да, бастапқы зат түзілу жағына да, яғни қарама-қарсы бағытта жүретін химиялық реакция қайтымды реакция деп аталады. Бұндай реакциялардың теңдеуін жазған кезде теңдік белгісі қарама-қарсы бағдаршамен (\rightleftharpoons) алмастырылады.

Қайтымды реакция мысалы ретінде аммиак синтезін қарастыруға болады:



Солдан оңға қарай жүретін реакция **тура** деп, ал оңнан солға қарай жүретін реакция **кері реакция** деп аталады.

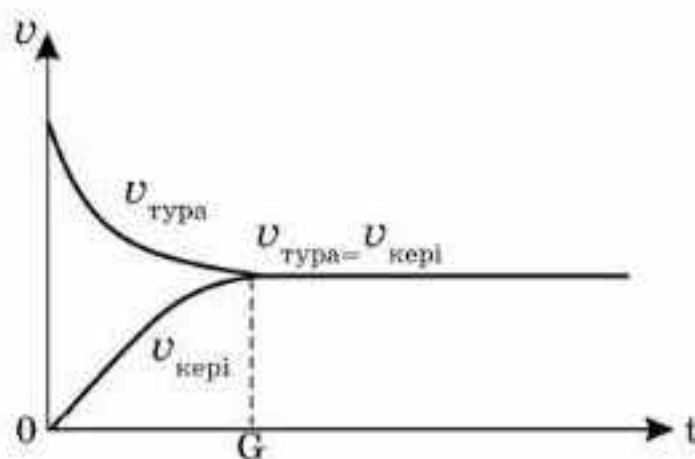
Егер қайтымды реакцияны жабық жүйеде жүргізетін болса, біраз уақыттан кейін жүйеде химиялық тепе-теңдік орнайды, яғни барлық әрекеттесуші заттардың концентрациялары уақыт ішінде өзгеріссіз қалады. 56-суретте уақыт өте келе оң және кері бағытта жүретін реакциялардың жылдамдықтарының өзгеруі көрсетілген. Алдымен бастапқы заттарды араластырғанда тура бағыттағы реакцияның жылдамдығы өте жоғары, ал кері реакция жылдамдығы нөлге тең болады. Реакцияның жүру барысында бастапқы заттар жұмсалады және олардың концентрациялары азаяды. Осының нәтижесінде тура бағыттағы реакция жылдамдығы төмендейді. Реакция өнімдері пайда бола бастайды және олардың концентрациялары жоға-

Бүгінгі сабақта:

- химиялық тепе-теңдік ұғымымен танысамыз.

Тірек ұғымдар

- Қайтымды реакциялар
- Химиялық тепе-теңдік
- Тепе-теңдік константасы



56-сурет. Уақыт ішінде (t) тура және кері реакция жылдамдықтарының өзгеруі

рылайды. Осының салдарынан кері реакция басталады және оның жылдамдығы біртіндеп арта бастайды. Тура және кері бағыттағы реакциялардың жылдамдықтары бірдей болғанда химиялық тепе-теңдік орнайды. Химиялық тепе-теңдік кезінде уақыт бірлігінде реакция өнімінің қанша молекуласы түзілсе, сонша молекуласы бастапқы затқа ыдырайды. Тура және кері бағыттағы реакциялар әрі қарай тоқтамай жүре береді, сондықтан тепе-теңдік динамикалық деп аталады.

Тура және кері реакциялардың жылдамдықтары теңескен жүйе күйі химиялық тепе-теңдік деп аталады.

Температура мен қысым тұрақты болғанда жүйенің тепе-теңдік күйі ұзақ уақыт сақталады. Қайтымды реакцияның тепе-теңдік күйі тепе-теңдік константасымен сипатталады. Мысалы, жалпы түрде жазылған қайтымды химиялық реакция үшін әрекеттесуші массалар заңына сәйкес тура және кері реакциялар жылдамдығы сәйкесінше:



$$v_1 = K_1[A]^a[B]^b;$$

$$v_2 = K_2[C]^c[D]^d.$$

Тепе-теңдік жүйедегі бастапқы заттар мен өнімнің концентрациялары **тепе-теңдік концентрациясы** деп аталып, олар тік жақшаларға $[A]$, $[B]$, $[C]$, $[D]$ жазылады. Химиялық тепе-теңдік күйде $v_1 = v_2$, яғни

$$K_1 \cdot [A]^a[B]^b = K_2 \cdot [C]^c[D]^d,$$

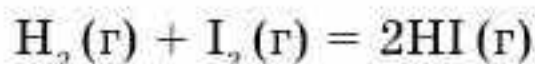
осыдан

$$K_{T-T} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b},$$

мұндағы K_{T-T} — тепе-теңдік константасы.

Берілген теңдеу — әрекеттесуші массалар заңының химиялық тепе-теңдікке арналған математикалық өрнегі.

Йодсутек синтезінің реакциясына тепе-теңдік константасының өрнегін жазайық:



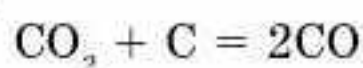
$$v_1 = K_1[H_2][I_2];$$

$$v_2 = K_2[HI]^2;$$

$$K_1[H_2][I_2] = K_2[HI]^2;$$

$$K_{T-T} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}.$$

Гетерогенді реакцияларда тепе-теңдік константаларының теңдеуіне газ немесе сұйық фазадағы заттардың концентрациялары кіреді. Мысалы, мына реакция үшін:





тепе-теңдік константасы былай өрнектеледі:

$$K_{T-T} = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

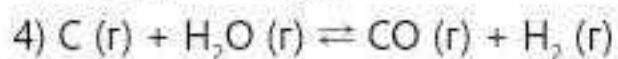
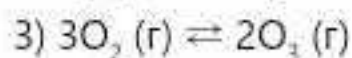
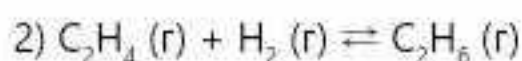
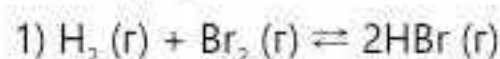
Тепе-теңдік константасының сандық мәні реакция өнімдерінің шығымын сипаттайды. Константа мәні неғұрлым көп болса, бастапқы заттар (А және В) реакция өнімдеріне (С және D) соғұрлым толық айналады, яғни реакция өнімінің шығымы жоғары болады ($K_{T-T} > 1$). $K_{T-T} < 1$ бастапқы заттардың мөлшері көп, яғни өнім шығымы төмен.



Көптеген химиялық реакциялар қайтымды, яғни бір мезгілде тура және кері бағытта жүреді. Берілген температурада бір мезгілде өнім түзілу жағына да, бастапқы зат түзілу жағына да, яғни қарама-қарсы бағытта жүретін химиялық реакциялар қайтымды реакциялар деп аталады. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтары теңескен жүйе күйі химиялық тепе-теңдік деп аталады. Химиялық тепе-теңдік кезінде уақыт бірлігінде реакция өнімінің қанша молекуласы түзілсе, сонша молекуласы бастапқы затқа айналады. Қайтымды реакцияның тепе-теңдік күйі тепе-теңдік константасымен сипатталады. Тепе-теңдік константасының сандық мәні реакция өнімдерінің шығымын сипаттайды.



1. Қандай реакциялар: а) қайтымды; ә) қайтымсыз деп аталады? Мысалдар келтіріңдер.
2. Химиялық тепе-теңдік деген не?
3. Химиялық тепе-теңдіктің динамикалық деп аталу себебі не?
4. Тепе-теңдік константасы деген не?
5. Тепе-теңдік константасының сандық мәні нені сипаттайды?
6. Берілген қайтымды реакциялардың тепе-теңдік константасының өрнегін жазыңдар:



§ 40. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІККЕ ӨСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

Тұрақты жағдайда химиялық тепе-теңдік ұзақ сақталуы мүмкін. Бірақ температура, қысым немесе реагенттердің концентрациялары өзгергенде, тепе-теңдік реакцияның жүру бағытына немесе оған қарама-қарсы бағытқа “ығысуы” мүмкін. Тепе-теңдіктің ығысуын 1885 жылы француз ғалымы Ле Шателье тұжырымдады және 1887 жылы неміс ғалымы Ф. Браун теориялық тұрғыда негізін қалады: **Егер химиялық тепе-**

Бүгінгі сабақта:

- химиялық тепе-теңдіктің ығысуына әсер ететін факторларды қарастырамыз;
- Ле Шателье-Браун принципі бойынша тепе-теңдіктің ығысу бағытын болжауды үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Ле Шателье-Браун принципі
- Концентрация өзгерісінің әсері
- Қысым өзгерісінің әсері
- Температура өзгерісінің әсері
- Өршіткінің әсері

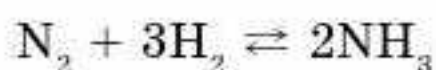
теңдіктегі реакцияның жүру жағдайларын (температураны, концентрацияны немесе қысымды) өзгертетін болса, тепе-теңдік сол сыртқы әсерді әлсірететін бағытқа қарай ығысады.

Бұл әсерлерді өзгертіп, жүйені бір тепе-теңдік күйден жаңа шарттармен сипатталатын басқа күйге ауыстыруға болады.

Ле Шателье-Браун принципін әртүрлі әсерлерге қолданып көрейік.

Концентрация өзгерісінің әсері. Тепе-теңдік күйдегі реакцияда әрекеттесетін заттардың біреуінің концентрациясын арттыратын болса, тепе-теңдік сол зат жұмсалатын бағытқа қарай ығысады.

Мысалы, аммиак синтезінде азоттың концентрациясын көбейтетін болса, тепе-теңдік азоттың жұмсалу бағытына оңға қарай, яғни аммиак түзілу бағытына ығысады:



Қысым өзгеруінің әсері. Азот пен сутектен аммиакты синтездеу кезінде көлем азаяды. Қысымды арттырған кезде тепе-теңдік аммиак

түзілу бағытына, ал керісінше, қысымды төмендетсе солға, аммиактың айырылу бағытына ығысады.

Демек, қысымды арттырған кезде тепе-теңдік көлемі аз заттар түзілу бағытына, ал керісінше қысымды төмендеткенде көлем ұлғаятын реакция бағытына ығысады.

Температура өзгерісінің әсері. Температураны көтерген кезде әртүрлі дәрежеде тура реакцияның да, кері реакцияның да жылдамдықтары өседі. Эндотермиялық процесс экзотермиялық процеске қарағанда жылдамырақ жүреді. Температураны төмендетсе екі бағыттағы реакциядан экзотермиялық реакция жылдам жүреді.

Сондықтан экзотермиялық реакцияның тепе-теңдігі температураны арттырғанда бастапқы заттар түзілуі жағына ығысады, ал эндотермиялық реакцияның тепе-теңдігі өнім түзілетін жаққа қарай ығысады. Аммиак синтезін қарастыратын болсақ:



Реакция теңдеуінен байқағанымыздай, аммиак түзілу процесі — экзотермиялық, ал аммиактың айырылу реакциясы — эндотермиялық. Температураны көтергенде, бұл реакцияның тепе-теңдігі солға, бастапқы заттар түзілу жағына ығысады. Керісінше температураны төмендету тепе-теңдікті оңға, яғни аммиак түзілу бағытына қарай ығыстырады.

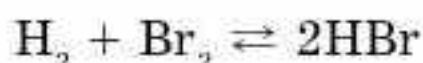


Сонымен температураны көтеру тепе-теңдікті эндотермиялық, ал төмендету экзотермиялық реакциялар бағытына ығыстырады.

Өршіткі әсері. Өршіткілер тура реакцияны да, кері реакцияны да тездетеді, сондықтан тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді, тек тепе-теңдіктің жылдам орнығуын қамтамасыз етеді.

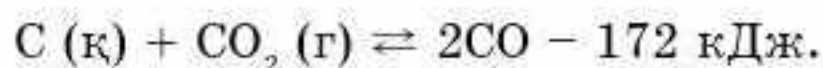
Реакция нәтижесінде молекулалар саны өзгермесе, тепе-теңдіктің ығысуына қысымның ұлғаюы немесе азаюы әсер етпейді.

Мысалы, сутек пен бромнан бромсутекті синтездеу реакциясында қысымның өзгеруі тепе-теңдікті ығыстырмайды:



Сонымен химиялық реакцияларға газдар қатысып, жалпы молекула саны өзгергенде ғана қысым өзгерісінен химиялық тепе-теңдік ығысады.

Ле Шателье-Браун принципін әрекеттесуші заттардың агрегаттық күйлері әртүрлі реакциялар үшін де қолдануға болады. Мысалы, мына қайтымды реакцияда температураның өсуі реакцияның тепе-теңдігін эндотермиялық процесс көміртек монооксиді түзілу жағына ығыстырады:



Қысымның ұлғаюы тепе-теңдікті монооксидтің айырылу бағытына қарай ығыстырады.

Концентрацияның өзгерісі газтекес заттар қатысуымен жүретін реакциялардың тепе-теңдігін ығыстырады.

Ле Шателье-Браун принципін химиялық реакцияларға ғана емес, сондай-ақ булану, конденсация, балқу, кристалдану және т.б. көптеген процестерге қолдануға болады. Ле Шателье-Браун принципі және әрекеттесуші массалар заңынан шығатын есептеулер химиялық процессті басқарып, қажетті әрі шығымы жоғары өнім алуға мүмкіндік береді.



Тепе-теңдік күйдегі реакцияда әрекеттесетін заттардың біреуінің концентрациясын өзгертетін болса, тепе-теңдік сол зат жұмсалатын бағытқа қарай ығысады. Қысымды арттырған кезде тепе-теңдік көлемі аз заттар түзілу бағытына, ал керісінше, қысымды төмендеткенде көлем ұлғаятын реакция бағытына ығысады.

Температураны көтеру тепе-теңдікті эндотермиялық, ал төмендету экзотермиялық реакциялар бағытына ығыстырады. Өршіткілер тура реакцияны да, кері реакцияны да тездетеді, сондықтан тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді, тек тепе-теңдіктің жылдам орнығуын қамтамасыз етеді.



1. Ле Шателье-Браун принципінің тұжырымдамасы қалай оқылады?
2. Химиялық тепе-теңдікті ығыстыру дегенді қалай түсінесіңдер?
3. Химиялық тепе-теңдіктің ығысуына қандай факторлар әсер етеді?
4. Қайтымды реакциялардағы өршіткінің рөлі қандай?

5. Берілген өндірістік маңызды реакцияларда тепе-теңдіктің өнім түзілу жағына қарай ығысуына қандай факторлар әсер етеді:
- $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g) + Q$
 - $C(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g) - Q$
 - $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3 + Q ?$
6. Берілген қайтымды реакциялардағы тепе-теңдіктің ығысуына қысымның өзгерісі қалай әсер етеді?
- $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI$
 - $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$
 - $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3(g)$
 - $C(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$
1. Егер тепе-теңдік концентрациялары: $[A] = 0,12$ моль/л, $[B] = 0,24$ моль/л, $[C] = 0,295$ моль/л тең болса, $A + 2B \rightleftharpoons C$ реакциясының тепе-теңдік константасы неге тең болады?
- Жауабы: $K_{T-T} = 42,7$.
2. Егер $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ реакциясындағы сутек пен йодтың бастапқы концентрациялары сәйкесінше, 0,5 моль/л және 1,5 моль/л, ал йодсутектің тепе-теңдік концентрациясы $[HI] = 0,8$ моль/л. Сутек пен йодтың тепе-теңдіктегі концентрациялары мен тепе-теңдік константасын есептеңдер.
- Жауабы: $[H_2] = 1,1$ моль/л; $[I_2] = 0,1$ моль/л; $K_{T-T} = 5,82$.

§ 41. ӨНЕРКӘСІПТІК ПРОЦЕСТЕРДЕГІ ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

Бүгінгі сабақта:

- Габер процесі мысалында химиялық өнеркәсіптегі өнімнің шығымын арттыруда химиялық тепе-теңдіктің ығысуының рөлін қарастырамыз.

Тірек ұғымдар

- Аммиак синтезі
- Химиялық тепе-теңдік

Аммиак синтезін белгілі неміс химигі Франц Габер 1908 жылы жүзеге асырды. Реакцияға қажетті азотты ауаны сұйылту арқылы, ал сутекті метанды айырып алды. Жоғары қысым мен температурада осмий өршіткісінің қатысында азот сутекпен реакцияға түсіп, нәтижесінде аммиак түзіледі:



Ле Шателье принципіне сүйеніп, аммиак синтезін қандай жағдайда жүргізу тиімді екенін алдын ала болжауға болады (34-кесте).

34-кесте

Азот пен сутектің стехиометриялық қоспасындағы аммиактың тепе-теңдік концентрациясы

Температура, °С	Қысымдағы (МПа) көлемдік пайызы					
	1	10	30	100	200	300
400	0,4	25,12	47,0	79,82	93,07	97,73
450	0,22	16,43	35,82	69,69	89,83	97,18
500	0,12	10,61	26,44	57,47	—	—
550	0,08	6,82	19,13	41,16	—	—



35-кестедегі шамаларды сараптай отырып, аммиактың шығымы қандай жағдайларда жоғары болатынына қорытынды жасауға болады. Бірақ неміс технологтері аммиак өндіретін зауытты іске қосқанда, синтез мұнарасы жарылды. Апаттың себептерін зерттей келе, жоғары температура мен қысымның әсерінен сутек болат аппараттың қабырғалары арқылы сыртқа шығып, ауамен қосылып (бұл реакцияның теңдеуін құрастырыңдар), қопарылыс бергендігі анықталды. Кейін ғалымдар тығырықтан шығу жолын тапты және аммиакты өндіруді төмен температура мен қысымда жүргізді. Бірақ өнімнің практикалық шығымы төмендеп кетті.

Синтезді жүргізудің қолайлы жағдайын таңдау химиялық реакцияның сипатынан шығады. Реакция теңдеуінен байқағанымыздай:



1. Аммиак синтезі — қайтымды, гомогенді және өнімнің көлемі азая жүретін реакция, олай болса, жоғары қысым тепе-теңдіктің оңға қарай ығысуына мүмкіндік береді. Аммиак синтезіне 15—100 МПа қысым қолданылады. Қолданылған қысымға байланысты өндірудің 3 әдісі ажыратылады:

- 1) төменгі қысым (10—15 МПа);
- 2) орташа қысым (25—30 МПа);
- 3) жоғары қысым (50—100 МПа).

Екінші әдіс көбірек таралған.

2. Реакция экзотермиялық болғандықтан, температураның жоғарылауы тепе-теңдікті бастапқы заттарға қарай, ал температураның төмендеуі реакция өнімдерінің түзілу бағытына қарай ығыстырады. Бірақ бұл жағдайда синтез жылдамдығы өте төмен болады. Сондықтан реакцияны 450—500°С температурада жүргізу қолайлы жағдай болып табылады.

3. Синтезді жылдамдату, тепе-теңдікті қысқа уақыт аралығында орнату үшін өршіткі керек. Өршіткі ретінде калий, алюминий оксидтері мен белсендірілген темір т.б. қолданылады. Реагенттер мен реакция өнімдері газ болғандықтан гомогенді орта түзіледі. Реакция қатты өршіткі бетінде өтеді. Бұл реакция — гетерогенді-катализдік реакция, сондықтан өршіткінің жанасу бетінің ауданының маңызы жоғары. Өршіткі кеуекті түйіршіктер немесе таблеткалар түрінде жасалады. Өршіткінің белсенділігі қоспалардың әсерінен өте тез төмендейтіндіктен, әрекеттесуші газдарды мұқият тазалайды (судан, күкірт қосылыстарынан және т.б.).

4. Бастапқы газ қоспасын 1 көлем азотқа N_2 3 көлем сутек H_2 келетіндей қатынаста алады. Осы жағдайларды орындағанда аммиактың шығымы 20% -ды құрайды.

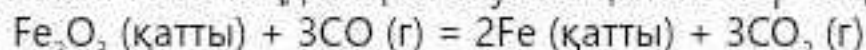


Ле Шателье принципіне сүйеніп, химиялық өнеркәсіптегі өнімнің шығымын арттыру үшін процесті жүргізудің тиімді жағдайларын алдын ала болжауға болады.

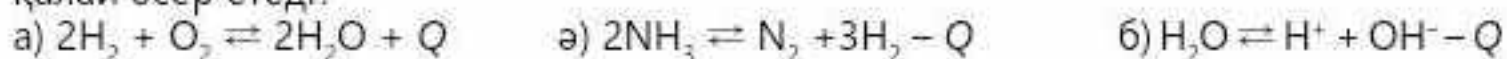


1. Аммиакты өнеркәсіпте синтездеудегі жағдайлардың (қысым, температура, өршіткі) рөлін сипаттаңдар.

2. Көлемнің ұлғаюы тепе-теңдіктің ығысуына қалай әсер етеді?



3. Төмендегі реакциялардағы тепе-теңдік пен өнімнің шығымына қысымның артуы қалай әсер етеді?



1. Массасы 10,7 г аммоний хлориді 6 г кальций гидроксидімен араластырылып қыздырылды. Түзілген газдың көлемі (қ.ж.) мен массасын есептеңдер.

Жауабы: 3,58 л; 2,72 г.

2. Массасы 8 г аммоний нитратын алу үшін қажетті аммиактың көлемі (қ.ж.) мен массасын есептеңдер.

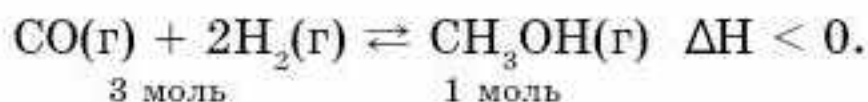
Жауабы: 2,24 л; 1,7 г.

§ 42. ТЕПЕ-ТЕҢДІК КОНСТАНТАСЫ МЕН ТЕПЕ-ТЕҢДІК КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫ ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША ЕСЕПТЕУЛЕР

1-есеп. а) $\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) \quad \Delta H < 0;$

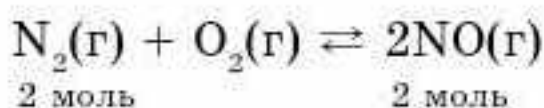
ә) $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{г}) \quad \Delta H > 0$ қайтымды реакцияларындағы тепе-теңдікке қысым мен температураның өсуі қалай әсер етеді?

Шешуі. а — реакциясының тура бағытта жүруі газ молекулаларының жалпы санының кемуіне әкеледі, яғни жүйеде қысым төмендейді:



Сондықтан Ле-Шателье принципі бойынша қысымның өсуі тепе-теңдікті тура бағытта жүретін реакция жағына қарай ығыстырады. Реакция теңдеуінен байқағанымыздай тура реакция экзотермиялық, яғни жылу бөле жүреді. Демек, температураның өсуі тепе-теңдікті кері бағытта жүретін реакция жағына қарай ығыстырады.

ә — реакциясында теңдеудің оң және сол жағындағы газ молекулаларының саны бірдей, сондықтан қысымның өзгеруі тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді:



Реакция теңдеуінен байқағанымыздай реакция эндотермиялық, сондықтан температураның өсуі тепе-теңдікті тура реакция жағына қарай ығыстырады.



2-есеп. $\text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г})$ реакциясында метанның CH_4 концентрациясының өсуі сутектің тепе-теңдік концентрациясына қалай әсер етеді?

Шешуі. Ле-Шателье принципіне сәйкес бастапқы заттардың концентрациясының өсуі тепе-теңдікті тура бағытта жүретін реакция жағына қарай ығыстырады. Метанның концентрациясының өсуі тура реакцияның жылдамдығын арттырады, осыған байланысты сутектің тепе-теңдік концентрациясы да өседі.

3-есеп. $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$ жүйедегі заттардың тепе-теңдік концентрациялары: $[\text{NO}] = 0,2$ моль/л, $[\text{O}_2] = 0,3$ моль/л, $[\text{NO}_2] = 0,4$ моль/л. Тепе-теңдік константасын есептеп, тепе-теңдік күйін сипаттаңдар.

Шешуі. 1. Әрекеттесуші массалар заңына сәйкес қайтымды реакциялардың тепе-теңдік константасын былай өрнектеуге болады:

$$K_{T-T} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}$$

2. Тепе-теңдік концентрацияларының сан мәндерін орындарына қоямыз:

$$K_{T-T} = \frac{[0,4]^2}{[0,2]^2 [0,3]} = 13,3 \text{ моль}^{-1}.$$

$K_{T-T} > 1$, демек, тура бағыттағы реакция басым.

Жауабы: $K_{T-T} = 13,3 \text{ моль}^{-1}$.

4-есеп. A_2 (ер-ді) + B_2 (ер-ді) = 2AB (ер-ді) берілген жүйедегі тепе-теңдік заттардың мынадай концентрацияларында орын алған: $[\text{A}_2]$ — 0,5 моль/л; $[\text{B}_2]$ — 0,8 моль/л; $[\text{AB}]$ — 1,2 моль/л. Реакцияның тепе-теңдік константасы мен A_2 және B_2 заттарының бастапқы концентрацияларын $[c_0(\text{A}_2)]$ және $[c_0(\text{B}_2)]$ есептеңдер.

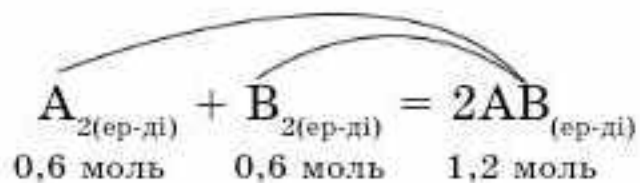
Шешуі: Берілген реакция үшін тепе-теңдік константасының өрнегін жазамыз:

$$K_{T-T} = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]}$$

Өрнекке тепе-теңдік концентрацияларының мәнін қоямыз:

$$K_{T-T} = \frac{1,2^2}{0,5 \cdot 0,8} = 3,6.$$

A_2 және B_2 заттарының бастапқы концентрацияларын есептейміз. Тепе-теңдік жағдайында AB затының концентрациясы 1,2 моль/л құрайды. 1,2 моль AB заты түзілуі үшін A_2 және B_2 заттарының әрқайсысынан 0,6 моль керек. Реакция теңдеуі бойынша AB және A_2 (немесе B_2) заттарының қатынасы (2:1):



Тепе-теңдік кезінде 1 л ерітіндіден 0,6 моль A_2 заты реакцияға түсіп, 0,5 моль зат қалады. Олай болса, A_2 затының бастапқы концентрациясы:

$$0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ моль/л.}$$

AB заты түзілуі үшін B_2 затынан да 0,6 моль жұмсалып, 0,8 моль қалады. Онда B_2 затының бастапқы концентрациясы:

$$0,6 + 0,8 = 1,4 \text{ моль/л.}$$

$$\text{Жауабы: } K_{T-T} = 3,6; \quad c_0(\text{A}_2) = 1,1 \text{ моль/л;} \\ c_0(\text{B}_2) = 1,4 \text{ моль/л.}$$

5-есеп. $\text{A}_2(\text{ер-ді}) + \text{B}_2(\text{ер-ді}) = 2\text{AB}(\text{ер-ді})$ қайтымды реакциясының тепе-теңдік константасы белгілі бір температурада 0,25-ке тең. A_2 және B_2 заттарының бастапқы концентрациялары сәйкесінше 1 моль/л және 3 моль/л. A_2 , B_2 және AB заттарының тепе-теңдік концентрациясын анықтаңдар.

Шешуі: Берілген реакцияның тепе-теңдік константасының өрнегін жазамыз:

$$K_{T-T} = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]}.$$

AB затының тепе-теңдік концентрациясы: $[\text{AB}] = x$ моль/л, ал x моль AB заты түзілу үшін A_2 және B_2 заттарының әрқайсысынан x моль зат керек. Онда A_2 және B_2 заттарының тепе-теңдік концентрациялары сәйкесінше $(1 - x)$ моль/л және $(3 - x)$ моль/л болады.

Белгісіз x арқылы белгіленген тепе-теңдік концентрацияларының мәнін жоғарыдағы өрнекке қоямыз:

$$K_{T-T} = \frac{x^2}{(1 - x)(3 - x)}.$$

Тепе-теңдік константасының мәнін (0,25) ескере отырып, теңдеуді шешеміз:

$$0,25 = \frac{x^2}{(1 - x)(3 - x)};$$

$$x^2 = 0,25(1 - x)(3 - x);$$

$$0,25(x^2 - 4x + 3) = x^2;$$

$$3x^2 + 4x - 3 = 0.$$

№3-ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС

Өртүрлі факторлардың динамикалық тепе-теңдік күйіне әсерін зерделеу

Өрекеттесуші заттар концентрациясының әсері

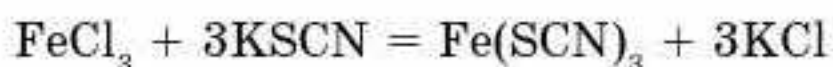
Реактивтер: темір (III) хлоридінің, калий роданидінің (KSCN) 0,01M, 1M ерітінділері;

5 г калий хлоридінің кристалдары.

Химиялық ыдыстар мен зертханалық құрал-жабдықтар: 500 мл, 250 мл стақандар; өлшегіш 25 мл цилиндрлер, шыны таяқша, ақ экран.

Жұмыс барысы

Көлемі 500 мл стақанға темір (III) хлориді мен калий роданидінің (KSCN) сұйылтылған ерітінділерінің әрқайсысынан 100 мл-ден құйып, шыны таяқшамен араластырыңдар. Нәтижесінде $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ түзілгенін көрсететін қызыл түс пайда болады:



Осы қызыл түсті ерітіндіні төрт стақанға теңдей бөліп құйыңдар. Оларды ақ экранның алдына қойыңдар. Бірінші стақандағы ерітіндіні салыстыруға қалдырыңдар. Екінші стақанға 5 мл 1M темір (III) хлориді ерітіндісін, үшіншісіне 5 мл 1M калий роданидінің ерітіндісін қосып, ерітінділерді жақсылап араластырыңдар. Екінші және үшінші стақандардағы ерітінділердің бояуының түсінің күшеюіне көңіл аударыңдар. Төртінші стақанға құрғақ калий хлориді кристалдарын қосып, араластырыңдар. Калий хлоридінің еру барысында стақандағы ерітіндінің түсі әлсірей бастайды.

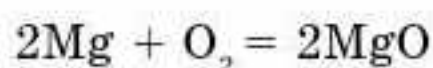
Тапсырма: Тәжірибеде байқаған құбылыстарды түсіндіріп, тиісті қорытынды жасаңдар.

ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ



§ 43. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ ПРОЦЕСТЕРІ

Магний ауада көз шағылыстыратын ашық жалынмен ақ түсті ұнтақ оксид түзіп жанатын болғандықтан, отшашулар үшін магнийді қолданады:



Реакция нәтижесінде магнийдің әрбір атомы 2 электронын жоғалтады және әрбір оттегі атомы осы 2 электронды қосып алады.

Егер зат реакция барысында электронын жоғалтса — тотығады.

Егер ол электрондарды қосып алса — тотықсызданады. Біздің қарастырып отырған мысалда магний тотығады, ал оттегі тотықсызданады. Ал реакция **тотығу-тотықсыздану** реакциясы деп аталады.

Берілген реакция барысында қандай процесс жүретінін қарастырайық, 2-сызбанұсқаға назар аударыңдар:

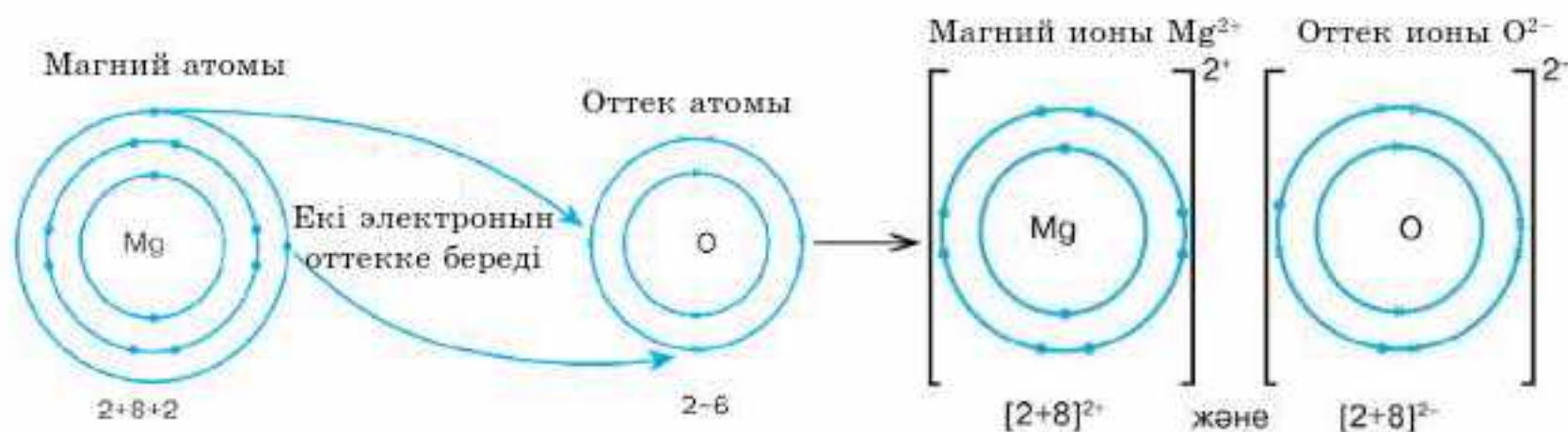
Бүгінгі сабақта:

- тотығу-тотықсыздану реакцияларын;
- тотықтырғыш және тотықсыздандырғышты білетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Тотығу дәрежесі
- Тотығу
- Тотықсыздану
- Электрондардың тасымалдануы

2-сызбанұсқа



Электронын жоғалтатын элемент — тотығады.
Электрондарды қосып алатын элемент — тотықсызданады.

Жоғарыда айтылғандарды сызбанұсқамен көрсету ыңғайлы (ТД — тотығу дәрежесі) (3-сызбанұсқа):

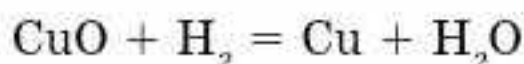
3-сызбанұсқа



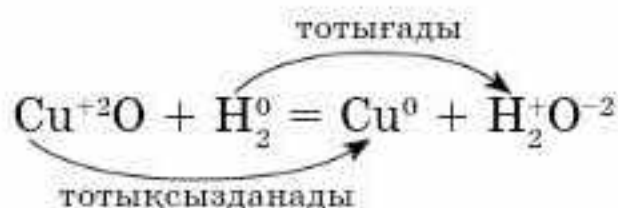
Магний оттекті қосып алып тотықты.

Енді қыздырылған мыс (II) оксиді арқылы сутекті өткізгенде жүретін процесті қарастырайық (57-сурет). Қара түсті қосылыс қызыл түске өзгеріп, реакция нәтижесінде мыс тотықсызданады, ал сутек тотығады. Тотықтырғыш тотықсызданады, ал тотықсыздандырғыш тотығады.

Реакция теңдеуі:



Мыс оттекті жоғалтады, ал сутек оны қосып алады:



Тотығу мен тотықсыздану процестері үнемі қатар жүреді. Тотықсыздандырғыш берген электрон саны тотықтырғыш қосып алған электрон санына тең болады.

Тағы бір мысалды қарастырайық: Барлығыңа белгілі, сутек пен оттек арасындағы реакция нәтижесінде су түзіледі. Сутек тотығады, ал оттек тотықсызданады:

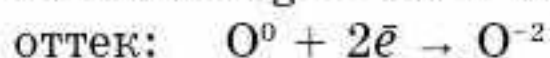
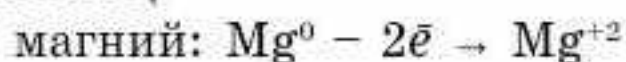


57-сурет. Мыстың тотықсыздануы

Жану реакциялары да тотығу-тотықсыздану реакцияларына жатады. Бұл мысалдардан көріп отырғанымыздай, электрондар бір элементтен екінші элементке ауысатындықтан тотығу-тотықсыздану реакцияларында қосылыстағы химиялық элементтің тотығу дәрежесі өзгереді.

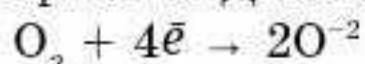
Электрондардың тасымалдануын көрсету үшін жартылай реакцияны жазып үйренейік. Жартылай реакцияның біреуі электронның берілуін, ал екіншісі электронның қосылуын көрсетеді.

1. Әрбір реагентті беретін және қосып алатын электрондармен бірге жазайық.



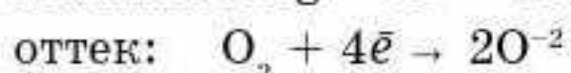
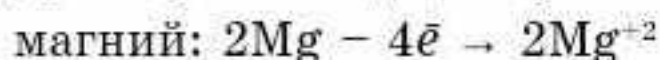
2. Бағдаршаның екінші жағындағы әрбір зат дұрыс жазылғанына (ион, атом немесе молекула) көз жеткізейік.

Біздің жағдайымызда, оттек бағдаршаның сол жағында дұрыс жазылған. Оттек молекула күйінде болатындықтан О атомын O_2 -ге өзгертеміз. Демек, оксид иондары мен электрон саны 2 еселенеді:



3. Екі теңдеуде де электрондар саны тең болуы қажет. Егер олай болмаған жағдайда, теңестіру үшін бірінші (немесе екінші) теңдеуді бір санға көбейтеді.

Демек, магнийдің жартылай теңдеуін 2-ге көбейту қажет.



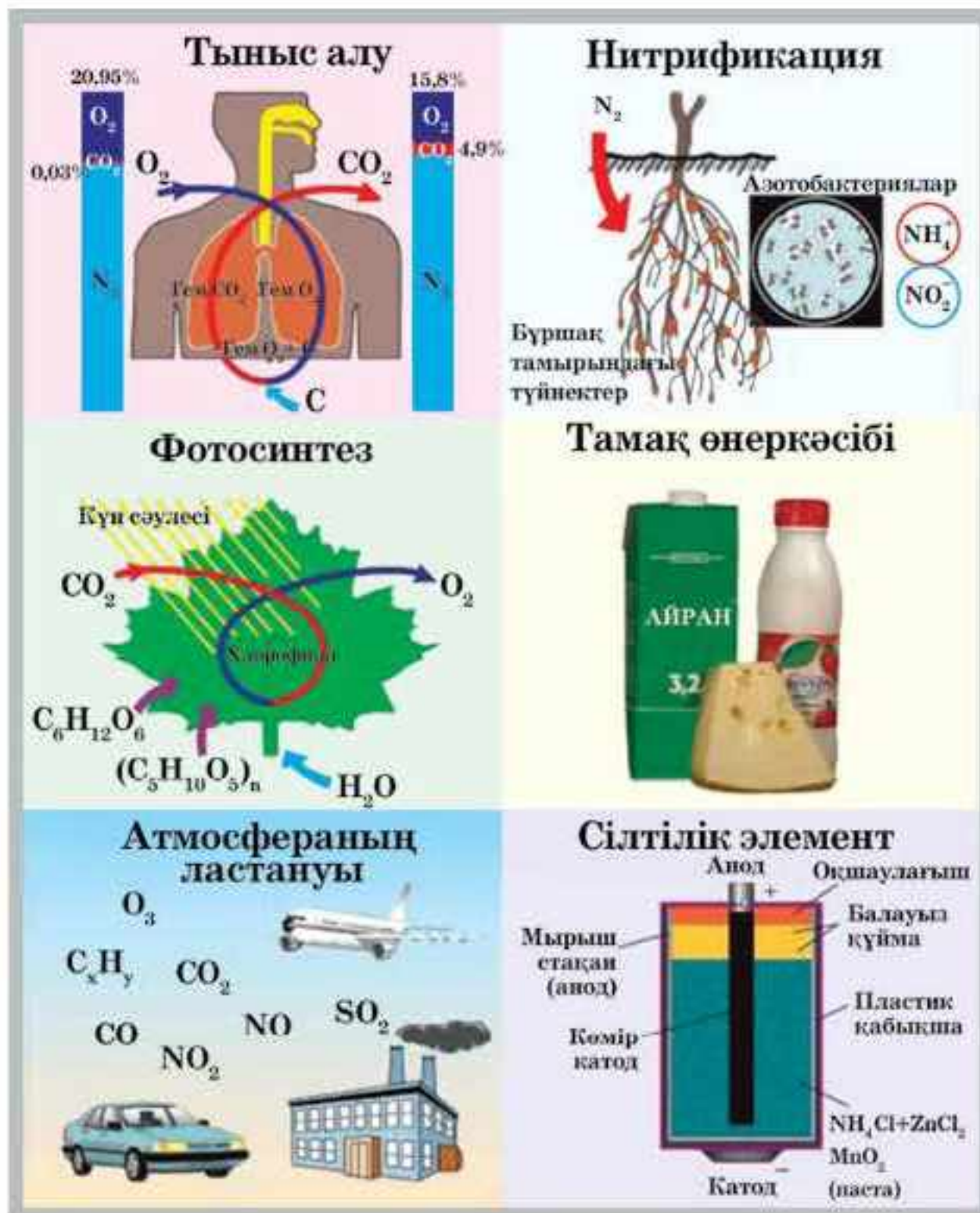
Енді теңдеу теңесті, магний 4 электрон жоғалтты, ал оттек 4 электронды қосып алды.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары деп қосылыстарды құрайтын элемент атомдарының тотығу дәрежелерінің өзгеруімен жүретін реакцияларды айтады.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары ең кең тараған химиялық реакциялардың қатарына жатады және олар табиғатта, техникада маңызды рөл атқарады. Тыныс алу, фотосинтез, зат алмасу басқа да биологиялық процестер тотығу-тотықсыздану реакциялары болып табылады. Кеннен метал өндіру; қышқылдарды, сілтілерді, аммиакты, галогендерді алу; химиялық ток көзін құрастыру, әртүрлі заттардың жану реакциялары арқылы жылу мен энергия өндіру тотығу-тотықсыздану реакцияларымен байланысты (58-, 59-суреттер).



58-сурет. Сірiңкенiң жануы — тотығу-тотықсыздану реакциясы



59-сурет. Тотығу-тотықсыздану реакцияларының мысалдары

Біздің өмірімізде кездесетін кейбір тотығу-тотықсыздану реакциялары кейде қолайсыздықтар туғызады. Мысалы, тамақ өнімдерінің, көгөністердің бұзылуы, металдардың жемірілуі — осылардың барлығы тотығу-тотықсыздану процестерінің жүруімен байланысты.

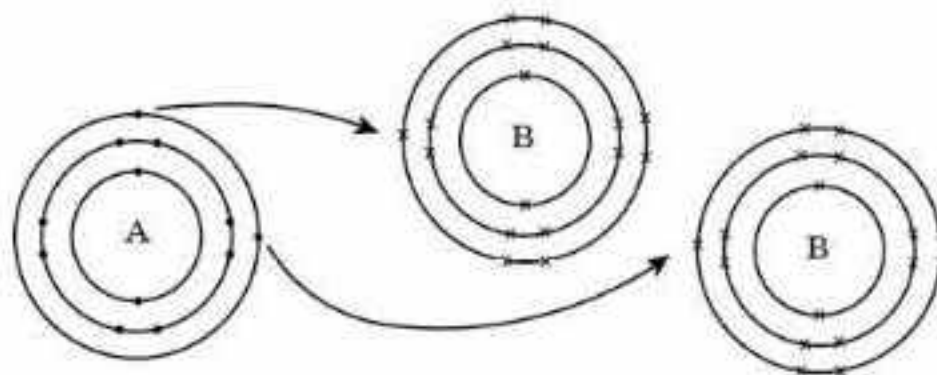


Тотығу-тотықсыздану реакциялары деп қосылыстардың құрамына кіретін элементтердің тотығу-дәрежесінің өзгеруімен жүретін реакцияларды айтады. Егер зат реакция барысында электронын жоғалтса, ол тотығады, керісінше электрондарды қосып алса, тотықсызданады. Тотықсыздандырғыш берген электрон саны тотықтырғыш қосып алған электрон санына тең. Тыныс алу, фотосинтез, зат алмасу және басқа да биологиялық процестер тотығу-тотықсыздану реакциялары болып табылады.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары деп қосылыстардың құрамына кіретін элементтердің тотығу-дәрежесінің өзгеруімен жүретін реакцияларды айтады. Егер зат реакция барысында электронын жоғалтса, ол тотығады, керісінше электрондарды қосып алса, тотықсызданады. Тотықсыздандырғыш берген электрон саны тотықтырғыш қосып алған электрон санына тең. Тыныс алу, фотосинтез, зат алмасу және басқа да биологиялық процестер тотығу-тотықсыздану реакциялары болып табылады.



1. Тотығу-тотықсыздану реакциялары деген не?
2. Тотығу және тотықсыздану процестерінде тотығу дәрежесі қалай өзгереді? Мысалдар келтіріңдер.
3. Тотығу-тотықсыздану реакциялары табиғат пен техникада қандай рөл атқарады? Мысал келтіріңдер.
4. Оттеkte көмірдің жану реакциясын жазып, тотығу-тотықсыздану процестерін көрсетіңдер.
5. Бұл диаграмма тотығу-тотықсыздану реакциясы кезіндегі электрондардың ауысуын көрсетеді:



- A. A және B элементтерін анықтаңдар.
 - Ә. Тотығу-тотықсыздану реакциясының теңдеуін құрастырыңдар.
 - Б. Қандай элемент тотығады?
 - В. Қандай элемент тотықсызданады?
6. Бром калий йодиді ерітіндісінен йодты ығыстырып шығарады. Осы реакцияның теңдеуін құрастырыңдар.

§44. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ТҮРЛЕРІ

Қандай заттар тотықтырғыш, ал қандай заттар тотықсыздандырғыш болуы мүмкін? Бұл заттың құрамына кіретін элементтердің тотығу дәрежелерінің мәніне байланысты. Көптеген күрделі заттардың құрамына кіретін кейбір элементтердің тотығу дәрежесі тұрақты болады. Бұл элементтерге тотығу дәрежелерінің өзгеруі тән емес. Сондықтан заттардың құрамында бұл элементтердің болуы, олардың қасиеттеріне әсерін тигізбейді. Тотығу дәрежелері ауыспалы элементтер электрондарды беру немесе қосып алу процестеріне қатысады. Сондықтан күрделі заттардың қасиеттері олардың құрамында тотығу дәрежесі ауыспалы элементтердің болуына байланысты. Тотығу-тотықсыздану реакцияларында тотығу дәрежелері жоғары атомдар тек қана тотықтырғыш, тотығу дәре-

Бүгінгі сабақта:

- маңызды тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштарды;
- тотығу-тотықсыздану реакцияларының түрлерін білетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Тотығу дәрежесі
- Тотығу
- Тотықсыздану
- Электрондардың ауысуы

желері төмен болса, тек қана тотықсыздандырғыш, ал тотығу дәрежелері ауыспалы атомдар реакция типіне және оның жүру жағдайларына байланысты тотықтырғыш та, тотықсыздандырғыш та болуы мүмкін (35-кесте).

35-кесте

Тотығу дәрежесі ауыспалы элемент атомдарына салыстырмалы сипаттама (күкірт мысалында)

Тотығу дәрежесі жоғары атомдар	Тотығу дәрежесі төмен атомдар	Тотығу дәрежесі аралық атомдар
<p>а) тотығу дәрежесі төмендейді. Мысалы:</p> $S^{+6} + 2e^- \rightarrow S^{+4}$ $S^{+6} + 6e^- \rightarrow S^0$ $S^{+6} + 8e^- \rightarrow S^{-2}$ <p>ә) электрондарды тек қосып алады, оларды бере алмайды;</p> <p>б) тотығу процесіне қатысады</p>	<p>а) тотығу дәрежесі жоғарылайды. Мысалы:</p> $S^{-2} - 6e^- \rightarrow S^{+4}$ $S^{-2} - 8e^- \rightarrow S^{+6}$ <p>ә) электрондарды тек береді, оларды қосып ала алмайды;</p> <p>б) тотықсыздану процесіне қатысады</p>	<p>а) тотығу дәрежесі әрі төмендейді, әрі жоғарылайды. Мысалы:</p> $S^{+4} + 6e^- \rightarrow S^{-2}$ $S^{+4} + 4e^- \rightarrow S^0$ $S^{+4} - 2e^- \rightarrow S^{+6}$ <p>ә) реакцияға қатысушы екінші затқа байланысты электрондарды әрі береді, әрі қосып алады;</p> <p>б) әрі тотығу, әрі тотықсыздану процестеріне қатысады</p>

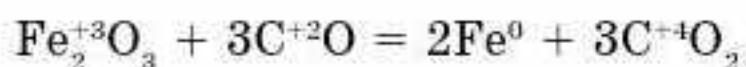
Маңызды тотықтырғыштарға: оттегі, озон, галогендер, азот қышқылы, концентрлі күкірт қышқылы, сутек пероксиді және т.б. жатады.

Маңызды тотықсыздандырғыштар: сутек, металдар, көміртек, көміртек (II) оксиді және т.б.

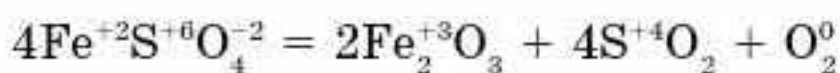
Тотығу-тотықсыздану реакцияларының тек тотықтырғыштар (мысалы: HNO_3 және H_2SO_4) арасында немесе тек тотықсыздандырғыштар (H_2S және HI) арасында жүруі мүмкін емес.

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының 4 типі бар.

1. *Молекулааралық тотығу-тотықсыздану реакциялары.* Реакция барысында әртүрлі бастапқы заттардың құрамына кіретін элемент атомдарының тотығу дәрежелері өзгереді:



2. *Молекулаішілік тотығу-тотықсыздану реакциялары.* Реакция барысында бастапқы бір заттың құрамындағы әртүрлі элемент атомдарының тотығу дәрежелері өзгереді:

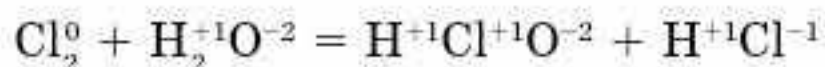


3. *Өздігінен тотығу, өздігінен тотықсыздану реакциялары.* Бұл процестерде тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш рөлін бір ғана элемент атомы атқарады.

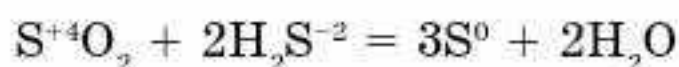


Өздігінен тотығу, өздігінен тотықсыздану реакциялары 2 түрге бөлінеді: диспропорциялану және конпропорциялану.

4. Диспропорциялану (дисмутация) — процесс нәтижесінде бір элементтің тотығу дәрежесі жаңа екі тотығу дәрежесін алады. Пайда болған тотығу дәрежелерінің мәні бастапқыдан үлкен немесе кіші болады. Мысалы:



Конпропорциялану (конмутация). Бұл процесс барысында бір элементтің әртүрлі тотығу дәрежесіндегі атомдары бір тотығу дәрежесіне ие болады. Пайда болған тотығу дәрежесі бастапқы тотығу дәрежелеріне аралық болады. Мысалы:



Тотығу-тотықсыздану реакцияларында жоғары тотығу дәрежесі бар атом тотықтырғыш, ал төменгі тотығу дәрежесі бар атомдар тек тотықсыздандырғыш болады. Аралық тотығу дәрежесі бар атомдар реакцияның типіне және жүру жағдайына байланысты тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш болуы мүмкін.

Маңызды тотықтырғыштар оттек, озон, галогендер, азот қышқылы, концентрлі күкірт қышқылы, сутек пероксиді және т.б. болып табылады. Маңызды тотықсыздандырғыштар қатарына сутек, металдар, көміртек, көміртек (II) оксиді және т.б. жатады. Тотығу-тотықсыздану реакциялары тек тотықтырғыштар (мысалы: HNO_3 және H_2SO_4) немесе тек тотықсыздандырғыштар (H_2S және HI) арасында жүруі мүмкін емес.



1. А. Тек қана тотықтырғыш. Ә. Тек қана тотықсыздандырғыш рөлдерін қандай заттар атқара алады? Қандай заттар әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш бола алады? Мысал келтіріңдер.
2. Маңызды тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш заттардың формулаларын жазып, аттарын атаңдар.
3. Келесі заттар арасында тотығу-тотықсыздану реакциялары жүруі мүмкін бе: а) H_2S және HI ; ә) H_2S және H_2SO_3 ; б) H_2SO_3 және HClO_4 ?
4. Мына заттардың қайсылары: а) тек тотықтырғыш; ә) тек тотықсыздандырғыш; б) әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш бола алады: CrO_3 , MnO_2 , KClO_4 , NaI , H_2O_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, Cu , Ca_3P_2 , K_2CrO_4 , CO ? Түсіндіріңдер.
5. а) Фосфор; ә) көміртек; б) азот; в) кремний; г) бром қандай жай заттармен әрекеттескенде тотықтырғыш, ал қандай жай заттармен тотықсыздандырғыш бола алады? Мысалдар келтіріңдер.
6. Аммиак молекуласындағы азот неге тек тотықсыздандырғыш қасиет көрсетеді?
7. Төменде келтірілген бөлшектер мен заттардан өте күшті тотықтырғыштарды анықтаңдар.
 А. NO_3^- Ә. NO_2
 Б. NH_3 В. NO_2^-

8. Қандай жай заттармен күкірт: а) тотықтырғыш; ә) тотықсыздандырғыш ретінде реакцияға түседі? Реакция теңдеулеріне мысал келтіріңдер.
9. Бром мен күкірт диоксиді арасындағы тотығу-тотықсыздану реакциясының сызбасы берілген:

$$\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + \text{H}^+$$
 а) сызбадағы әр элементтің тотығу дәрежесін анықтаңдар;
 ә) сызбадағы тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңдер;
 б) реакция сызбасына коэффициенттер қойыңдар.
10. Концентрлі күкірт қышқылы мен марганец диоксиді арасындағы тотығу-тотықсыздану реакциясының сызбасы берілген:

$$\text{MnO}_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$$
 а) сызбадағы әр элементтің тотығу дәрежесін анықтаңдар;
 ә) сызбадағы тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңдер;
 б) Реакция сызбасына коэффициенттер қойыңдар.

§ 45. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫН ЭЛЕКТРОНДЫҚ БАЛАНС ӘДІСІМЕН ТЕҢЕСТІРУ

Бүгінгі сабақта:

- тотығу-тотықсыздану реакцияларын электрондық баланс әдісімен теңестіруді үйренеміз.

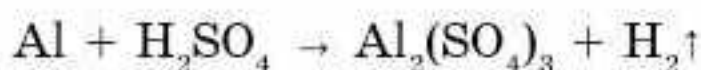
Тірек ұғымдар

- Электрондық баланс
- Тотығу дәрежесі
- Тотығу процесі
- Тотықсыздану процесі

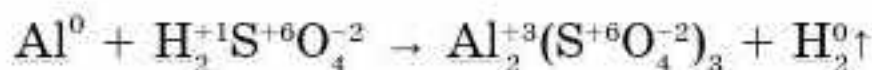
Тотығу-тотықсыздану реакцияларында коэффициенттерді қоюдың негізгі екі әдісі бар: *электрондық баланс әдісі* және *электрондық иондық баланс әдісі*.

Тотықсыздандырғыш берген электрондардың саны, тотықтырғыш қосып алған электрондардың санына тең болу керек. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын электрондық баланс әдісімен теңестіру осы принципке негізделген.

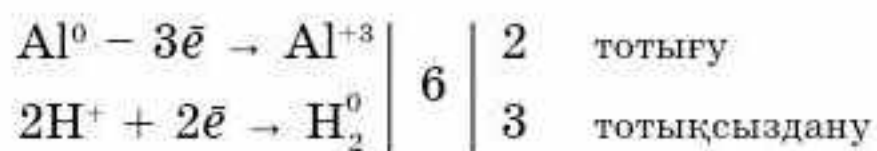
1-мысал. Электрондық баланс әдісін қолдануды келесі химиялық реакцияны мысалға алып қарастырайық:



1. Реакцияға қатысатын және реакция нәтижесінде түзілетін барлық заттар құрамындағы элементтердің тотығу дәрежелерін анықтаймыз. Содан кейін реакция барысында тотығу дәрежелері өзгерген элемент таңбаларының астын сызамыз:



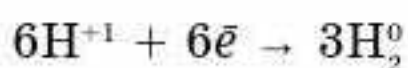
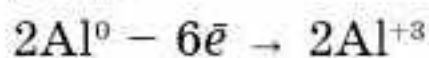
2. Тотығу және тотықсыздану процестерінің теңдеулерін құрамыз:



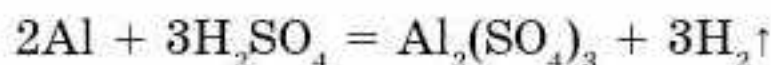
Тотықсыздану өнімі 2 атомды сутек молекуласы болғандықтан, теңдеудің сол жағына 2 атом сутек алынды.



3. Беріп жіберген және қосып алған электрондардың ең кіші ортақ еселігі — 6. Берген және қосып алған электрондардың сандарын теңестіру үшін бірінші теңдеуді 2-ге, ал екіншісін 3-ке көбейтеміз:

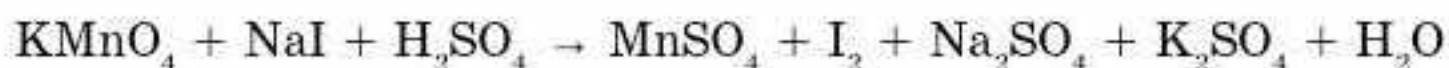


4. Тотығу дәрежелері өзгермейтін атомдар кіретін заттар формуласының алдына коэффициенттерді есептеп қоямыз:

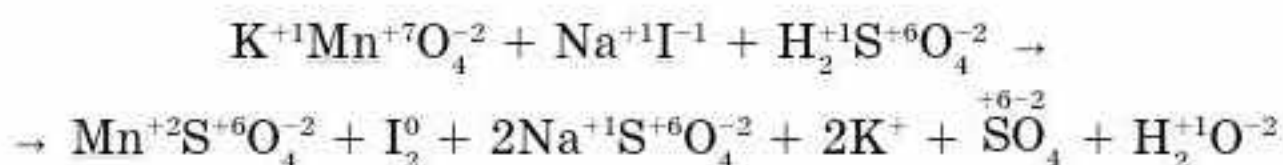


Әдетте, сутек және оттек атомдарының сандарын ең соңғы кезекте теңестіреді. Көп жағдайда тотығу-тотықсыздану реакциясының теңдеуіндегі сол және оң жақтағы оттек атомдарының сандарының өзара тең болуы, теңдеудің дұрыс құрастырылғанын көрсетеді.

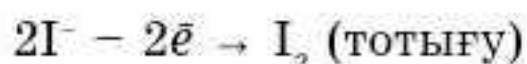
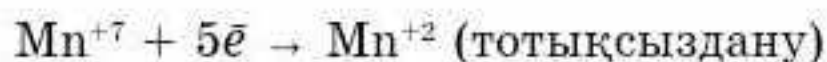
2-мысал. Тотығу-тотықсыздану реакцияларының күрделілеу мысалын қарастырайық:



1. Барлық элементтің тотығу дәрежелерін анықтап, реакция барысында, тотығу дәрежелері өзгертін элементтердің астын сызамыз:

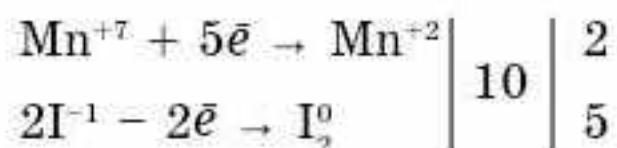


2. Реакция нәтижесінде марганец пен йодтың тотығу дәрежелері өзгереді. Олар үшін тотығу және тотықсыздану процестерінің теңдеулерін құрастырамыз:



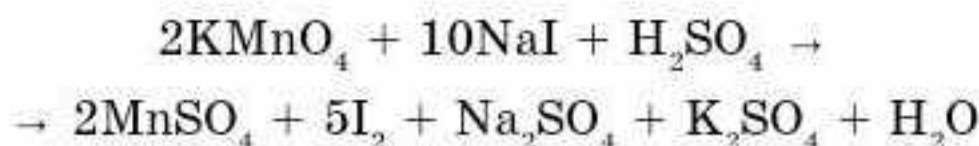
Реакцияның тотығу өнімі 2 атомды йод I_2 молекуласы болғандықтан, теңдеудің сол жағындағы тотығу процесіне 2 атом йод алынды.

3. “5” пен “2” сандарының ең кіші ортақ еселігі “10”, сондықтан тотықсыздану процесінің теңдеуін 2-ге, ал тотығу процесінің теңдеуін 5-ке көбейтеміз:

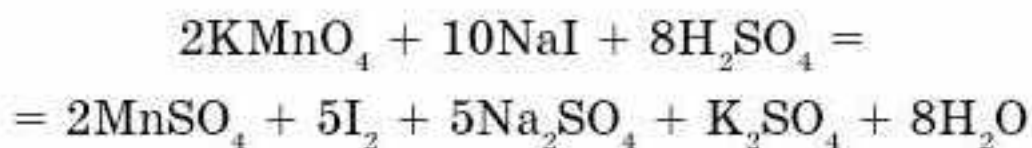


Екі Mn^{+7} атомдары 10 электрон қосып алады, ал йод атомдары 10 электрон береді, демек, электрондық баланс әдісінің басты ережесі орындалады.

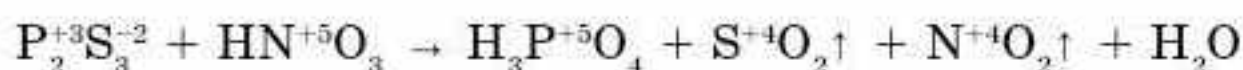
4. Табылған көбейткіштерді коэффициент ретінде құрамына осы элементтер кіретін заттардың формулаларының алдына жазамыз:



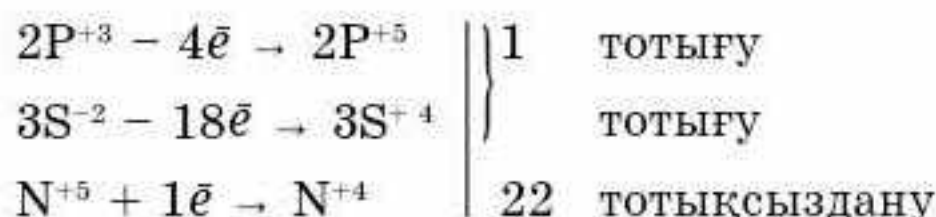
5. Басқа формулалардың коэффициенттерін барлық элемент атомдарының сандарын теңестіру арқылы табады:



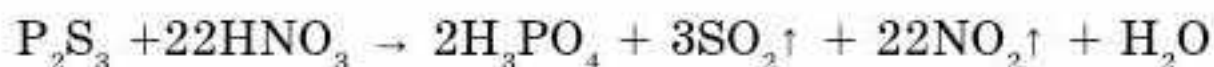
3-мысал. Кейбір тотығу-тотықсыздану реакцияларында тотығу дәрежелерін өзгертетін элементтердің саны екіден артық болуы мүмкін. Мысал ретінде келесі реакцияны қарастырайық:



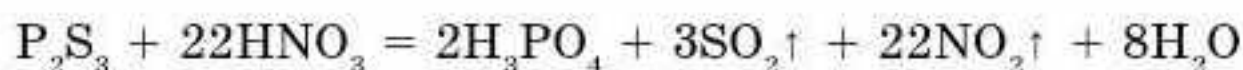
Реакция барысында 2 элемент — фосфор мен күкірт тотығады, ал 1 элемент — азот тотықсызданады:



Тотығу процесіне қатысатын электрондардың жалпы саны 22-ге тең, ал тотықсыздану процесіне 1 электрон қатысады. Сондықтан тотығу процесінің 2 теңдеуі үшін ортақ көбейткіш 1-ге тең, ал тотықсыздану процесі үшін 22-ге тең. Бұл көбейткіштерді коэффициент ретінде тиісті заттардың формулаларының алдына жазамыз:



Ең соңында сутек пен оттегі атомдарының сандарын теңестіреміз:



Бұдан да күрделі көп элементтің тотығу дәрежелері өзгертетін тотығу-тотықсыздану реакциялары кездеседі. Сондықтан реакция теңдеулерін теңестірудің бұдан басқа да әдістері бар.



Кез келген тотығу-тотықсыздану реакциясы тотығу және тотықсыздану процестерінен тұрады. Электрондық баланс әдісінің мәні — электр зарядының сақталу заңына негізделген: тотықсыздандырғыш қанша электрон берсе, тотықтырғыш сонша электрон қосып алады.



1. Тотығу процестерін көрсетіңдер:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| а) $\text{Al}^0 - 3e \rightarrow$ | ә) $\text{F}^0 + 1e \rightarrow$ |
| б) $\text{Ca}^0 - 2e \rightarrow$ | в) $\text{S}^0 + 2e \rightarrow$ |
| г) $\text{Cl}^0 + 1e \rightarrow$ | ғ) $\text{K}^0 - 1e \rightarrow$ |



2. Тотықсыздану процестерін көрсетіңдер:
- а) $\text{Br}^0 \rightarrow \text{Br}^{5+}$ ә) $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
 б) $\text{C}^{2+} \rightarrow \text{C}^{4+}$ в) $\text{B}^{3+} \rightarrow \text{B}^0$
3. Реакцияларды электрондық баланс әдісімен теңестіріңдер:
- а) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2\uparrow$
 ә) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{Cs} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CsOH} + \text{H}_2\uparrow$
 в) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
 г) $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \text{KCl}$
 ғ) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{P} + \text{CaSiO}_3 + \text{CO}\uparrow$

§ 46. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫН ЭЛЕКТРОНДЫҚ-ИОНДЫҚ ӨДІСПЕН ТЕҢЕСТІРУ

Электрондық-иондық баланс әдісінің электрондық баланс әдісінен айырмашылықтары бар. Тотығу және тотықсыздану процестерінде жеке атомдар емес, (N^{+3} , Cr^{+6}) (нақты бөлшектер) иондар (NO_2^- , CrO_4^-) жазылады. Күшті электролиттер үшін бұл бөлшектер — иондар, әлсіз электролиттер үшін молекулалар болып табылады, аз еритін заттар үшін де молекулалық формула жазылады. Қажетті жағдайда қышқыл ортада H_2O және H^+ иондары, сілтілік ортада — H_2O және иондар OH^- қолданылады.

Бұл әдіс тотығу дәрежелерінің мәнін нақты есептеуді қажет етпейді. Тотығу және тотықсыздану процестеріне қатысқан электрондардың саны оң және сол жақтағы бөлшектердің зарядтары бойынша есептеледі.

Қышқылдық, сілтілік және бейтарап ортада жүретін тотығу-тотықсыздану реакцияларын электрондық-иондық баланс әдісімен теңестіруді қарастырайық.

Қышқыл ортада жүретін тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіру ережелері:

1. Реакцияның сызбанұсқасын жазу. Тотығу-тотықсыздану процесіне қатысатын молекула немесе иондарды анықтау.

2. Тотығу және тотықсыздану процестерінің жартылай реакциясының иондық формуласын жазу. Әлсіз электролиттер, қатты және газ тәрізді заттарды молекулалық түрде жазу.

3. Зат массасының және энергияның сақталу заңын басшылыққа ала отырып, жартылай реакция теңдеуін жазу үшін заттар мен зарядтардың тепе-теңдігін сақтау керек.

Бүгінгі сабақта:

- тотығу-тотықсыздану реакцияларын (ТТР) электрондық-иондық әдіспен теңестіруді үйренеміз.

Тірек ұғымдар

- Электрондық-иондық баланс
- Тотығу дәрежесі
- Тотығу процесі
- Тотықсыздану процесі
- Коэффициент

Оттек атомдарының санын теңестіру үшін жартылай реакцияның қай жағында оттек атомдары артық болса, сонша сутек H^+ атомдарын қосамыз. Нәтижесінде оттек атомдары сутек атомдарымен байланысып, су H_2O молекуласын түзеді. Қарама-қарсы жағына су молекуласын қосып жазу керек. Оттекті, сутекті содан кейін электрондар санын теңестіру қажет.

4. Жартылай реакциядағы қосып алған және беріп жіберген электрондар санын теңестіреді.

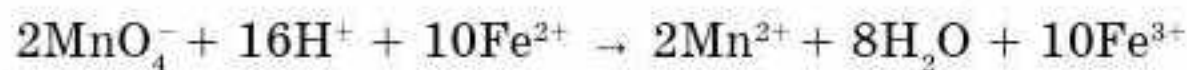
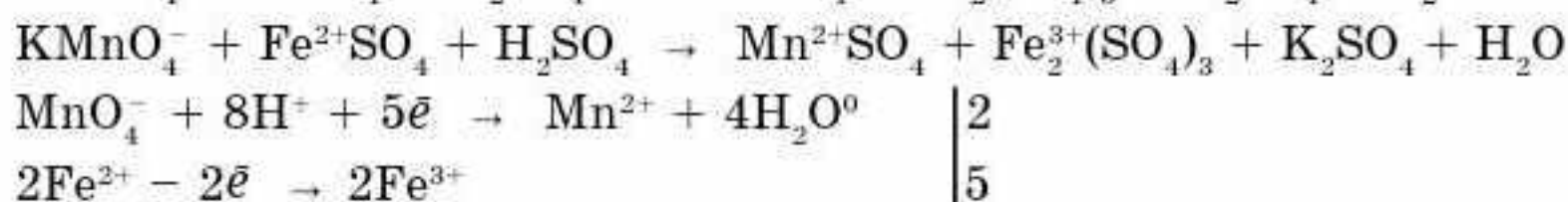
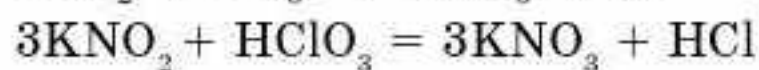
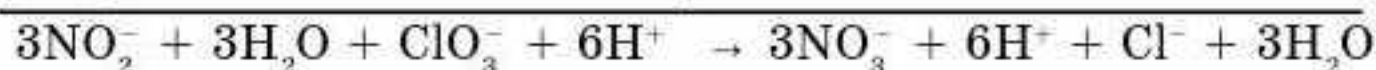
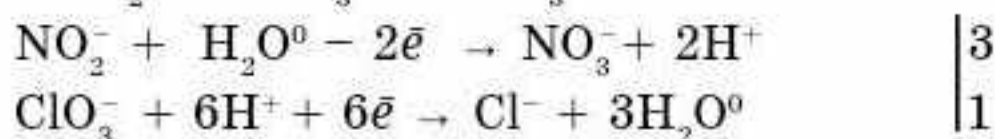
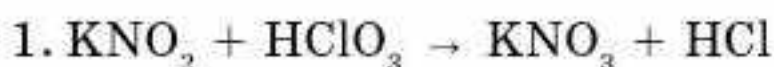
5. Алдымен жартылай реакцияның сол жағын, сосын оң жағын жинақтап жазу керек. Формуланың алдындағы коэффициентке көбейтуді ұмытпаған жөн. Иондық реакцияның жиынтық теңдеуі.

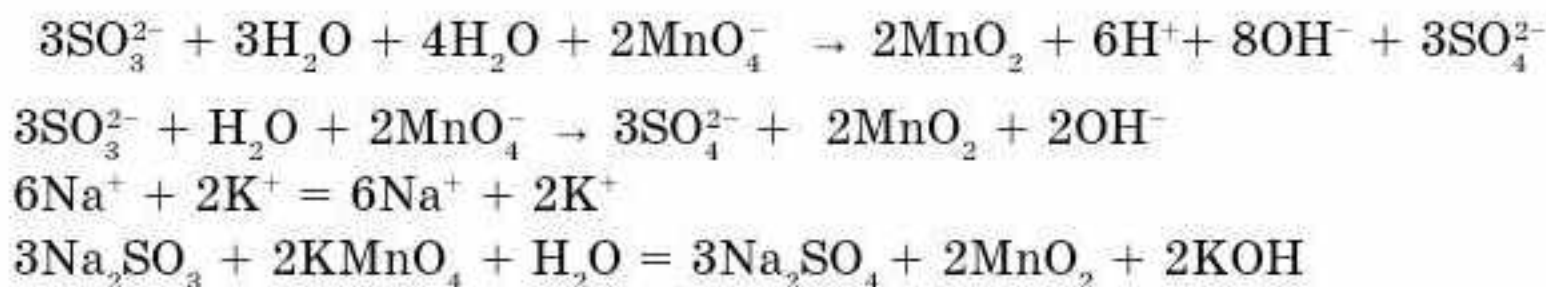
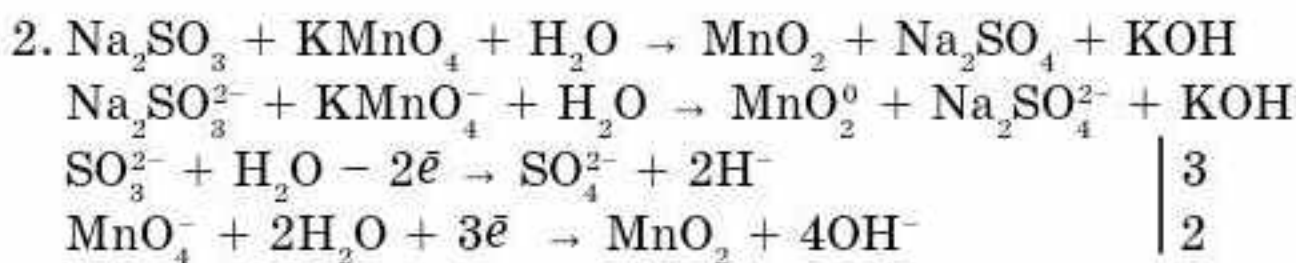
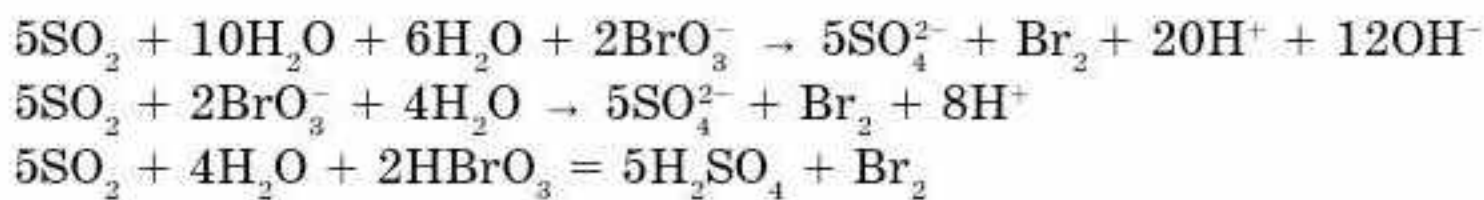
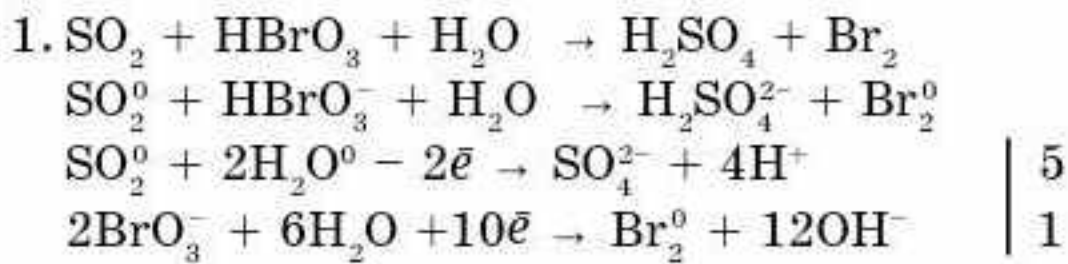
6. Теңдеудің оң және сол жағындағы ұқсас иондар мен молекулалар қысқартылады.

7. Жетіспеген катиондар немесе аниондарды қосып жазу керек. Теңдеудің оң және сол жағындағы қосылатын иондардың саны тең болу керек.

Мысалы:

1	Реакция сызбанұсқасы	$S^0 + HNO_3^- \rightarrow H_2SO_4^{2-} + NO^0$
2	1-жартылай реакция	$1 \left S^0 + 4H_2O^0 - 6e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+$
3	2-жартылай реакция	$2 \left NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO^0 + 2H_2O^0$
4	Иондық жиынтық теңдеу	$S + 4H_2O + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 2NO + 4H_2O$ $S + 2NO_3^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2NO$
5	Қосылған иондар	$2H^+ = 2H^+$
6	Молекулалық теңдеу	$S + 2HNO_3 = H_2SO_4 + 2NO \uparrow$





Электрондық-иондық баланс әдісінің электрондық баланс әдісінен айырмашылықтары бар. Тотығу және тотықсыздану процестерінде реакцияға қатысатын нақты бөлшектер (NO_2^- , CrO_4^-) жазылады. Күшті электролиттер үшін бұл бөлшектер — иондар, әлсіз электролиттер мен аз еритін заттар үшін молекулалар болып табылады.

Қажетті жағдайда қышқыл ортада H_2O және H^+ иондары, сілтілік ортада — H_2O және OH^- иондары қолданылады.



- Тотығу және тотықсыздану процестерін сипаттайтын сызбанұсқаларды табыңдар:
 - $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2$
 - $\text{Al}_3\text{C}_4 \rightarrow \text{CH}_4$
 - $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$
 - $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2$
- Мырыш пен концентрлі азот қышқылының әрекеттесу реакциясындағы тотықсыздандырғышты көрсетіңдер:
 - Zn^{2+} ;
 - NO_3^- ;
 - H^+ ;
 - Zn^0 ?
- Вольфрам (VI) оксиді мен сутектің әрекеттесу реакциясындағы тотықтырғыш:
 - W^{+6} ;
 - H^0 ;
 - O^{-2} ;
 - W^0 ?
- CaO алуға болатын 2 реакцияны жазыңдар (тотығу-тотықсыздану реакциясы және тотығу-тотықсыздануға жатпайтын реакция теңдеуімен).
- Реакциялардан тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты табыңдар. Алғашқы 3 реакцияны электрондық-иондық баланс әдісімен теңестіріңдер:

- а) $KI + O_3 + H_2O \rightarrow KOH + O_2 + I_2$
 ә) $H_2S + H_2SO_4(к) \rightarrow SO_2 + H_2O$
 б) $H_2S + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$
 в) $Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow P + CaSiO_3 + CO$
 г) $KBrO_3 + XeF_2 + H_2O \rightarrow KBrO_4 + Xe + HF$
 ғ) $KI + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$

- 1. Массасы 0,92 г бір валентті металл сумен реакцияға түскенде 0,448 л (қ.ж.) сутек тотықсызданады. Реакция нәтижесінде қандай металл тотығады?
- 2. Массасы 2 г мыстың алюминиймен қоспасы сұйылтылған күкірт қышқылында ерітілді. Реакция нәтижесінде 1,12 л (қ.ж.) газ бөлінді. Қандай металл тотығу-тотықсыздану реакциясына түсетінін анықтаңдар. Қоспадағы реакцияға түспеген металдың массалық үлесін есептеңдер.

Жауабы: 55%.

Тотығу-тотықсыздану реакциясын зерттеу

Мынадай ТТР жүргізіңдер. Калий перманганатының (марганцовка, алғашқы көмек жинағындағы) аздаған бөлігін суға ерітіңдер. Бұл ерітіндіге сутек пероксидінің ерітіндісін немесе құрғақ пергидроль қосыңдар. Реакцияның белгілерін анықтаңдар. Осы реакцияның теңдеуін жазып, электрондық баланс және жартылай реакция әдісімен тиісті коэффициенттерді қойыңдар.



§ 47. ЭЛЕКТРХИМИЯЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛДАР ҚАТАРЫ

Егер металл тақташасын суға батырса, онда судың полюсті молекулаларының әсерінен металдың иондары тақташаның бетінен ажырап, гидратталған күйде сұйық фазаға ауысады (60-сурет).

Ерітіндіде оң заряд жиналып, ал металл тақташада — электрондардың көбеюі нәтижесінде теріс заряд жиналады. Ерітіндідегі катиондар мен металдардың артық электрондарының электрстатикалық тартылуы нәтижесінде, фазалардың бөліну бетінде қосарланған электрлік қабат пайда болады. Ол металл иондарының әрі қарай ерітіндіге өтуін тежейді. Белгілі бір уақытта ерітінді мен металл тақташасы арасында тепе-теңдік орнайды және оны мына теңдеумен көрсетуге болады:



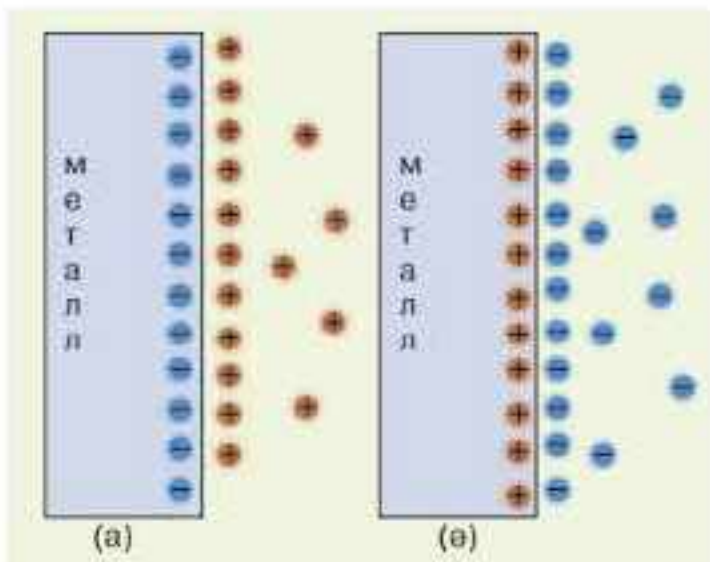
бұндағы, n — бөлінетін электрондардың саны. Металл мен ерітінді арасындағы қосарланған электрлік қабатта пайда болатын потенциалдар

Бүгінгі сабақта:

- металдардың электр-химиялық кернеу қатарының мәнін түсінеміз.

Тірек ұғымдар

- Қосарланған электрлік қабат
- Электродтық потенциал
- Стандартты сутекті электрод
- Стандартты электродтық потенциал



60-сурет. Қосарланған электрлік қабаттың сызбанұсқасы

айырымы — *электродтық потенциал* деп аталады.

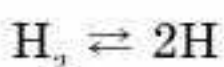
Тепе-теңдік кезінде әр металл белгілі бір электродтық потенциалға ие болады.

Жеке электродтың (металдың) потенциалын тікелей өлшеу мүмкін емес. Сол себепті электродтық потенциалдарды стандартты сутекті электродпен өлшейді. Оның электродтық потенциалы нөлге тең деп қабылданған.

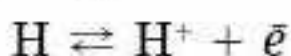
Стандартты сутекті электрод H^+ иондарының концентрациясы 1 моль/л қышқыл ерітіндісіне батырылған

платина тақташасынан тұрады. Платинаға адсорбцияланған сутек газ тектес сутекпен тепе-теңдікте болады.

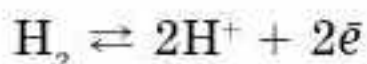
Электродта пайда болатын кернеу былайша түсіндіріледі. Газ тәрізді сутек платинаға адсорбцияланып, атомға айналады:



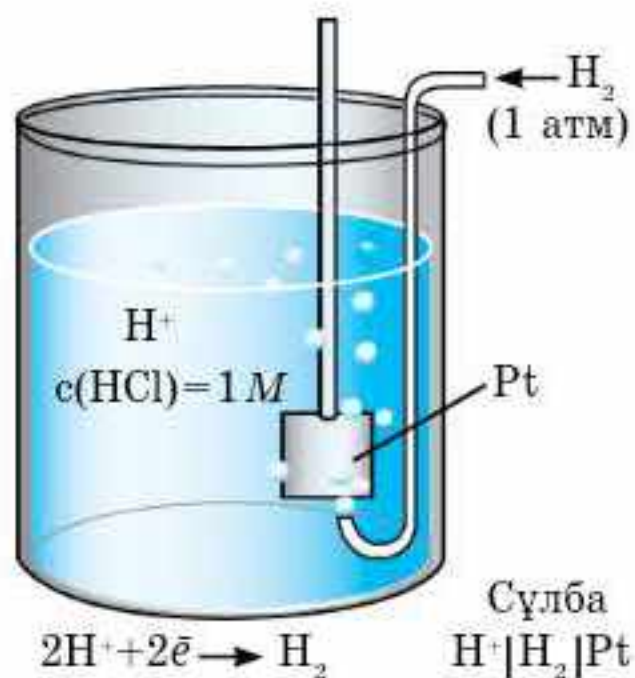
Электродты былай бейнелейді $Pt, H_2/H^+$. Тақташа бетінде түзілетін атомдық сутек, ерітіндідегі сутек иондары және платина арасында динамикалық тепе-теңдік орнайды:



Процестің жиынтық теңдеуі:



Тақташа тотығу-тотықсыздану процесіне қатыспайды тек сутек атомдарының түзілуін қамтамасыз етеді.



61-сурет. Стандартты сутекті электродтың сызбанұсқасы

Егер қандай да бір металды концентрациясы 1 моль/л сол металдың тұзының ерітіндісіне батырып, стандартты сутектік электродпен қосса, гальваникалық элемент түзіледі (61-сурет). 25°C температурада өлшенген электр қозғаушы күші (ЭҚК) металдың электродтық потенциалын сипаттайды. Электродтық потенциал E^0 деп белгіленеді.

Гальваникалық элементтің электр қозғаушы күші (ЭҚК) деп, катод пен анодтың (тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштың) электродтық потенциалдарының айырымын айтады.

1	2	3
K	$K \rightleftharpoons K + \bar{e}$	-2,92
Ba	$Ba \rightleftharpoons Ba + 2\bar{e}$	-2,90
Sr	$Sr \rightleftharpoons Sr + 2\bar{e}$	-2,89
Ca	$Ca \rightleftharpoons Ca + 2\bar{e}$	-2,87
Na	$Na \rightleftharpoons Na + \bar{e}$	-2,71
Mg	$Mg \rightleftharpoons Mg + 2\bar{e}$	-2,36
Al	$Al \rightleftharpoons Al + 3\bar{e}$	-1,66
Mn	$Mn \rightleftharpoons Mn + 2\bar{e}$	-1,18
Zn	$Zn \rightleftharpoons Zn + 2\bar{e}$	-0,76
Cr	$Cr \rightleftharpoons Cr + 2\bar{e}$	-0,74
Fe	$Fe \rightleftharpoons Fe + 2\bar{e}$	-0,44
Cd	$Cd \rightleftharpoons Cd + 2\bar{e}$	-0,40
Co	$Co \rightleftharpoons Co + 2\bar{e}$	-0,28
Ni	$Ni \rightleftharpoons Ni + 2\bar{e}$	-0,25
Sn	$Sn \rightleftharpoons Sn + 2\bar{e}$	-0,14
Pb	$Pb \rightleftharpoons Pb + 2\bar{e}$	-0,13
Fe	$Fe \rightleftharpoons Fe + 3\bar{e}$	-0,04
H	$H_2 \rightleftharpoons 2H + 2\bar{e}$	0,00
Cu	$Cu \rightleftharpoons Cu + 2\bar{e}$	+0,34
Hg	$2Hg \rightleftharpoons Hg + 2\bar{e}$	+0,79
Ag	$Ag \rightleftharpoons Ag + \bar{e}$	+0,80
Hg	$Hg \rightleftharpoons Hg + 2\bar{e}$	+0,85
Pt	$Pt \rightleftharpoons Pt + 2\bar{e}$	+1,20
Au	$Au \rightleftharpoons Au + 1\bar{e}$	+1,50



Металл тақташаны оның тұзының сулы ерітіндісіне батырғанда потенциалдардың айырымы пайда болады. Бұл электродтың бетінен металл иондарының ерітіндіге өтуімен түсіндіріледі. Потенциалдардың айырымын анықтау үшін стандартты потенциалы нөлге тең сутекті электрод қолданылады. Металдардың электр-химиялық кернеу қатарын негізге ала отырып, металдардың химиялық белсенділігі туралы тұжырым жасауға болады.



1. Қандай процестердің нәтижесінде "электрод — ерітінді" шегарасында қосарланған электрлік қабат түзіледі?
2. Электродтық потенциал деген не?
3. Металдардың стандартты электродтық потенциалдары деген не?



4. Қандай электродтың потенциалын нөлге тең деп қабылдап, әртүрлі металдардың электродты потенциалдарының өлшенуі кезінде, салыстыру электроды ретінде қолданады?
5. Металдардың электрхимиялық кернеу қатары неге негізделіп құрастырылған?
6. Металдардың электрхимиялық кернеу қатарының маңызын түсіндіріңдер.
7. Металдардың электрхимиялық кернеу қатарындағы орны оның периодтық жүйедегі орнына неге сәйкес келмейді?
8. Келесі қатардағы ең белсенді металл: Fe, Zn, Mn, K, Au. Себебін түсіндіріңдер. Тотықтырғыш қасиеті ең жоғары катион: Cr^{3+} ; Ca^{2+} ; Mn^{2+} ; Ag^+ ?
9. Келтірілген реакциялардың қайсысы жүруі мүмкін:
 - а) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$
 - ә) $\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - б) $\text{Cu} + \text{NiSO}_4 \rightarrow$
 - в) $\text{Sn} + \text{CuCl}_2 \rightarrow$
 - г) $\text{Zn} + \text{NaCl} \rightarrow$
 - ғ) $\text{Ag} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 - д) $\text{Al} + \text{AuCl}_3 \rightarrow$
 - е) $\text{Cu} + \text{HgCl}_2 \rightarrow$
 Сулы ерітінділердегі жүруі мүмкін реакцияларды аяқтаңдар.
10. Алюминий келесі заттармен әрекеттескенде қандай өнімдер алынады:
 - а) CuSO_4 сулы ерітіндісі;
 - ә) күкірт қышқылының сұйылтылған ерітіндісі?
 Реакция теңдеулерін жазыңдар.
11. Никель (II) сульфатының сулы ерітіндісімен мырыш әрекеттескенде, реакция нәтижесінде қандай өнім түзіледі? Бұл реакция тотығу-тотықсыздану реакциясына жата ма? Түсіндіріңдер.

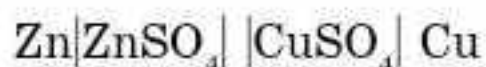
§ 48. ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ЭЛЕМЕНТ

Химиялық энергияның электр энергиясына айналуы **гальваникалық элемент** деп аталатын электрхимиялық жүйелерде жүреді. Қазіргі уақытта гальваникалық элементтер химиялық ток көздері ретінде кеңінен таралған.

Гальваникалық элемент — 2 электродтан тұратын тұйықталған электрохимиялық жүйе.

Даниэль-Якоби гальваникалық элементін қарастырайық. Ол CuSO_4 ерітіндісіне батырылған мыс тақташадан және ZnSO_4 ерітіндісіне батырылған мырыш тақташадан тұрады. Тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш бір-бірімен тікелей әрекеттеспеу үшін электродтар бір-бірінен кеуекті бөгет арқылы бөлінген (62-сурет).

Гальваникалық элементтің сызбасы:

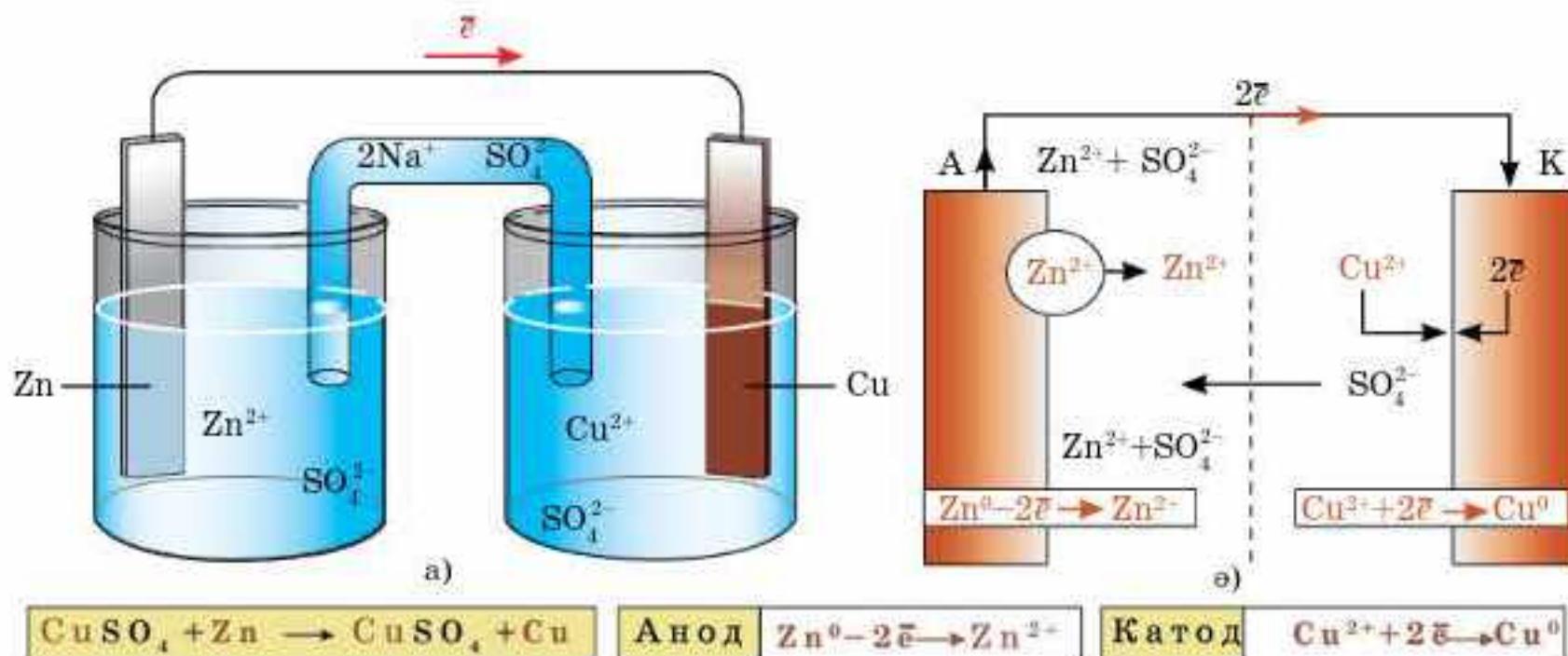


Бүгінгі сабақта:

- гальваникалық элементпен танысамыз;
- химиялық энергияның электр энергиясына айналу процесін түсінетін боламыз.

Тірек ұғымдар

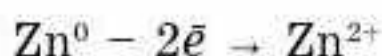
- Гальваникалық элемент
- Тотығу
- Тотықсыздану
- Қосарланған электрлік қабат
- Электродтар



62-сурет. Гальваникалық элемент сызбанұсқасы

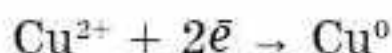


Мырыш тақташаның бетінде қосарланған электрлік қабат түзіледі де, тепе-теңдік орнайды:



Осы процестің нәтижесінде мырыштың электродтық потенциалы пайда болады.

Мыс тақташаның бетінде де қосарланған электрлік қабат түзіліп, тепе-теңдік орнайды:



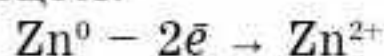
нәтижесінде мыстың электродтық потенциалы пайда болады.

Мыс электродына қарағанда мырыш электроды потенциалының теріс мәні көбірек, сондықтан сыртқы тізбектің тұйықталуы кезінде, яғни мырышты мыспен металл өткізгіш арқылы қосқан кезде электрондар мырыштан мысқа қарай қозғалады.

Осылайша сыртқы тізбектің тұйықталуы кезінде мырыш электродында мырыштың өздігінен еру процесі жүреді және мыс электродында мыс бөлінеді. Бұл процестер электродтардың потенциалы теңескенше немесе мырыш толығымен ерігенше (немесе мыс электродының бетін барлық мыс түгелімен қаптағанша) жалғаса береді.

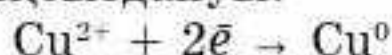
Сонымен Даниэль-Якоби элементінің жұмысы кезінде келесі процестер жүзеге асады:

1. Мырыштың тотығу процесі:



Электрхимияда тотығу процестері деп анодтық процестер аталады, ал тотығу процесі жүретін электрод **анод** деп аталады.

2. Мыс иондарының тотықсыздануы:



Электрхимияда тотықсыздану процестері катодтық процестер деп аталады, ал тотықсыздану процесі жүретін электрод **катод** деп аталады.



3. Сыртқы тізбек арқылы электрондар қозғалады.

4. Ерітіндідегі иондардың қозғалысы: аниондар (SO_4^{2-}) анодқа, катиондар (Cu^{2+} , Zn^{2+}) катодқа тартылады. Ерітіндідегі иондардың қозғалысы гальваникалық элементтің электрхимиялық тізбегін тұйықтайды. Электродтардағы реакциялардың жиынтық теңдеуі:



Бұл химиялық реакцияның әсерінен гальваникалық элементтің сыртқы тізбегінде электрондардың және элемент ішінде иондардың қозғалысы пайда болады. Яғни, тұйықталған электрхимиялық жүйеде электр тогы түзіледі. Гальваникалық элементте жүретін химиялық реакция жиынтығы ток түзуші (ток жасаушы) деп аталады.

Электрхимиялық жүйеде пайда болатын электрлік ток жүйенің *электр қозғаушы күші* (ЭҚК) арқылы сипатталады. Ол катод пен анод электродтық потенциалдарының айырымына тең:

$$E = \phi_k - \phi_a.$$

Электродтың табиғаты мен электролиттің концентрациясына байланысты гальваникалық элемент химиялық және концентрациялық деп жіктеледі.

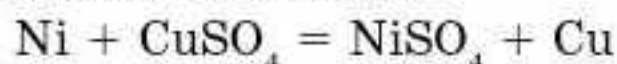
Химиялық гальваникалық элементтер. Электродтар мен электролиттер әртүрлі болатын элементтерді айтады. Химиялық гальваникалық элементке мысал ретінде Даниэль-Якоби элементін атауға болады.

Бірдей электродтардан тұратын, бірақ электролиттің концентрациясы әртүрлі болатын элементтер **концентрациялық гальваникалық элементтер** деп аталады. Мысалы, күміс нитратының әртүрлі концентрациялы ерітіндісіне батырылған күміс электроды:



Гальваникалық элементтің сызбанұсқасын құрастыру мысалдарын қарастырайық.

Есеп. Ток түзуші реакцияның теңдеуі бойынша гальваникалық элементтің сызбанұсқасын құрастырыңдар:

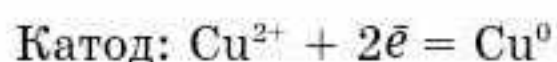
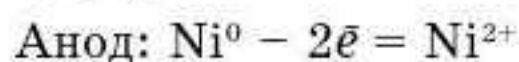


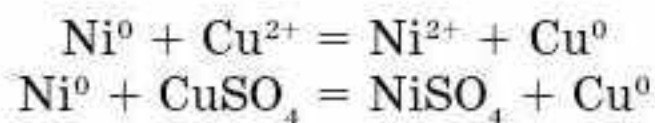
Анодтық және катодтық процестердің теңдеулерін жазыңдар. Стандартты ЭҚК есептеңдер.

Шешуі. Стандартты электродтық потенциал қатарын пайдалана отырып, $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0$ және $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0$ потенциалдарын табамыз:

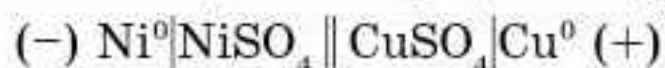
$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0,250 \text{ В}, \quad E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = +0,337 \text{ В}.$$

Бұл жұпта никельдің потенциалының теріс мәні үлкендеу, сондықтан никель анод қызметін атқарады:





Гальваникалық элементтің сызбанұсқасын құрастырамыз:



Реакцияның стандартты ЭҚК есептейміз:

$$\text{ЭҚК} = E_{\text{кат}}^0 - E_{\text{ан}}^0 = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0$$

$$\text{ЭҚК} = 0,337 - (-0,250) = 0,587 \text{ В.}$$



Химиялық энергияның электр энергиясына айналуы гальваникалық элемент деп аталатын электрхимиялық жүйелерде жүреді. Қазіргі уақытта гальваникалық элементтер кеңінен таралған химиялық ток көздері болып табылады. Кез келген гальваникалық элементтің жұмыс істеу принципі катод пен анодта жүретін тотығу-тотықсыздану процестеріне негізделген.



1. Гальваникалық элемент деген не?
2. Гальваникалық элементте қандай процестер жүреді?
3. Гальваникалық элементте электр энергиясы қалай пайда болады?

- 1. Магний мен қорғасын иондарының концентрациялары $c[\text{Mg}^{2+}] = 0,001$ моль/л, $c[\text{Pb}^{2+}] = 1$ моль/л болатын тұз ерітінділеріне батырылған. Гальваникалық элементтің сызбасын құрастырып, стандартты ЭҚК есептеңдер. Жауабы: 2,334 В.
- 2. Fe (II), Mg, Ag (I) тұздарының ерітіндісіне батырылған кобальт тақташаның массасы қалай өзгереді (артады, кемиді, өзгермейді)? Реакцияның молекулалық теңдеуін жазыңдар. $m(\text{Co}) = 59$ г.
- 3. Никель анод болатын гальваникалық элементтің жұмысы кезіндегі анодтық және катодтық процестердің жартылай реакциясын, реакцияның молекулалық теңдеуін жазыңдар және гальваникалық элементтің сызбанұсқасын құрастырыңдар. Катодқа арналған материалды таңдаңдар. Гальваникалық элемент үшін стандартты ЭҚК есептеңдер. Жауабы: 0,587 В.

§ 49. АККУМУЛЯТОРЛАРДА ЖҮРЕТІН ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

Бүгінгі сабақта:

- аккумуляторлардың жұмыс істеу принципін оқып-үйренеміз.

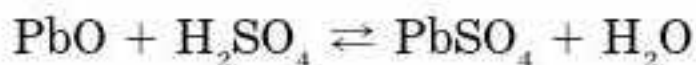
Аккумулятор — өзіне электр энергиясын жинайтын құрылғы, ол қажет кезінде энергияны сыртқы тізбекке бере алатын химиялық ток көзі болып табылады.

Аккумуляторлар бір-бірінен электродтармен, электролиттердің химиялық табиғатымен және құрылымымен ерекшеленеді (63-64-суреттер). Аккумуляторлардың қышқылдық (қорғасын), сілтілік (кадмий-никель және күміс-мырыш) типтері практикада кең қолданылады.



Қорғасын аккумуляторы қорғасын (II) оксидімен PbO толтырылған торлы қорғасын тақташаларынан тұрады. Тақташалар 20—25%-дық күкірт қышқылының ($\rho = 1,18 - 1,22 \text{ г/см}^3$) ерітіндісіне батырылады.

Тақташаның бетінде қорғасын (II) оксиді мен күкірт қышқылының әрекеттесуі нәтижесінде ерімейтін қорғасын сульфаты түзіледі:



Уақыт өте келе қорғасын сульфаты кристалданып, тақташаның бір бөлігін қаптайды.

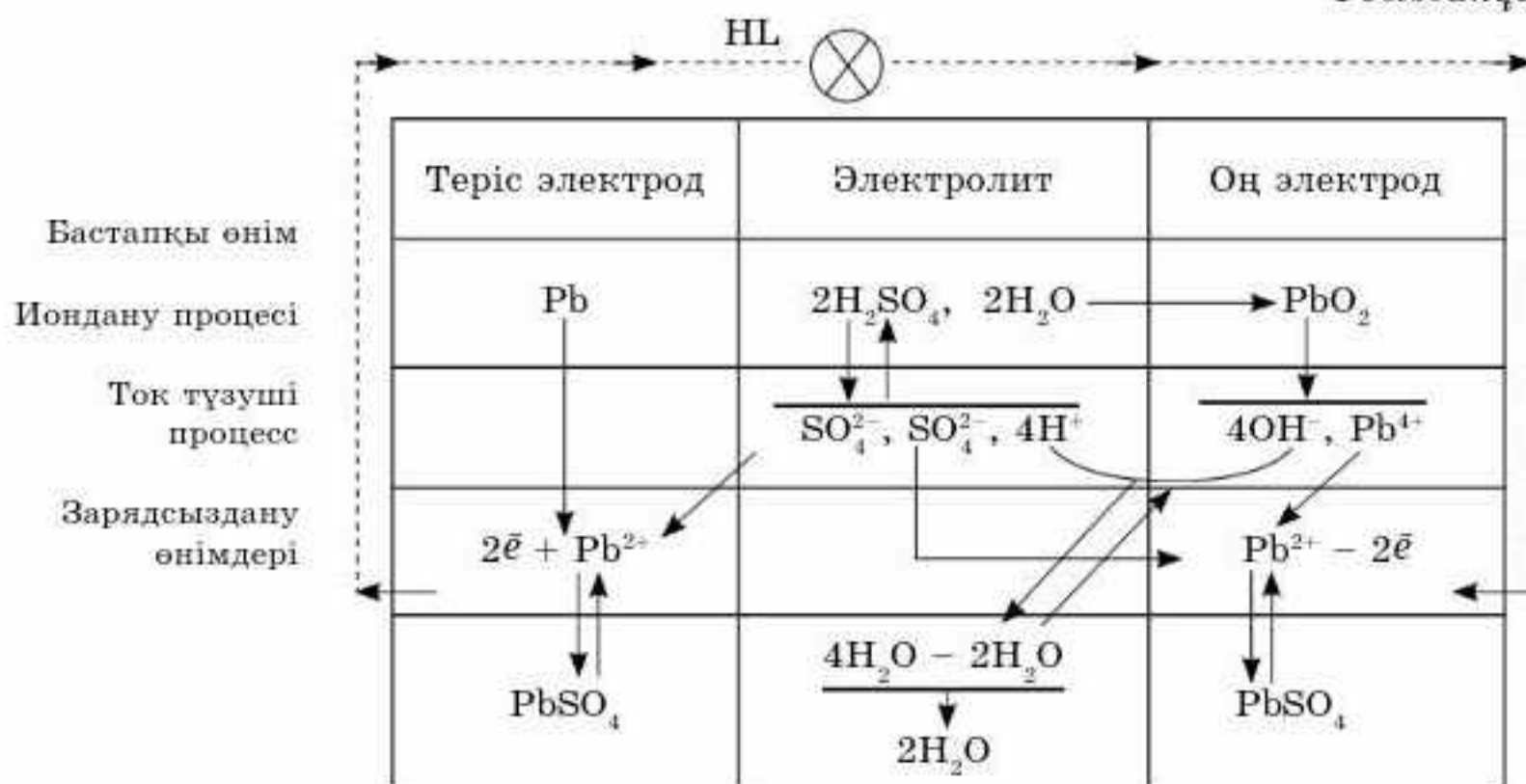
Осы процестің нәтижесінде тақташа химиялық реакцияға түспейді. Сөйтіп, аккумулятор зарядсызданады. Мұндай құбылыс **сульфаттану** деп аталады.

Қорғасын аккумуляторларының зарядсыздануы кезінде электродтарда жүретін процестер 4-сызбанұсқада берілген.

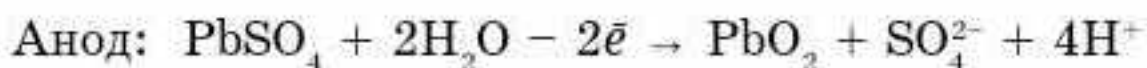
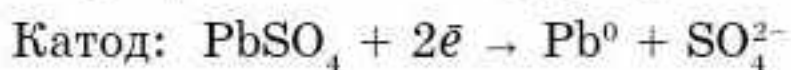
Тірек ұғымдар

- Аккумулятор
- Электролит
- Заряд
- Тотықтырғыш
- Тотықсыздандырғыш
- Электрод
- Сульфаттану

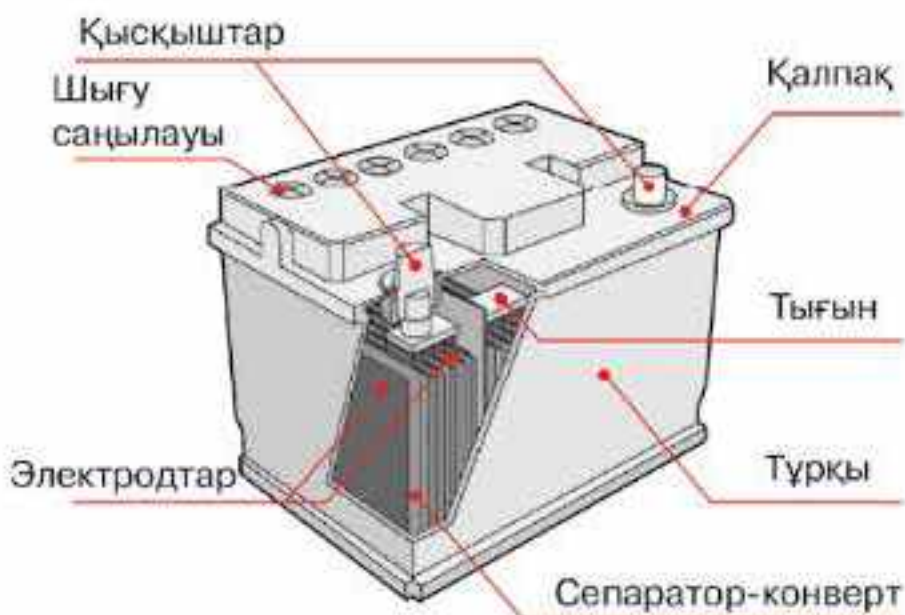
4-сызбанұсқа



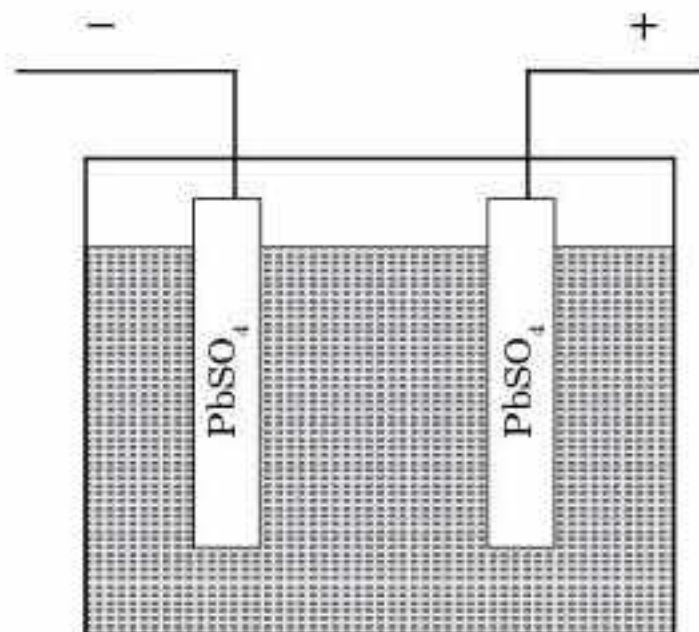
Аккумуляторда химиялық энергияның қорын жинау үшін оны зарядтау керек. Ол үшін қорғасын тақташалардың бірін теріс, ал екіншісін оң зарядталған тұрақты ток көзіне қосады. Аккумуляторды зарядтау барысында электр энергиясы химиялық энергияға айналады. Жүретін электролиз процесін мына теңдеулермен өрнектеуге болады:



Бұл теңдеулерден қорғасын иондарының Pb^{2+} катодта 2 электрон қосып алып, қорғасынның атомына айналатынын байқауға болады.



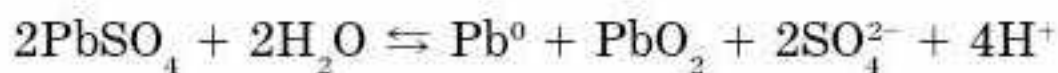
63-сурет. Автомобиль аккумуляторының сызбанұсқасы



64-сурет. Зарядталуға дейінгі қорғасын аккумуляторының сызбанұсқасы

Ал анодта $PbSO_4$ PbO_2 -ге айналады. PbO_2 -нің түзілуі Pb^{2+} иондарының 2 электрон жоғалтып, Pb^{4+} иондарына айналуымен түсіндіріледі.

Аккумулятордың зарядталу процесін мынадай жиынтық теңдеумен көрсетуге болады:

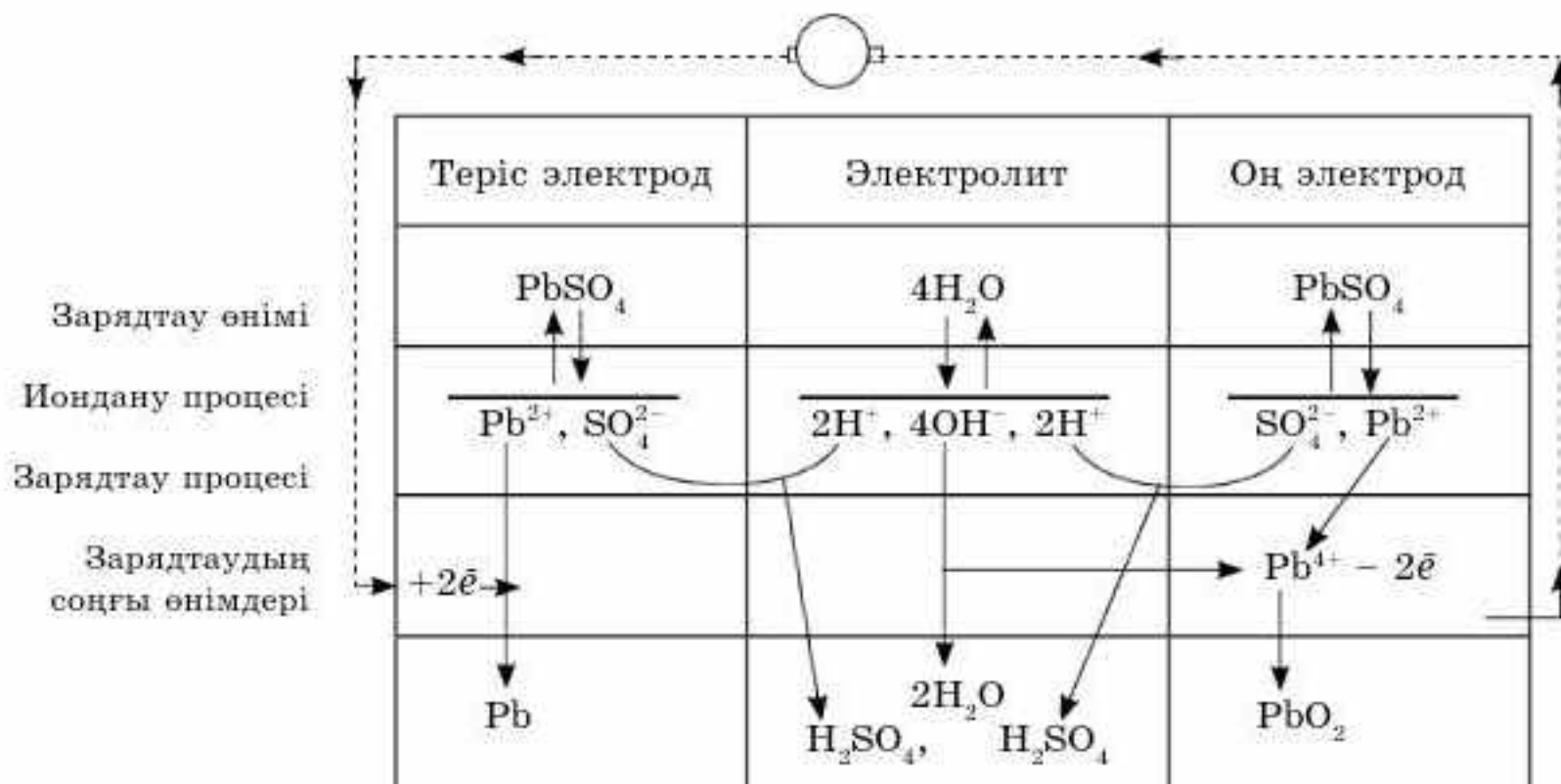


Аккумуляторды зарядтау барысында бір электродта тотықсыздандырығыш қасиеті бар металл қорғасын түзіледі, ал екіншісінде тотықтырғыш қасиетке ие қорғасын диоксиді түзіледі (63-64-суреттер).

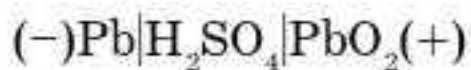
Қорғасын аккумуляторын зарядтау барысында жүретін электродтық процестер 5-сызбанұсқада келтірілген:

5-сызбанұсқа

Қорғасын аккумуляторын зарядтау процесінің электрхимиялық сызбанұсқасы

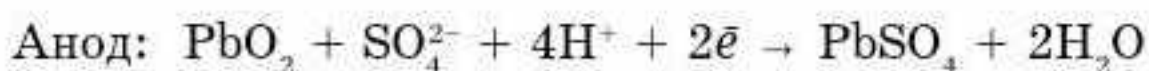
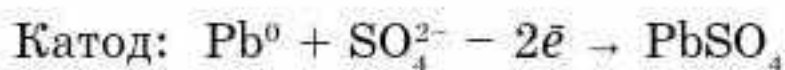


Сонымен түзілген электродтардың тотығу-тотықсыздану қабілеттері әртүрлі және олардың арасында потенциалдар айырымы пайда болады, яғни аккумулятор зарядталғанда гальваникалық элемент пайда болады:

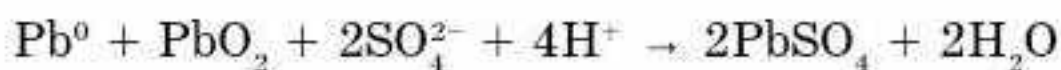


Зарядталған аккумулятордың тақташаларын өткізгішпен қосқанда, электрондар металдық қорғасынмен қапталған электродтан, қорғасын (IV) оксидімен PbO_2 қапталған тақташаға қарай қозғала бастайды, яғни электр тогы пайда болады. Бұл аккумулятордың зарядсыздануы деп аталады, процесс барысында химиялық энергия электр энергиясына айналады.

Аккумулятордың зарядталуы барысында электродтарда келесі процестер жүреді:



Жиынтық теңдеуі:



Аккумулятор — өзіне электр энергиясын жинайтын құрылғы, ол қажет кезінде энергияны сыртқы тізбекке бере алатын химиялық ток көзі болып табылады. Аккумуляторды зарядтау барысында электр энергиясы химиялық энергияға айналады. Аккумулятордың зарядсыздануы барысында химиялық энергия электр энергиясына айналады.

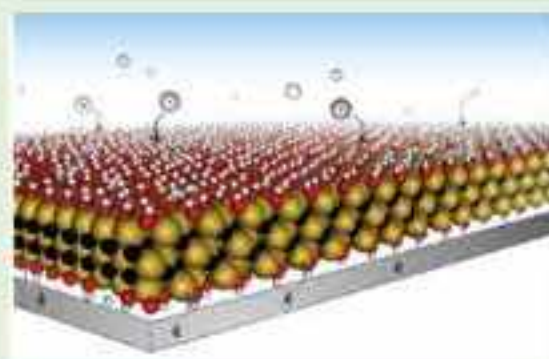


1. Аккумулятор деген не?
2. Техникада қандай аккумуляторлар қолданылады? Олардың бір-бірінен қандай айырмашылықтары бар?
3. Қорғасын аккумуляторын зарядтағанда электродтарда жүретін химиялық процестерді түсіндіріңдер.
4. Сульфаттану деген не? Сульфаттану аккумулятордың жұмысына қалай әсер етеді?



Суперконденсаторлардың аккумулятордан айырмашылығы санаулы секундтарда зарядталады, алайда жылдам зарядсызданады.

Дрексель университетінің ғалымдары МХепе наноматериалы негізінде үздік батареялар ойлап тапты. Болашақта тұтынушылар санаулы секунда смартфондарын немесе электромобильдерін зарядтай алады.



§ 50. ЭЛЕКТРОЛИЗ

Бүгінгі сабақта:

- электролиз процесінің мәнін түсінеміз;
- электролиздің қолданылатын салаларын білетін боламыз.

Тірек ұғымдар

- Электролиз
- Катод
- Анод
- Гальванопластика

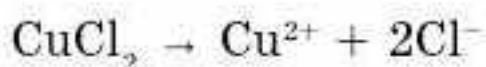
Металдар арқылы электр тогы өткенде химиялық реакция жүрмейді және металдар өзгеріссіз қалады. Егер электр тогы электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы өтсе, электролит пен металл өткізгіш (электрод) арасында түрлі химиялық реакциялар жүріп, жаңа заттар түзіледі.

Бұл процесс *электролиз* деп аталады. Электролит ерітіндісіндегі немесе балқымасындағы иондар ретсіз қозғалады. Егер ерітіндіге немесе балқымаға электродтарды батырып, электр тогын жіберсе, иондар электродтарға қарай белгілі тәртіппен: катиондар — катодқа (теріс зарядталған электродқа), аниондар анодқа қарай (оң зарядталған электродқа) қозғалады.

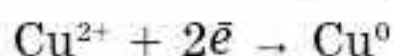
Катодта тотықсыздану процесі жүреді, яғни катиондар электрондарды қосып алады. Анодта тотығу процесі жүреді, демек, аниондар электрондарын береді.

Электролизді электролизер немесе электр пеші деп аталатын арнайы қондырғыларда жүргізеді. Электролиттің ерітіндісі немесе балқымасына ток өткізетін 2 электрод салады да, оларды тұрақты ток көзіне қосады. Тұрақты ток көзінің әсерінен электродтардың бірінде электрондардың артық мөлшері пайда болады (теріс зарядты электрод “–” таңбасымен белгіленеді), екіншісінде электрондар жетіспейді (оң зарядталған электрод “+” таңбасымен белгіленеді). Электролиз процесімен танысу үшін мынадай тәжірибе жүргізуге болады: U тәрізді түтікке мыс (II) хлоридінің ерітіндісін құйып, аспапты тұрақты ток көзіне қосады. Біраздан кейін катодта мыс металл күйінде бөлінеді, ал анодта хлор түзіледі. Оның түзілгенін иісінен білуге болады (65-сурет).

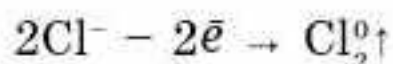
Мыс (II) хлориді суда ерігенде басқа да тұздар сияқты иондарға диссоциацияланады:



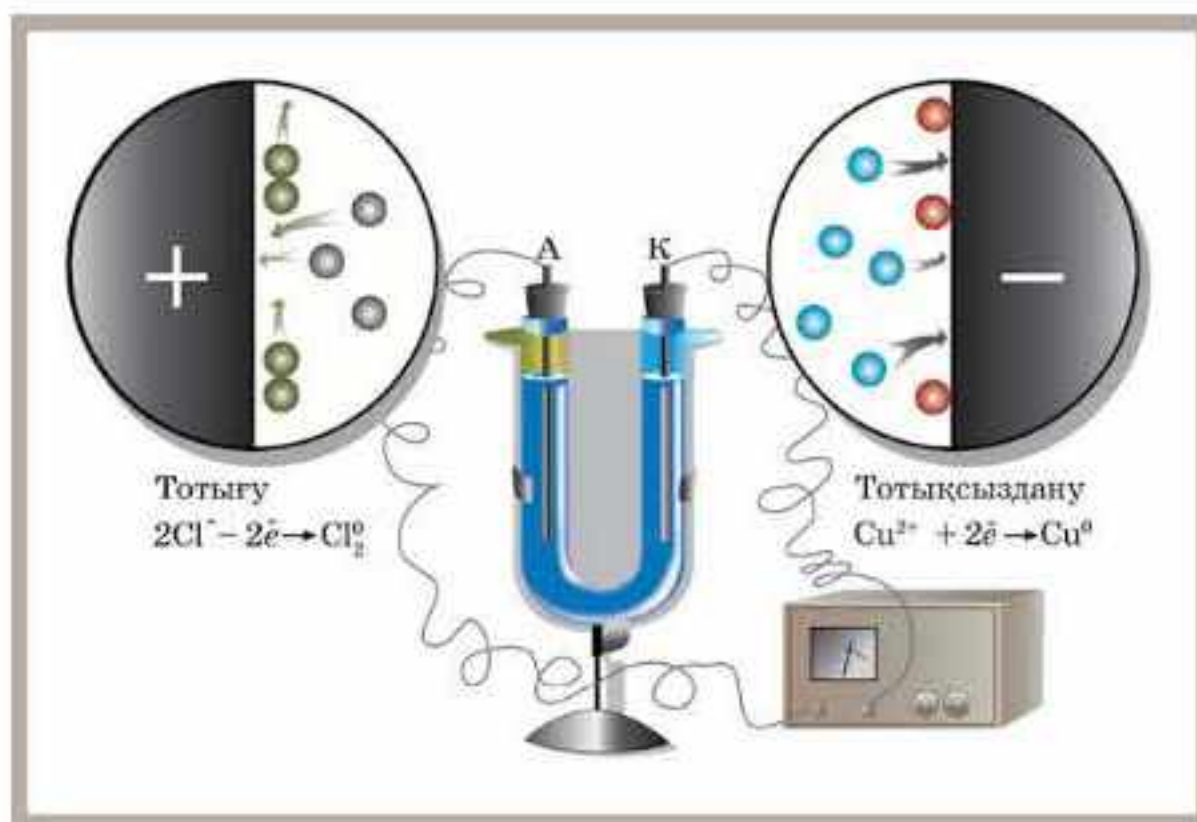
Тұрақты ток әсерінен мыс катиондары Cu^{2+} катодқа қарай жылжып, одан электрондарды қосып алып тотықсызданады:



Хлорид иондар өздерінің электрондарын анодқа беріп тотығады:



Электролиз — электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы электр тогын жібергенде электродтарда жүретін тотығу-тотықсыздану процестері.

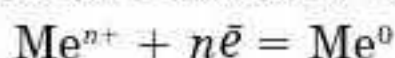


65-сурет. Мыс (II) хлориді ерітіндісінің электролизі

Электролиздің мәні өздігінен жүре алмайтын химиялық реакциялар электр энергиясының әсерінен жүзеге асады.

Электролиз өндірістің түрлі салаларында кең қолданылады. Олардың кейбіреулеріне тоқталайық.

Металлургиядағы электролиз. Тұздарды электролиздеу арқылы мыс, мырыш, кобальт, кадмий, марганец және басқа металдар алынады. Катодта ерітіндідегі металл иондары тотықсызданады:



Электролиз әдісі мыс, күміс, қалайы, қорғасын және басқа металдарды қоспалардан тазарту үшін де қолданылады. Электролизді еритін анодтарды қолданып жүргізеді. Ол үшін тазаланбаған металдар пайдаланылады, ол еріп, катодта таза металл бөлінеді. Қосылыстардың балқымаларын электролиздеп, алюминий, магний, натрий, литий, бериллий, кальций және басқа да металдар алынады.

Қазақстанда алюминийді электролиз әдісімен Павлодар металлургия зауытында алады.

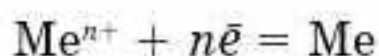
Химиялық өндірістегі электролиз. Өндірістегі ірі электролиз процесіне натрий хлоридін электролиздеп, анодта хлор, катодта сутек газдарын және катод аймағында сілті алу жатады. Сонымен қатар HF және NaF қоспасының балқымасынан фтор, судан сутек және оттек, марганец сульфатының ерітіндісінен марганец диоксиді және сутек пероксиді, калий перманганаты алынады. Сондай-ақ электролиз процесінің нәтижесінде гипохлорит, хлораттар, хроматтар сияқты тотықтырғыштар және кейбір органикалық заттарды алуға болады.

Гальваникалық жабындар алу (гальваностегия). Қандай да бір бұйымдардың бетін металдармен қаптаудың электролиздік әдісі *гальваникалық жабын* деп аталады. Катодта түзілетін барлық ме-

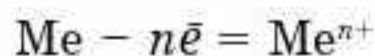
талдар мен құймалардан жабындар дайындауға болады. Жабынның қалыңдығы қажеттілігіне қарай 1—100 мкм арасында болуы мүмкін. Гальваникалық жабындар техникада түрлі мақсаттар үшін кең түрде қолданылады. Мысалы:

- жемірілуден қорғау және бұйымның сыртқы түрін көркемдеу — никельдеу, хромдау, күміспен, мырышпен және алтынмен қаптау;
- электрөткізгіштігін жоғарылату — мыспен, күміспен, алтынмен қаптау;
- қаттылығы мен төзімділігін арттыру — хромдау, родиймен, палладиймен қаптау;
- беттің шағылдыру қасиетін жақсарту.

Гальваникалық жабынмен қаптау гальваникалық астауларда жүргізіледі. Катодтың қызметін қапталатын бұйым атқарады. Катодта металл иондарының тотықсыздануы, яғни металдың электрлік жолмен жабын түзуі жүреді:



Анодтың қызметін жабын түзетін металл атқарады, онда тотығу процесі жүреді:



Металдар мен құймаларды электрхимиялық әдіспен өңдеу. Металл бұйымдардың өлшемі мен пішінін және беткі қабатын өзгерту үшін электрхимиялық әдіс қолданылады. Ол кезде металл бұйымдардың электрлік тотығуы және электрхимиялық өңдеу, анодтау т.б. процестер жүреді.

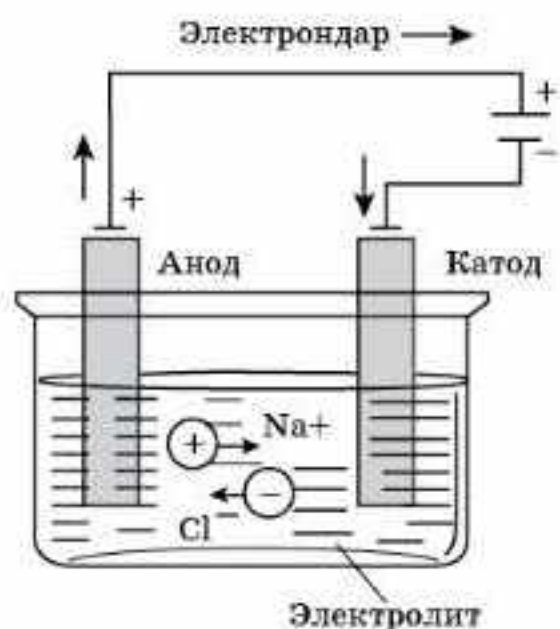


◆ 1837 жылы ресейлік академик Б.С. Якоби металдық дәл көшірмелерді алу әдісін (гальванопластикалық) ұсынды. Ол үшін, алдымен, көшірмесін жасайтын заттың бастапқы пішіні немесе бұйым алынады. Олар ғаныштан, шайырдан, металдан және басқа да материалдан жасалуы мүмкін.

Егер пішін металдан жасалмаса, оның бетін ток өткізетін қабатпен қаптайды: графиттің жұқа қабатымен жабады (тозаңдатып). Содан кейін құрамында мыс тұзы бар ерітіндіге салып, электролиз жүргізеді. Пішіннің ток өткізетін беткі қабаты катод қызметін атқарады. Графит қабатының бетіне мыс металы тұнады. Сөйтіп, бастапқы бұйымның пішініндей көшірме алынады. Қазіргі уақытта гальванопластикалық әдіспен аспаптар және т.б. дайындалады.

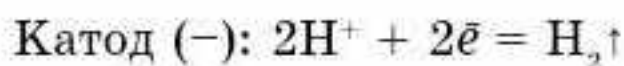


Электролиз — электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы электр тогын жібергенде электродтарда жүретін тотығу-тотықсыздану процестері. Электролиздің нәтижесінде өздігінен жүре алмайтын химиялық реакциялар электр энергиясының әсерінен жүзеге асады. Электролиз өндірістің түрлі салаларында кең қолданылады.

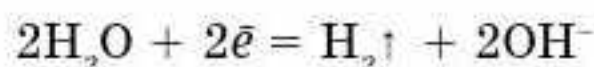


66-сурет. Натрий хлориді балқымасының электролизі

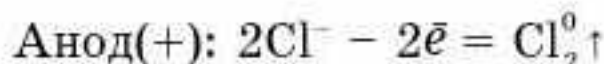
ерітіндісін электролиздегенде, катодта натрий тотықсызданбайды, сутек тотықсызданады. Мұны былай түсіндіруге болады: жүретін бірнеше параллель электродтық процестердің ішінен энергияны аз мөлшерде жұмсайтындары жүзеге асады:



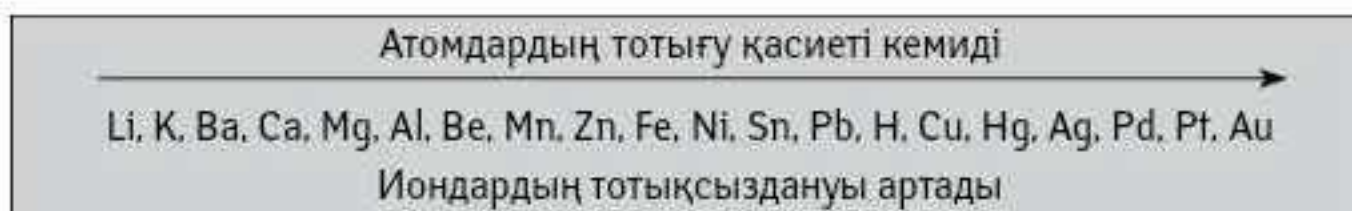
Кейде судың өте әлсіз электролит екенін ескеріп, бұл процесті мына теңдеумен өрнектейді:



Сөйтіп, катодта металдың орнына сутек бөлінеді, ал анодта хлор түзіледі:

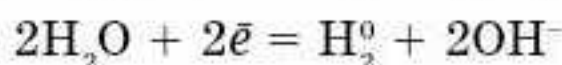


Химиялық реакциялардың жылдамдығы әрекеттесетін заттардың табиғаты мен олардың концентрациясына тәуелді екенін білесіңдер. Сондықтан электролит катиондары мен H^+ иондарының немесе электролит аниондары мен OH^- гидроксид иондардың қайсысы белсенді екенін білу маңызды.

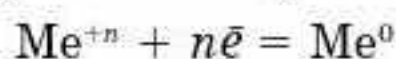
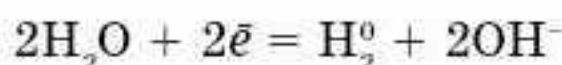


Катодтағы процестер металдардың электрхимиялық кернеу қатарындағы орнына тәуелді.

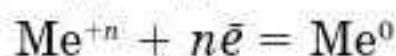
1. Егер металл кернеу қатарында Li-ден Mg-ге (қоса есептегенде) дейін орналасса, катодта судың тотықсыздану процесі жүреді:



2. Егер металл кернеу қатарында Al-ден H_2 -ге дейін орналасса, онда катодта бір мезгілде су мен металл катиондары тотықсызданады:



3. Егер металл кернеу қатарында H_2 -ден кейін орналасса, катодта металл катиондары тотықсызданады:



4. Егер ерітіндіде әртүрлі металдардың катиондарының қоспасы болса, онда алдымен кернеу қатарында оңға қарай орналасқан металдың катионы тотықсызданады.

Жоғарыда келтірілген ережелер 38-кестеде жинақталған.

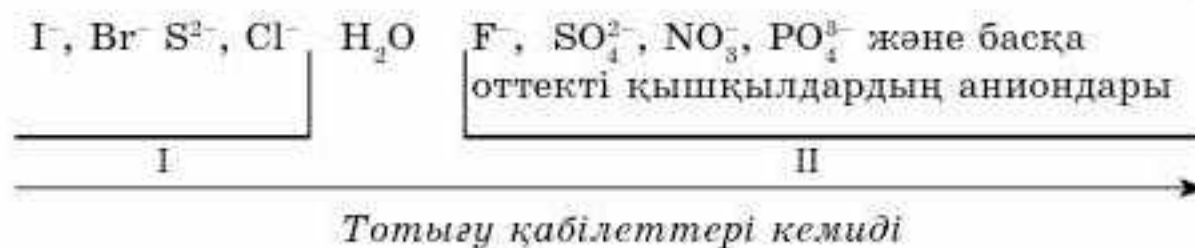
38-кесте

Тұздардың сулы ерітінділеріндегі катодтық процестер

Металдардың электрохимиялық кернеу қатары			
Li, K, Ca, Na, Mg, Al	Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb	H ₂	Cu, Hg, Ag, Pt, Au
Су құрамындағы сутек қана тотықсызданады: $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$	Металл және су құрамындағы сутек тотықсызданады: $\text{Me}^{+n} + n\bar{e} = \text{Me}^0$ және $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$		Тек металл тотықсызданады: $\text{Me}^{+n} + n\bar{e} = \text{Me}^0$

Анодтағы процестер аниондардың тотығу қабілеттеріне байланысты. Берілген қатарда аниондардың тотығу қасиеттері солдан оңға қарай кемиді (6-сызбанұсқа).

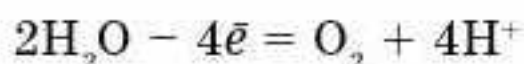
6-сызбанұсқа



Бірінші қатардың аниондары анодта тотығады, ал гидроксид иондар электролизге қатыспайды:



Екінші қатардың аниондары анодта тотықпайды. Олардың орнына су молекулалары мына сызбанұсқа бойынша тотығады:



Электролиз процесі өздігінен жүрмейді, электролиз барысында жүретін химиялық реакциялар электр тогының әсерінен жүзеге асады.

Электролиз өндірісте кеңінен қолданылады. Сілтілер, хлор, сутек, алюминий, магний, натрий, кадмий электролиз әдісімен алынады.



Тарихта аты қалмаған бір шебер біздің заманымыздың I ғасырында өмір сүрген Рим императоры Тиберийге күміс тәрізді, бірақ жеңіл металдан жасалған тостаған сыйға тартты. Бұл оның өмірімен қоштасуына себеп болды. Император шеберді өлтіріп, оның зертханасын жоюға бұйрық берді. Себебі жаңа металл "қазынасындағы күмісті құнсыздандырады" деп қорыққан еді. Аға Плинийдің айтуынша, күміске ұқсас бұл металл сазбалшықтан алынған.

Сен білесің бе?

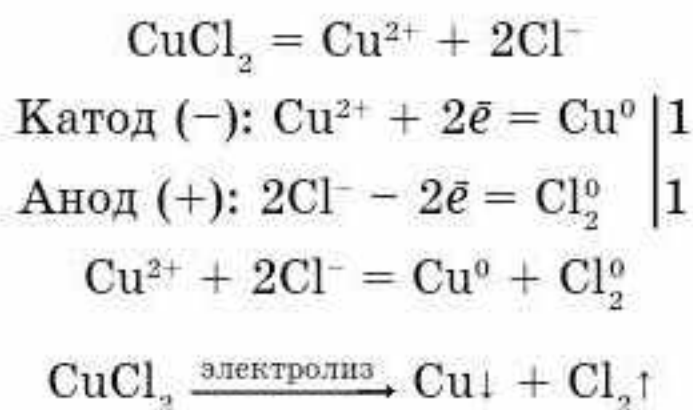
Ғибадатханалардың күмбездерін алтынмен қаптау электролиз ашылғанға дейін қауіпті іс болды. Алтынды сынаппен араластырып, амальгама (металдардың сынаппен құймасы осылай аталады) алады. Күмбезді қаптауға арналған мыс қаңылтырлардың бетіне амальгаманы жағып, қыздырады. Сынап ұшып кетеді де, алтын мыстың бетіне қонады. Санкт-Петербургтегі Исаакиев соборының күмбездері осылай алтындалған. Ал 1812 жылғы жеңістің құрметіне салынған Мәскеудегі Христ Қорғаушы ғибадатханасына электролиз әдісі қолданылды. Мыс қаңылтырлар катод қызметін атқарды. Олардың бетіне ерітіндідегі алтын тұндырылған.

Сен білесің бе?

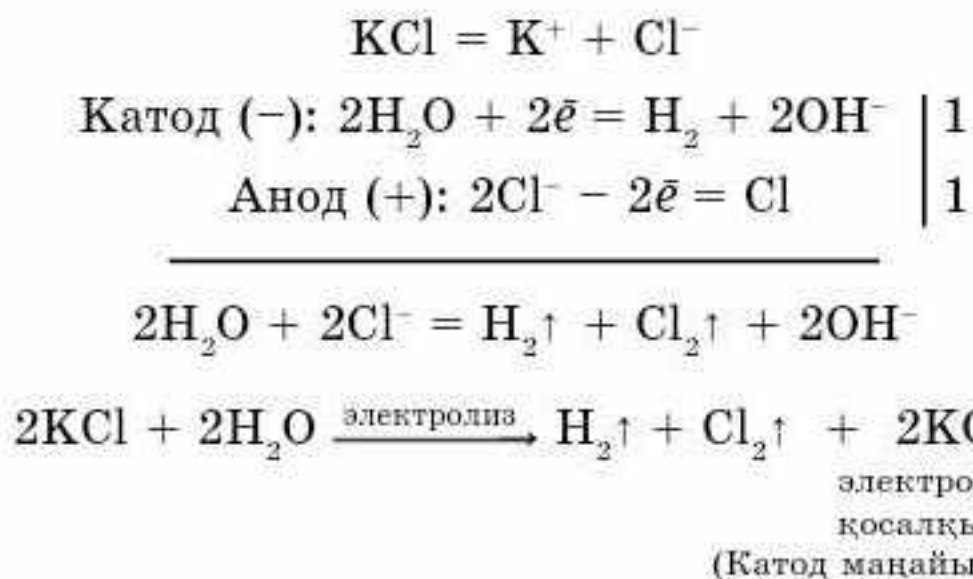
Американдық химик Ч. Холл мен француз металлургі П. Эрү 1886 жылы алюминийді криолитті саздың балқымасынан электролиз әдісімен алды. Бұл әдіс ашылмай тұрғанда ол металл алтыннан 10 есе қымбат болған. III Наполеонның ұлына алюминийден жасалған сылдырмақ сыйға тартылса, Ұлыбританияда Д.И. Менделеевтің еңбегінің құрметіне бір табағы таза алтыннан, ал екінші табағы таза алюминийден жасалған таразы сыйланған.

Балқымалар мен ерітінділердің электролиз теңдеулерін құрастыруға мысалдар келтірейік:

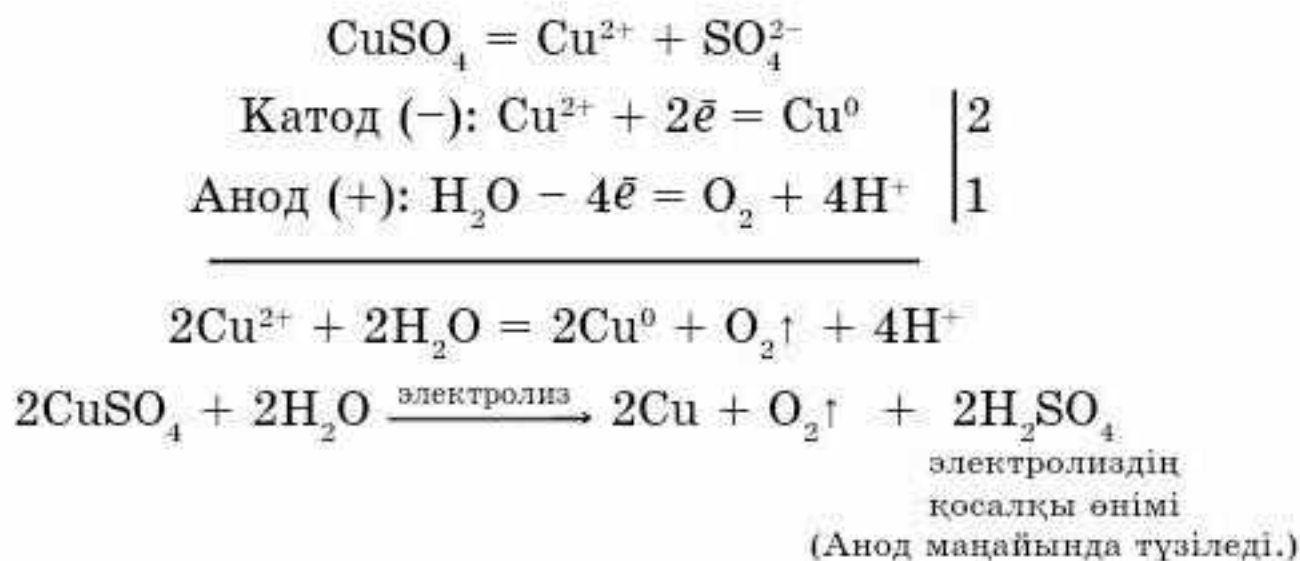
1-мысал. CuCl_2 балқымасының электролиз теңдеуін құрастырамыз:



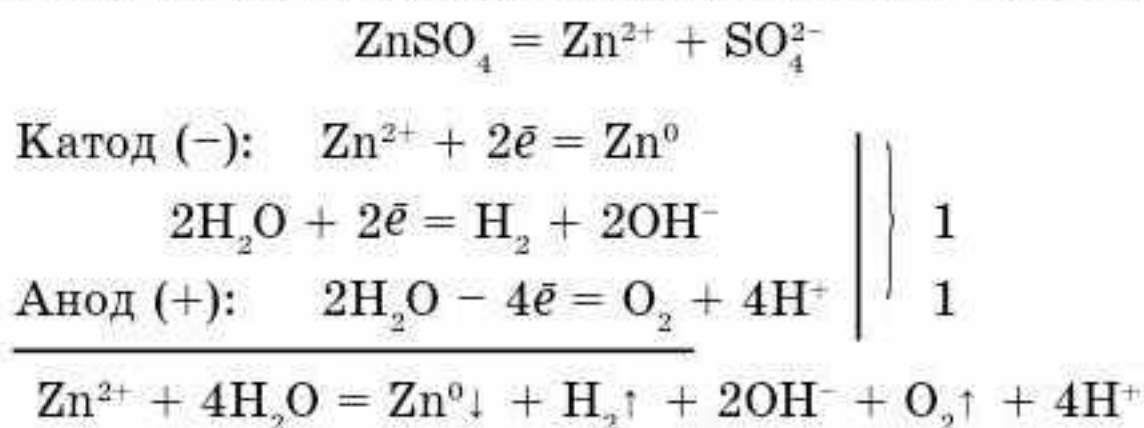
2-мысал. KCl ерітіндісінің электролиз теңдеуін жазамыз (катодта су молекулалары тотықсызданады):



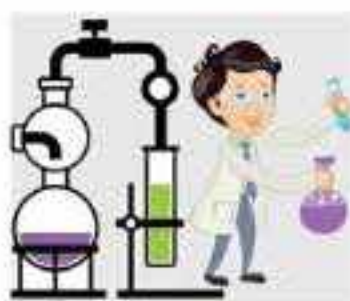
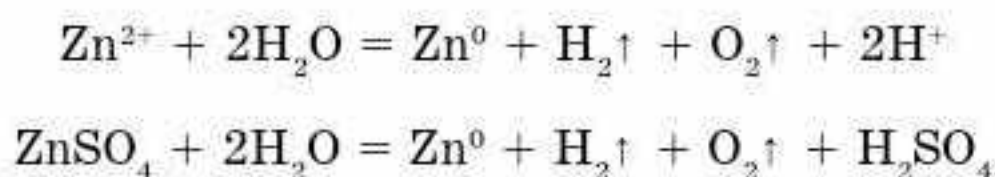
3-мысал. CuSO_4 ерітіндісінің электролиз теңдеуін құрастырамыз (анодта су молекулалары тотығады):



4-мысал. ZnSO_4 ерітіндісінің электролиз теңдеуін құрастырамыз (металл катиондарымен бірге су молекулалары да тотықсызданады):



Қосынды иондық теңдеудің оң жағы үшін 2OH^- топтары және 2H^+ қосылып, 2 су молекуласын түзеді. Теңдеудің екі жағын да осы санға қысқартып, мынаны аламыз:




Балқымалар мен электролит ерітінділері арқылы электр тогы өткенде электродтарда тотығу-тотықсыздану процестері жүреді, нәтижесінде әртүрлі өнімдер түзіледі.



1. Балқыма электролизінің сулы ерітінділердің электролизінен қандай айырмашылығы бар?
2. Балқыманы электролиздеп қандай металдарды алуға болады?
3. Тұздардың сулы ерітінділерін электролиздеп қандай металдарды алуға болмайды? Түсіндіріңдер.
4. Оттекті қышқылдардың ерітіндісін немесе балқымасын электролиздегенде анодта аниондар тотыға ма?
5. Кальций хлориді мен магний сульфатының сулы ерітінділерінің электролиз теңдеулерін құрастырыңдар.
6. Никель (II) хлоридінің балқымасы және ерітіндісінің электролиз теңдеулерін құрастырыңдар. Бұл процестердің айырмашылығы неде?

7. Алюминий сульфатының ерітіндісін электролиздеп алюминийді алуға бола ма? Түсіндіріңдер.
8. Күміс нитратының AgNO_3 ерітіндісінің электрондық теңдеуін құрастырыңдар. Электролиз аяқталған соң электролизерде қандай заттың ерітіндісі қалады?
1. Натрий хлоридінің ерітіндісін электролиздегенде, анодта көлемі 2,24 л (қ.ж.) хлор бөлініп шықты. Түзілген натрий гидроксидінің массасын есептеңдер.
Жауабы: 8 г.
2. Мыс (II) сульфатының ерітіндісін электролиздегенде, анодта көлемі 6,72 л (қ.ж.) оттегі түзіледі. Катодта түзілген мыстың массасын есептеңдер.
Жауабы: 38,4 г.
3. Мырыш хлориді ерітіндісінің электролизі кезінде катодта 68,25 г мырыш, ал анодта 28,22 л (қ.ж.) хлор бөлінді. Теориялық мүмкіндікпен салыстырғанда хлордың шығымы 90% болса, мырыштың шығымы қандай?
Жауабы: 75%.
4. Күміс нитраты ерітіндісінің электролизі кезінде катодтың массасы 10,8 г-ға артты. Анодта қандай газ бөлінді, оның көлемі қандай?
Жауабы: $V(\text{O}_2) = 0,56$ л.

 Күнделікті жүретін реакциялар
1. Фотосинтез
2. Жасушалық аэробты тыныс алу
3. Анаэробты тыныс алу
4. Жану
5. Таттану
6. Қоректік заттарды пайдалану
7. Асқорыту
8. Қышқылдық-негіздік әрекеттесу
9. Сабынды пайдалану
10. Батареяларды пайдалану

№3-ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҰМЫС

Металдардың электрхимиялық кернеу қатарын құрастыру

Реактивтер: тұз қышқылының ерітіндісі; магний, алюминий, мырыш, темір түйіршіктері және мыс сымның кесіндісі.

Химиялық ыдыстар мен зертханалық құрал-жабдықтар: сынауықтар; спиртшам; сынауықтарға арналған тұрғы.

Қауіпсіздік техникасы. Қышқылдармен жұмыс істеудің стандартты қауіпсіздік техникасы ережелерін сақтау.

Жұмыстың орындалуы

Бес сынауыққа магний, алюминий, мырыш, темірдің әрқайсысының бір түйірін және мыстың кесіндісін салып, үстіне бірнеше тамшы сұйылтылған тұз қышқылын қосыңдар. Металдардың кернеу қатарындағы орнына сәйкес осы металдармен тұз қышқылы арасында химиялық реакцияның жүруіне болжам жасаңдар. Тұз қышқылы мен металдардың арасындағы реакцияның жүруін дәлелдеген соң, олардың жүру жылдамдықтары туралы қорытынды жасаңдар. Реакция теңдеулерін жазыңдар. Не себепті бесінші сынауықта реакция жүрмегенін түсіндіріңдер. Осы металдар үшін олардың электрхимиялық кернеу қатарын құрастырып, белсенділігі бойынша орналастырыңдар.



ГЛОССАРИЙ

(қазақша, орысша, ағылшынша терминдер)

Авогадро заңы — бірдей жағдайда (температура мен қысымда) әртүрлі газдардың бірдей көлеміндегі молекулалар саны бірдей болады.

Закон Авогадро — в равных объемах любых газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул.

Avogadro's Law — if you've got two gases under the same conditions of temperature, pressure, and volume, they've got the same number of particles (atoms or molecules). This law only works for ideal gases, none of which actually exist.

Акцептор — донордан электрон жұбын қабылдай алатын және онымен коваленттік донорлы-акцепторлы байланыс түзетін бөлшек немесе молекула.

Акцептор — частица или молекула, способная принять электронную пару от донора и образовать с ним ковалентную донорно-акцепторную связь.

Acceptor — in chemistry an atom or compound to which electrons are donated during the formation of a coordinate covalent bond.

Алкандар — (қаныққан көмірсутектер, парафиндер). Жалпы формуласы $C_n H_{2n+2}$, құрамында тек дара коваленттік байланыстар болатын көмірсутектер.

Алканы — или предельные углеводороды, парафины, с общей формулой $C_n H_{2n+2}$, содержащие только одинарные ковалентные связи.

Alkane — an organic molecule which contains only single carbon-carbon bonds with general formula $C_n H_{2n+2}$.

Алкендер (этилен көмірсутектері, олефиндер) — жалпы формуласы $C_n H_{2n}$, құрамында бір қос байланыс болатын қанықпаған көмірсутектер.

Алкены (этиленовые, олефины) — непредельные углеводороды с общей формулой $C_n H_{2n}$, содержащие одну двойную связь.

Alkene — an organic molecule containing at least one C=C bond with general formula $C_n H_{2n}$.

Алкиндер — жалпы формуласы $C_n H_{2n-2}$, құрамында бір үш байланыс болатын қанықпаған көмірсутектер.

Алкины — непредельные углеводороды, с общей формулой $C_n H_{2n-2}$, содержащие одну тройную связь.

Alkyne — an organic molecule containing at least one C—C triple bond with general formula $C_n H_{2n-2}$.

Аллотропия — бір химиялық элементтің бірнеше жай зат түрінде болуы, мысалы, оттегі мен озон оттегі химиялық элементінің аллотропиялық түрлері.

Аллотропия — явление существования нескольких простых веществ для данного элемента, например кислород и озон.

Allotrope — two or more elements with the same physical components, but different structural forms. The physical, and chemical properties of allotropic forms of an element are totally different from each other.

Альфа-ыдырау (α -ыдырау) — нәтижесінде гелий атомдарының ядросы бөлінетін радиоактивті ыдырау.

Альфа-распад — радиоактивный распад, при котором выделяются ядра атомов гелия.

Alpha-particle decay (α -disintegration) — a common mode of decay for radioactive nuclides in which the mass number changes.

Альфа-бөлшектер (α -сәуле шығару) — радиоактивті ыдырау кезінде түзілген гелий атомдарының ядросы.

Альфа-частицы — ядра атомов гелия, излучаемые при радиоактивном распаде.



Alpha particle (α -particle)— a radioactive particle equivalent to a helium nucleus (2 protons, 2 neutrons)

Анион — теріс зарядталған ион.

Анион — отрицательно заряженный ион.

Anion — a negatively charged particle or ion.

Анод — электрхимиялық ұяшықтағы тотығу процесі жүзеге асатын электрод.

Анод — электрод в электрохимической ячейке, на котором происходит процесс окисления.

Anode — the electrode where oxidation occurs. In other words, this is where electrons are lost by a substance.

Атом — заттың химиялық жолмен бөлінбейтін ең кіші бөлшегі.

Атом — химически неделимая, мельчайшая частица вещества.

Atom — the smallest structural unit of any chemical element is called an atom.

Атомдық масса — химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасы деп берілген элементтің атомдық массасының көміртек атомы ^{12}C массасының 1/12 бөлігіне қатынасын айтады.

Атомная масса — относительная атомная масса отношение массы атома данного элемента к 1/12 массы атома углерода ^{12}C .

Atomic mass unit (a.m.u.) — this is the smallest unit of mass we use in chemistry, and is equivalent to 1/12 the mass of carbon-12. To all intents and purposes, protons and neutrons weigh 1 a.m.u.

Атомдық нөмір (реттік нөмір) — кез келген элемент атомындағы протон, электрон сандарын және ядро зарядын көрсетеді.

Атомный номер (порядковый номер) — показывает число протонов, электронов и заряд ядра в атоме любого элемента.

Atomic Number — the number of protons present in the nucleus of an atom.

Бета-бөлшектер — радиоактивті ыдырау нәтижесінде бөлінетін электрондар.

Бета-частицы (β -частица; β -particle) — электроны, испускаемые при радиоактивном распаде.

Beta Particle — negatively charged particles emitted by the nucleus of radioactive elements.

Валенттілік — молекуладағы бір химиялық элемент атомының басқа химиялық элемент атомдарымен түзетін байланыс саны.

Валентность — число химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами в молекуле.

Valency — valency is a chemical property of an element, that defines the highest number of bonds that its atom can form with other univalent atoms like hydrogen, chlorine etc.

Ішкі энергия — заттың (жүйенің) ішкі энергиясы U осы затты құрайтын барлық бөлшектердің энергиясы, ол кинетикалық және потенциалдық энергиялардан тұрады.

Внутренняя энергия — внутренняя энергия U вещества (или системы) — это полная энергия частиц, составляющих данное вещество. Она складывается из кинетической и потенциальной энергий частиц.

Internal Energy — internal energy can be defined as the sum of kinetic energy, potential energy and all other forms of energy that exist inside metals or crystals or molecules.

Тотықсыздану — атомның немесе бөлшектердің электронды қосып алу процесі.

Восстановление — процесс присоединения атомом или частицей электронов.

Reduction — the chemical process that involves gaining of electrons by an atom or an ion.

Тотықсыздандырғыштар — электронын беретін атом, молекула немесе иондар.

Восстановители — атомы молекулы или ионы, отдающие электроны.

Reducing Agent — a chemical substance that oxidizes itself for the reduction of another reactant, in a chemical reaction is known as reducing agent.

Газ — заттың көлемі мен пішінін сақтамайтын агрегаттық күйі.

Газ — такое состояние, в котором вещество не имеет ни своей формы, ни объема.

Gas — matter in a form that has low density, is easily compressible and expandable, and expands spontaneously.

Гамма бөлшектер — радиоактивті ыдырау нәтижесінде бөлінетін үлкен энергиялы электромагниттік сәулелелер.

Гамма-частицы (γ -частицы; γ -particle) — электромагнитное излучение высокой энергии, испускаемое при радиоактивном распаде.

Gamma γ particles — gamma rays to form are a type of electromagnetic radiation with high energy and penetrating power and are released by atoms of radioactive elements.

Гетерогенді жүйелер — агрегаттық күйлері әртүрлі заттардан тұратын жүйе.

Гетерогенные системы — такие системы, которые содержат вещества в различных агрегатных состояниях.

Heterogeneous systems — a heterogeneous mixture is made by combining two or more substances with different structures or phases.

Гибридтену — пішіні әртүрлі, энергиясы шамалас орбитальдардың араласып, пішіні мен энергиясы бірдей гибридтенген жаңа орбитальдардың түзілуі.

Гибридизация — смешивание и выравнивание электронных облаков по форме и энергии.

Hybridization — the term hybridization is used to define the merging of one set of atomic orbitals, for the formation of new orbitals.

Гидрлену — еселі байланыстары бар органикалық заттардың сутекті қосып алу реакциясы.

Гидрирование — реакция присоединения водорода к органическим веществам, имеющим кратные связи.

Hydrogenation — when hydrogen is added to a carbon-carbon multiple bond.

Гидролиз — күрделі заттардың сумен әрекеттесу реакциясы. Мысалы: тұздар немесе күрделі эфирлердің гидролизі.

Гидролиз — реакция взаимодействия сложных веществ с водой. Например, гидролиз солей или сложных эфиров.

Hydrolysis — the decomposition of a compound by means of water, the water also being decomposed in the reaction.

Гомогенді жүйелер — агрегаттық күйлері бірдей заттардан тұратын, беттердің бөліну шегарасы жоқ жүйе.

Гомогенные системы — такие системы, которые содержат вещества в одинаковых агрегатных состояниях, системы, где нет границы раздела поверхностей.

Homogeneous systems — a type of mixture made up of substances that have uniformity in terms of composition and property.

Топ — периодтық жүйедегі қасиеттері ұқсас элементтер орналасқан тік қатар.

Группа (в периодической системе) — вертикальный столбец элементов в периодической таблице, обладающих общими свойствами.

Group (Periodic table) — in the periodic table, the vertical columns in which elements with similar properties are placed are known as groups.

Дегидрлену — органикалық заттардан сутектің бөліну реакциясы.

Дегидрирование — реакция отщепления водорода от органических веществ.

Dehydrogenation — is a chemical reaction that involves the removal of hydrogen from an organic molecule. It is the reverse of hydrogenation.



Диссоциация (электrolиттік) — электrolиттің катиондар мен аниондарға ыдырауы.
Диссоциация (электrolитическая) — распад электrolита на катионы и анионы.
Dissociation — when water dissolves a compound.

Диффузия — екі немесе одан да көп заттар жанасқанда молекулалардың жылулық қозғалысынан молекулалар мен басқа бөлшектердің араласуы, мысалы, ауада иістің таралуы.

Диффузия — перемешивание молекул или других частиц при соприкосновении двух или более материалов за счет теплового движения молекул, например распространение запахов в воздухе.

Diffusion — when particles move from areas of high concentration to areas of low concentration. For example, if you open a bottle of ammonia on one end of the room, the concentration of ammonia molecules in the air is very high on that side of the room. As a result, they tend to migrate across the room, which explains why you can smell it after a little while.

Донор — бос электрон жұбы бар бөлшек, мысалы, аммиак NH_3 молекуласындағы азот атомы.

Донор — частица, имеющая свободные пары электронов, например, атом азота в молекуле аммиака NH_3 .

Donor — A donor atom is the one that shares or donates its electrons to a Lewis acid to form a coordination complex.

Кермек су — құрамында кальций мен магний иондары болатын су.

Жесткая вода — вода, содержащая ионы кальция и магния.

Hard water — hard water is water which will not readily form lather with soap due to the presence of dissolved calcium or magnesium salts in the water.

Сұйықтық — заттың өзінің көлемін сақтайтын күйі, бірақ пішіні болмайды.

Жидкость — такое состояние, при котором вещество сохраняет свой объем, но не имеет собственной формы.

Liquid — a state of matter that has a high density and is incompressible compared to a gas.

Изотоптар — атом ядросындағы нейтрон сандары әртүрлі бір элементтің атомдары.

Изотопы — атомы одного и того же элемента, различающиеся количеством нейтронов в ядре атома.

Isotope — when an element has more than one possibility for the number of neutrons, these are called isotopes.

Ингибитор (тежегіштер) — химиялық реакцияның жылдамдығын баяулататын, бірақ реакция барысында жұмсалмайтын зат тежегіштер деп аталады.

Ингибитор — катализатор, замедляющий скорость химической реакции, но сам не расходующийся при этом.

Inhibitor — a substance that slows down a chemical reaction.

Ион — электрлік заряды бар атом немесе атомдар тобы.

Ион — электрически заряженный атом или группа атомов.

Ion — an atom or a molecule carrying an electric charge is called an ion. It is formed as a result of losing or gaining of electrons.

Иондық байланыс — қарама-қарсы зарядталған иондардың электрстатикалық тартылуы есебінен пайда болған химиялық байланыс.

Ионная связь — химическая связь, образованная за счет электрстатического притяжения противоположно заряженных ионов в ионном соединении.

Ionic Bond — a kind of chemical bond formed as a result of attraction between oppositely charged particles or ions.

Иондық қосылыс — иондардан түзілген қосылыс.

Ионные соединения — соединения, образованные ионами.

Ionic compound — a compound that results when a metal reacts with a nonmetal to form a cation and an anion.

Изомерлер — құрамы бірдей, бірақ құрылысы мен қасиеттері әртүрлі қосылыстар.
Изомер — соединения, имеющие одинаковый состав, но разное строение и свойства.
Isomers — molecules whose molecular formulas are same but the structural formulas are different are known as isomers.

Изобаралар — атомдық массалары бірдей әртүрлі химиялық элемент атомдары, мысалы, $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{20}\text{Ca}$.

Изобары — разновидности разных химических элементов, имеющие одинаковые атомные массы, например, $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{20}\text{Ca}$.

Isobars — are atoms of different Chemical elements that have the same number of nucleons. Example — $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{20}\text{Ca}$.

Изотондар — нейтрон сандары бірдей әртүрлі химиялық элемент атомдары, мысалы, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$.

Изотоны — разные химические элементы, имеющие равное число нейтронов, например, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$.

Isotone — any of two or more species of atoms or nuclei that have the same number of neutrons. Example — $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$.

Булану — заттардың сұйық немесе қатты күйден буға айналуы.

Испарение — переход веществ из жидкого или твердого состояния в газообразное состояние.

Evaporization — the change in state that occurs when a liquid evaporates to form a gas.

Катализатор (өршіткі) — химиялық реакцияның жылдамдығын арттыратын, бірақ реакция барысында жұмсалмайтын зат.

Катализатор — вещество, ускоряющее скорость реакции, но само при этом не расходующееся.

Catalyst — a substance that speeds up a chemical reaction without being used up by the reaction.

Катион — оң зарядталған ион.

Катион — положительно заряженный ион.

Cation — a positively charged particle.

Катод — электрхимиялық ұяшықтағы тотықсыздану процесі жүретін электрод.

Катод — электрод в электрохимической ячейке, на котором происходит процесс восстановления.

Cathode — the electrode in which reduction occurs. Reduction is when a compound gains electrons.

Квант сандары — атомдағы электрон күйін сипаттайтын сандар.

Квантовые числа — числа, описывающие состояние электрона в атоме.

Quantum numbers — indices that label quantized energy states. Quantum numbers are used to describe the state of a configuration.

Қышқыл — сутек катиондары H^+ мен қышқыл қалдығының аниондарына диссоциацияланатын электролит.

Кислота — электролит, диссоциирующий на катионы водорода H^+ и на анионы кислотного остатка.

Acid — this is anything that gives off H^+ ions in water. Acids have a pH less than 7 and are good at dissolving metals. They turn litmus paper red and phenolphthalein colorless.

Коваленттік байланыс — атомдардың ортақ электрон жұбы арқылы түзілетін химиялық байланыс.

Ковалентная связь — химическая связь между атомами, возникающая путем обобществления электронных пар.



Covalent Bond — a type of chemical bond in which sharing of electrons takes place between the reacting atoms.

Концентрация (ерітінді концентрациясы) — ерітіндінің немесе еріткіштің белгілі мөлшерінде (массасы) еріген заттың мөлшері (массасы).

Концентрация раствора — количество (масса) растворенного вещества в определенном количестве (масса) раствора или растворителя.

Concentration — a measurement of the amount of stuff (solute) dissolved in a liquid (solvent).

Коррозия (жемірілу) — қоршаған ортаның әсерінен металдар мен олардың құймаларының жемірілуі.

Коррозия — разрушение металлов и сплавов под действием окружающей среды.

Corrosion — corrosion is a reaction that involves action of an oxidizing agent on a metal.

Крекинг — мұнай көмірсутектерінің кіші молекулалы қосылыстарға бөлшектенуі.

Крекинг — разложение углеводородов нефти на более мелкие молекулы углеводородов.

Cracking — is the process breaking down of long-chain hydrocarbon molecules into smaller molecules.

Массалық сан — атомның берілген изотопының ядросындағы протон мен нейтрондар санының қосындысы.

Массовое число — сумма чисел протонов и нейтронов в ядре атома данного изотопа.

Mass number — is sum of number of protons and number of neutrons.

Молекула — заттың құрамы мен қасиетін сақтайтын ең кіші бөлшегі.

Молекула — наименьшая частица вещества, сохраняющая его состав и химические свойства.

Molecule — A small, neutrally charged particle formed as a result of chemical bonding between two or more atoms.

Моль — құрамында $6,02 \cdot 10^{23}$ (Авогадро саны) құрылымдық бөлшек (атом, ион, молекула, электрон) болатын заттың бөлігі.

Моль — количество вещества, содержащее $6,02 \cdot 10^{23}$ (число Авогадро) его структурных частиц (атомов, ионов, молекул, электронов).

Mole [mol] — that amount of a substance which contains the Avogadro Constant number of particles.

Молярлық концентрация (с) — еріген зат мөлшерінің (мольдің) ерітіндінің көлеміне (V) (литр) қатынасымен өрнектелетін ерітіндінің концентрациясы.

Молярная концентрация (с) — это отношение количества растворенного вещества n (в молях) к объему раствора V (в литрах).

Molarity — a unit of concentration equal to moles of solute divided by liters of solution.

Мольдік масса — бір моль заттың граммен алынған массасы.

Молярная масса — масса в граммах одного моля вещества.

Molar mass — the mass of one mole of particles.

Мольдік (молярлық) көлем — бір моль газдың қалыпты жағдайдағы алатын көлемі, ол 22,4 л.

Молярный объем — объем, занимаемый одним молем газа. При нормальных условиях этот объем равен 22,4 л.

Molar volume — the volume of one mole of a substance at STP. If you believe that everything is an ideal gas, this is always 22.4 liters. Unfortunately, there's no such thing as an ideal gas.

Қаныққан көмірсутектер — молекула құрамындағы көміртек атомдары өзара тек дара (δ -сигма) байланыстар арқылы байланысқан көмірсутектер.

Насыщенные углеводороды — углеводороды, содержащие только одинарные (δ -сигма) связи.

Saturated Hydrocarbons — the simplest forms of hydrocarbon compounds, where all the carbon atoms are bonded to each other with the help of single bonds.

Қаныққан ерітінді — берілген температурада еріген зат тұнбасымен тепе-теңдікте болатын ерітіндінің концентрациясы.

Насыщенный раствор — раствор, концентрация которого такова, что он может находиться в равновесии с осадком растворенного вещества при данной температуре.

Saturated solution — when the maximum amount of solute is dissolved in a liquid.

Нейтрон — атом ядросының құрамына кіретін бейтарап бөлшек.

Нейтрон — нейтральная частица, входящая в состав ядра атома.

Neutron — a sub atomic particle with no electrical charge, present in the nucleus of an atom.

Қанықпаған көмірсутектер — құрамында еселі (екі немесе үш) байланысы бар көмірсутектер.

Ненасыщенные углеводороды — углеводороды содержащие кратные (двойные и тройные) связи.

Unsaturated Hydrocarbons — a type of organic compound that consists of one or more number of double or triple bonds between the carbon atoms.

Бейэлектролит — ерітіндісі мен балқымасы электр тогын өткізбейтін заттар.

Неэлектролит — раствор и расплав веществ, не проводящих электрических ток.

Nonelectrolyte — a substance that, when dissolved in water, gives a nonconducting solution.

Бейтараптау — қышқыл мен негіз арасындағы тұз және су түзіле жүретін реакция.

Нейтрализация — реакция между кислотой и основанием с образованием соли и воды.

Neutralization — the reaction of an acid with a base to form water and a salt.

Нуклеофилдер — теріс зарядты бөлшектер.

Нуклеофилы — частицы, имеющие отрицательный заряд.

Nucleoful — particle with negative charge.

Нуклондар — кез келген химиялық элемент атомының ядросына кіретін бөлшектер — протондар мен нейтрондар.

Нуклоны — частицы атомного ядра любого химического элемента, протоны и нейтроны.

Nucleons — those particles that constitute the nucleus of an atom. In other words, protons and neutrons are collectively known as nucleons.

Нуклидтер — белгілі атомдық нөмірі мен атомдық массасы бар химиялық элементтің түрі.

Нуклиды — разновидности химических элементов, имеющие определенный порядковый номер и атомную массу.

Nuclide — the general term applied to each unique atom, represented by YX , where X is the symbol for a particular element.

Тотығу — атом, молекула немесе ионның электронын беру процесі.

Окисление — это процесс отдачи электронов атомам, молекулой или ионом.

Oxidation — when a substance loses electrons.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары (ТТР) — электрондардың бір атомнан екінші атомға ауысуы нәтижесінде жүретін реакция.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) — реакции, при которых происходит перенос электронов от одного атома к другому.



Oxidation-reduction (redox) reaction — a reaction in which one or more electrons are transferred.

Тотықтырғыштар — электронды қабылдайтын атом, молекула немесе иондар.

Окислители — атомы, молекулы или ионы принимающие электроны.

Oxidizer — a chemical substance that undergoes reduction in order to oxidize another reactant, during a chemical reaction is known as oxidizing agent.

Оксид — құрамында оттегі болатын бинарлы қосылыс.

Оксид — бинарное соединение, содержащее кислород.

Oxide — a binary compound that contains oxygen in the -2 oxidation state.

Октан саны — сұйық отынның (бензин) детонациялық сипаттамасы.

Октановое число — детонационная характеристика жидкого топлива (бензина).

Octane number (of a fuel) — the percentage of iso-octane in an iso-octane/heptane mixture that gives the same engine performance of the fuel.

Органикалық заттар — көмірсутектер мен олардың туындылары.

Органические соединения — это углеводороды и их производные.

Organic compound — a compound that contains carbon (except carbon dioxide, carbon monoxide, and carbonates).

Негіз — металл катионы мен гидроксид анионға диссоциацияланатын электролит.

Основание — электролит, диссоциирующий на катионы металла и на гидроксид-анионы.

Base — a compound that gives off OH⁻ ions in water. They are slippery and bitter and have a pH greater than 7.

Жылыжайлық эффект — көмірқышқыл газы мен басқа да газдардың жер бетінен бөлінген жылулық сәулелерді жартылай бүркемелеуі салдарынан атмосфераның ішкі қабаттарының қызуы.

Парниковый эффект — нагрев внутренних слоев атмосферы из-за частичного экранирования теплового излучения земли углекислым газом и другими газами атмосферы.

Greenhouse effect — a warming effect exerted by the earth's atmosphere (particularly CO₂ and H₂O) due to thermal energy retained by absorption of infrared radiation.

Период — периодтық кестедегі химиялық элементтердің атомдық массаларының өсу ретімен орналасқан элементтердің көлденең қатары.

Период — горизонтальный ряд химических элементов расположенных в порядке возрастания атомных масс.

Period — a row (left to right) in the periodic table.

Көмірсутектердің табиғи көздері — мұнай, табиғи газ және таскөмір.

Природные источники углеводородов — нефть, природный газ и уголь.

Natural resources of hydrocarbons — natural Gas, naphtha and coal.

Позитрон — массасы электронның массасына тең, бірақ заряды қарама-қарсы бөлшек.

Позитрон — частица, равная по массе электрону, но с противоположным зарядом.

Positron — a positron is the tiny particle produced and released during radioactive decay. It carries a single positive charge and its mass is equal to that of an electron.

Протон — атом ядросының құрамына кіретін оң зарядты бөлшек.

Протон — положительно заряженная частица, входящая в состав атомного ядра.

Photon — a primary particle that forms the basic unit of various forms of electromagnetic radiations, including light. It shows dual properties of both a wave as well as a particle.

Полимерлену — молекулалық массасы кіші молекулалы қосылыстың молекулаларынан үлкен молекулалы қосылыстың түзілуі. Мысалы, полиэтилен.

Полимеризация — процесс соединения множества молекул вещества с небольшой молекулярной массой в макромолекулы полимера, например полиэтилен.

Polymerization — the process where the smaller units of molecules are combined to form a large three-dimensional structure of polymer chains is called polymerization.

Риформинг — көмірсутектер молекуласы құрылысының өзгеруі, көмірсутектердің ароматтануы.

Риформинг — изменение структуры молекул углеводородов, ароматизации углеводородов.

Reforming — processing technique by which the molecular structure of a hydrocarbon is rearranged to alter its properties.

Радиоактивті ыдырау — радиоактивті изотоптардың альфа-, бета- және гамма-сәулелерін шығарып ыдырауы.

Радиоактивный распад — излучение альфа-, бета- и гамма-лучей радиоактивными изотопами.

Radioactivity — the phenomenon of the disintegration of the nuclei of unstable atoms, that results in loss of energy in the form of different types of radiations like alpha and beta particles, gamma rays etc. is known as radioactivity.

Химиялық тепе-теңдік — қайтымды процестегі тура және кері реакциялардың жылдамдығының өзара теңескен күйі.

Равновесие (химическое) — состояние в обратимом процессе, когда скорость прямой и обратной реакций равны.

Equilibrium — when the forward rate of a chemical reaction is the same as the reverse rate. This only takes place in reversible reactions because these are the only type of reaction in which the forward and backward reactions can both take place.

Радикал — жұптаспаған электроны бар бөлшек.

Радикал — частица, имеющая неспаренный электрон.

Radical — a radical is an atom, molecule, or ion that has an unpaired valence electron.

Белсенділік қатары — металдардың салыстырмалы химиялық белсенділігі бойынша орналасқан қатар.

Ряд активностей — последовательность металлов, расположенных в соответствии с их относительной химической активностью.

Reactivity series of metals — reactivity series in chemistry is an experimental, structural and logical progression of series of metals in order of reactivity from highest to lowest.

Спирттер — қаныққан біратомды спирттер — молекуласындағы бір сутек атомы гидроксил (ОН) тобына алмасқан алкандардың туындысы, жалпы формуласы $C_n H_{2n+1} OH$.

Спирты — предельные одноатомные спирты, с общей формулой $C_n H_{2n+1} OH$, содержащие одну гидроксильную группу (ОН).

Alcohol — an organic molecule containing an $-OH$ group.

Құймалар (құймалар; alloys) — екі немесе одан да көп металдардан тұратын металдық қасиеті бар біртекті жүйе.

Сплавы — однородные системы, состоящие из двух или более металлов с характерными металлическими свойствами.

Alloy — a mixture of two metals. Usually, you add very small amounts of a different element to make the metal stronger and harder.

Құрылымдық формула — зат молекуласындағы атомдардың байланысу тәртібін көрсететін формула.

Структурная (графическая) формула — формула вещества, показывающая последовательность соединения атомов в молекуле.

Structural Formula — when the structure of the molecule of a compound is represented in the graphical form, it is called a structural formula.

Түз — металл катиондары (аммоний ионы) мен қышқыл қалдығының аниондарынан тұратын күрделі зат.



Соль — сложное вещество, состоящее из катионов металлов (и иона аммония) и анионов кислотного остатка.

Salt — salt is a chemical compound obtained by the neutralization of acidic and basic substances. An ionic compound.

Шикі мұнай — тікелей ұңғымадан (скважина) алынған мұнай.

Сырая нефть — нефть, непосредственно добытая из скважины.

Naphtha — naphtha is a flammable liquid hydrocarbon mixture.

Жылу эффектісі — химиялық реакция нәтижесінде бөлінетін немесе сіңірілетін жылу мөлшері.

Тепловой эффект — количество выделяемой или поглощаемой энергии при протекании химической реакции.

Heat of reaction — the heat change which occurs when a reaction takes place according to a given chemical equation.

Жану жылуы — заттың бір молі жанғанда бөлінетін жылу.

Теплота сгорания — теплота, выделяемая при сгорании одного моля вещества.

Heat of combustion — the heat of combustion is the energy liberated when a substance undergoes complete combustion, at constant pressure usually in an environment with excess oxygen.

Түзілу жылуы — жай заттардан бір моль күрделі зат түзілгенде бөлінетін немесе сіңірілетін жылу мөлшері.

Теплота образования — теплота, выделяемая или поглощаемая при образовании одного моля сложного вещества из простых веществ.

Химия — заттар мен олардың өзгерісі туралы ғылым.

Химия — наука о веществах и их превращениях.

Chemistry is the scientific discipline involved with compounds composed of atoms, i.e. elements, and molecules, i.e. combinations of atoms — their composition, structure, properties, behavior and the changes they undergo during a reaction with other compounds.

Химиялық құбылыстар — нәтижесінде бастапқы заттардан жаңа заттар түзілетін құбылыс.

Химические явления — явления, в которых происходит превращение одних веществ в другие.

Chemical properties — the process by which atoms of one or more chemical substances interact with each other, to produce new products with different composition and properties.

Химиялық байланыс — екі атомның электрондарын алмастыруы арқылы байланысуы.

Химическая связь — взаимодействие двух атомов, осуществляемое путем обмена электронами.

Chemical Bond — a force of attraction that binds two or more atoms together, in order to form a compound is known as a chemical bond.

Көмірсутектер — құрамы көміртек пен сутектен тұратын заттар.

Углеводороды — вещества, состоящие из углерода и водорода.

Hydrocarbon — a molecule containing carbon and hydrogen.

Көміртек тізбегі — молекуладағы көміртек атомдарының бір-бірімен байланысуы.

Углеродная цепь — атомы углерода, связанные друг с другом в молекулах.

Carbon chain — a number of carbon atoms bonded together in a sequence and forming part of a molecule, polymer, etc.

Ультрақұлгін сәуле шығару — көрінетін жарыққа қарағанда энергиясы жоғары электромагниттік сәулелер. Олар дененің ұлпаларын зақымдауы мүмкін мысалы, күнге күйю.

Ультрафиолетовое излучение — электромагнитное излучение с энергией большей, чем видимый свет. Может повреждать ткани тела, вызывает загар.

Ultraviolet solar radiation — (UV) is electromagnetic radiation with a wavelength, shorter than that of visible light but longer than X-rays.

Физикалық құбылыстар — бастапқы заттар басқа заттарға айналмайтын құбылыс.

Физические явления — такие явления, в которых не происходит превращение одних веществ в другие.

Physical property — that aspect of any substance which can be evaluated without bringing any change to its chemical structure is known as physical property.

Функционалдық топ — берілген заттың қасиеттерін анықтайтын атомдар тобы, мысалы, спирттерде гидроксотоптар (–ОН).

Функциональная группа — группа атомов, определяющая характерные свойства данного вещества, например, гидроксогруппа (–ОН) в спиртах.

Functional Group — in the molecule of an organic compound, a certain set of atoms characterize the chemical properties of the organic molecule. These groups of atoms are known as functional groups.

Электрондар — атомдағы теріс зарядталған бөлшектер.

Электроны — отрицательно заряженные частицы атома.

Electron — electron is a negatively charged subatomic particle that revolves around the nucleus of an atom.

Электролиттер — балқымалары мен ерітінділері электр тогын өткізетін заттар.

Электролиты — расплавы и растворы веществ, проводящие электрический ток.

Electrolyte — an electrolyte is a chemical substance that splits up into ions in aqueous state or molten state and acts as a medium to conduct electricity.

Электртерістілік — химиялық қосылыстағы бір химиялық элемент атомының екінші элемент атомының валенттілік электрондарын өзіне тарту қабілеті.

Электроотрицательность атома — способность атома притягивать к себе валентные электроны других атомов в химических соединениях.

Electronegativity — in a covalent bond between two dissimilar atoms, electronegativity can be defined as the capacity of the atom of an element to draw the valence electrons towards itself.

Электрофилдер — оң зарядты бөлшектер.

Электрофилы — частицы, имеющие положительный заряд.

Enthalpy — enthalpy is a thermodynamic property of a substance used to quantify the heat content of its any given amount.

Энтальпия — заттың энергетикалық жағдайын сипаттайтын энергия, ол ішкі энергия мен ішкі кедергіні (жұмыс, ұлғаю) жоюға жұмсалатын энергиядан тұрады.

Энтальпия — энтальпия характеризует энергетическое состояние вещества и включает в себя внутреннюю энергию и энергию, затраченную на преодоление внутреннего давления (т.е. на работу, расширения).

Electrophile — an electrophile is a reagent attracted to electrons.

Энтропия — материалды жүйенің күйі мен оның өзгеру мүмкіндігін сипаттайды.

Энтропия — энтропия характеризует состояние и возможные изменения состояний материальных систем.

Entropy — entropy is a thermodynamic property, used to measure that energy of a given system which cannot be utilized to carry out any external work.

Этерификация — карбон қышқылдары мен спирттер арасындағы күрделі эфир мен су түзілетін алмасу реакциясы.

Этерификация — обменная реакция между карбоновой кислотой и спиртом, в результате которой образуется сложный эфир и вода.

Esterification — esterification is the general name for a chemical reaction in which two reactants (typically an alcohol and an acid) form an ester as the reaction product.

ҚОСЫМШАЛАР

1-кесте

Химиялық элементтердің периодтық жүйесі

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>At 85</p> <p>[210]</p> <p>Астат Astatine</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Номері</p> <p>Турақты тотығу дәрежесі</p> <p>Радиоактивті</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 15%;">s-элементтер</div> <div style="width: 15%;">p-элементтер</div> <div style="width: 15%;">d-элементтер</div> <div style="width: 15%;">f-элементтер</div> </div> <p>Таңбасы Салыстырмалы атомдық массасы Атауы Қазақша Ағылшынша</p>																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H 1.00794 Водород	He 4.0026 Гелий	Li 6.941 Литий	Be 9.0122 Бериллий	B 10.811 Бор	C 12.0107 Көміртек	N 14.0067 Азот	O 15.9994 Оттегі	F 18.9984 Фтор	Ne 20.1797 Неон	Na 22.98976928 Натрий	Mg 24.304 Магний	Al 26.9815385 Алюминий	Si 28.0855 Кремний	P 30.973762 Фосфор	S 32.06 Күлкі	Cl 35.453 Хлор	Ar 39.948 Аргон
K 39.0983 Калий	Ca 40.078 Кальций	Sc 44.955912 Скандий	Ti 47.88 Титан	V 50.9415 Ванадий	Cr 51.9961 Хром	Mn 54.938045 Марганец	Fe 55.845 Темір	Co 58.933195 Кобальт	Ni 58.6934 Никель	Cu 63.546 Мідь	Zn 65.38 Цинк	Ga 69.723 Галлий	Ge 72.63 Германий	As 74.9216 Мышьяк	Se 78.96 Селен	Br 79.904 Бром	Kr 83.798 Криптон
Rb 85.4678 Рубидий	Sr 87.62 Стронций	Y 88.905848 Иттрий	Zr 91.224 Цирконий	Nb 92.90638 Нобий	Mo 95.94 Молибден	Tc 97.90626 Технеций	Ru 101.07 Рутений	Rh 102.90550 Родий	Pd 106.42 Палладий	Ag 107.8682 Серебро	Cd 112.411 Кадмий	In 114.818 Индий	Sn 118.710 Олово	Sb 121.757 Сурьма	Te 127.2 Телур	I 126.90545 Йод	Xe 131.29 Ксенон
Cs 132.90545196 Цезий	Ba 137.327 Барий	La 138.90547 Лантан	Hf 178.49 Гафний	Ta 180.94788 Тантал	W 183.84 Вольфрам	Re 186.207 Рений	Os 190.23 Осмиум	Ir 192.222 Иридий	Pt 195.084 Платина	Au 196.966569 Алтын	Hg 200.59 Ртуть	Tl 204.3871 Таллий	Pb 207.2 Свинец	Bi 208.9804 Висмут	Po 209 Полоний	At [210] Астат	Rn [222] Радон
Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	Ac [227] Актиний	Rf [261] Рифорий	Db [262] Дубний	Sg [266] Сгогдий	Bh [264] Берклий	Hs [277] Хассий	Mt [276] Миттерний	Ds [285] Дарвудий	Rg [288] Ренгдий	Cn [298] Коперниций	Nh [294] Нихоний	Fl [298] Флеровий	Mc [288] Масковий	Lv [293] Ливерморий	Ts [294] Теннессий	Og [294] Оганесон
Th 232.03772 Торий	Pa 231.036888 Протактиний	U 238.02891 Уран	Np 237.048173 Нептуний	Pu 239.052163 Плутоний	Am 243.061381 Америций	Cm 247.070351 Кюрий	Bk 247.070351 Берклий	Cf 251.083288 Калифорний	Es 252.083288 Эйнштейний	Fm 257.103751 Фермий	Md 288.103751 Мейтнерий	No 289.103751 Нобелий	Lr 260.103751 Лоренций	Er 167.259 Ербий	Tm 168.934 Түлий	Yb 173.054 Иттербий	Lu 174.967 Лютеций

Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінде негізгі топшада орналасқан химиялық элемент атомдарының қосылыстарының қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары

Химиялық элемент атомының сипаттамасы	Элементтің реттік нөмірі өскен сайын	
	Периодта	Негізгі топшада
Атом ядросының заряды	Артады	Артады
Энергетикалық деңгейлер саны	Өзгермейді	Артады
Атом радиусы	Төмендейді	Артады
Сыртқы қабаттағы электрондар саны	Артады	Өзгермейді
Электртерістілік	Артады	Кемиді
Металдық қасиеттері (атомдардың электрондарды беріп жіберу қасиеті)	Өлсірейді	Күшейеді
Бейметалдық қасиеттері (атомдардың электрондарды қосып алу қасиеті)	Күшейеді	Өлсірейді
Жоғары оң тотығу дәрежесі	+1-ден +7 (+8)-ге дейін артады	Тұрақты және топ нөміріне тең
Төменгі теріс тотығу дәрежесі	-4-тен -1-ге дейін артады	Өзгермейді

Негіздердің жіктелуі

Жіктеу белгілері	Негіздердің топтары	Мысалдар
Қышқылдығы	Бірқышқылдық MOH	KOH , LiOH , NaOH , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Екіқышқылдық M(OH)_2	Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 , Fe(OH)_2
Электролиттік диссоциациялану дәрежесі	Күшті ($\alpha \rightarrow 1$)	LiOH , Ca(OH)_2
	Өлсіз ($\alpha \rightarrow 0$)	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ерігіштігі	Еритіндер	NaOH , Ba(OH)_2
	Ерімейтіндер	Cu(OH)_2 , Fe(OH)_2

Қышқылдардың жіктелуі

Жіктеу белгілері	Қышқылдардың топтары	Мысалдар
Құрамында оттектің болуына байланысты	Оттекті	H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , CH_3COOH
	Оттексіз	H_2S , HCl , HF
Негізділігі	Бірнегізді	HCl , HNO_3 , CH_3COOH
	Екінегізді	H_2S , H_2SO_4
	Үшнегізді	H_3PO_4
Ерігіштігі	Еритін	H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 , CH_3COOH
	Ерімейтін	H_2SiO_3
Электродиттік диссоциациялану дәрежесі	Күшті ($\alpha \rightarrow 1$)	H_2SO_4 , HCl , HNO_3
	Өлсіз ($\alpha \rightarrow 0$)	H_2CO_3 , H_2S , CH_3COOH
Тұрақтылығы	Тұрақты	H_2SO_4 , HCl
	Тұрақсыз	HNO_3 , H_2CO_3 , H_2SiO_3
Үшқыштығы	Үшқыш	HCl , H_2S , CH_3COOH
	Үшқыш емес	H_2SO_4 , H_2SiO_3

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Врублевский А.И. Химия базовый школьный курс. Минск, 2009. 566 с.
2. Грандберг И.И. Органическая химия. М. Высшая школа 1977. 217 с.
3. Грибанова О.В. Общая и неорганическая химия. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 249 с.
4. Готовимся к экзаменам ГИА. М.: Дрофа, 2011. 207 с.
5. Еремин В.В., Кузьменко Н.Е. Сборник задач и упражнений по химии. Школьный курс. М.: Экзамен, 2008. 527 с.
6. Киреев В.А. Курс физической химии. М. Химия 1975. 775 с.
7. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В. Сборник задач и упражнений по химии для школьников и абитуриентов. М.: Экзамен, Оникс 21 век, 2011. 547 с.
8. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Учебное пособие по химии. Школьный курс. М.: Оникс 21 век, 2014. 429 с.
9. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии под ред. Таланова В.М. и Житного Г.М. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 411 с.
10. Левкин А.Н., Кузнецова Н.Е. Задачник по химии 11 класс. М., Вентана-граф, 2009, 237 с.
11. Литвинова Т.Н., Мельникова Е.Д., Соловьева М.В. и др. Химия в задачах. 2500 задач с решениями. М.: Оникс, Мир и образование, 2009. 832 с.
12. Рубинов П.Д. Химия. Полный курс 8—11 классы. Питер, 2010. 336 с.
13. 100 дней до ЕГЭ. Химия. М.: Эксмо, 2012. 240 с.
14. Тесты. Химия 8—9 классы. М.: Дрофа, 2002. 121 с.
15. Химия в схемах, терминах, таблицах. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 95 с.
16. Хомченко Г.П. Пособие по химии. М.: Новая волна, 2009. 479 с.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	4
---------------	---

I тарау. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ

§ 1. Атом — күрделі бөлшек	5
§ 2. Атомдық масса. Орташа салыстырмалы атомдық массаны есептеу.....	12
§ 3. Радиоактивтілік	15
§ 4. Ядролық реакциялар	19
§ 5. Энергетикалық деңгейлер. Кванттық сандар және орбитальдар	25
§ 6. Квант сандары. Атомдық орбитальдар	32

II тарау. ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУ ПЕРИОДТЫЛЫҒЫ

§ 7. Период және топ бойынша элементтер қасиетінің өзгеру заңдылықтары	42
§ 8. Период және топ бойынша қосылыстардың қышқылдық-негіздік қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары	47
§ 9. Элементтер қосылыстарының тотықтырғыш-тотықсыздандырғыш қасиеттерінің период және топ бойынша өзгеру заңдылықтары	50

III тарау. ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

§ 10. Коваленттік байланыс	56
§ 11. Коваленттік байланыстың қасиеттері.....	60
§ 12. Гибридтену түрлері: sp , sp^2 , sp^3	64
§ 13. Электртерістілік және байланыс полюстілігі.....	67
§ 14. Иондық байланыс	71
§ 15. Валентті электрон жұбы бұлттарының тебісу теориясы	73
§ 16. Металдық байланыс	77
§ 17. Сутектік байланыс	79
§ 18. Кристалдық торлар	81
№ 1-зертханалық жұмыс.....	86

IV тарау. СТЕХИОМЕТРИЯ

§ 19. Химияның негізгі стехиометриялық заңдары	87
§ 20. Салыстырмалы атомдық және молекулалық масса	90
§ 21. Зат мөлшері. Мольдік масса	92
§ 22. Авогадро заңы. Көлемдік қатынастар заңы	95
§ 23. Молярлық концентрация.....	99
§ 24. Құрамындағы элементтердің массалық үлесі бойынша заттың эмпирикалық және молекулалық формуласын құрастыру.....	101
§ 25. Теориялық мүмкіндікпен салыстырғандағы өнімнің шығымын есептеу.....	102
§ 26. Құрамында белгілі қоспасы бар басқа заттың массасын (көлемін) реакция теңдеуі бойынша есептеу	104
§ 27. Бастапқы заттардың біреуі артық мөлшерде алынғандағы реакция өнімінің массасын (көлемін) есептеу	108

V тарау. ТЕРМОДИНАМИКАҒА КІРІСПЕ

§ 28. Ішкі энергия мен энтальпия	111
№1-практикалық жұмыс	117
§ 29. Гесс заңы және оның салдары	118
§ 30. “Гесс заңы мен оның салдары” тақырыбына есептеулер.....	121
§ 31. Энтропия	127
§ 32. Гиббстің еркін энергиясы	131

§ 33. Гиббс энергиясына есептер шығару	135
Элементтер мен олардың қосылыстары туралы есеп шығаруға қажетті мәліметтер	138

VI тарау. КИНЕТИКА

§ 34. Химиялық реакция жылдамдығы	140
§ 35. Концентрацияның реакция жылдамдығына әсері.....	143
§ 36. Температураның реакция жылдамдығына әсері	147
§ 37. Катализ	150
§ 38. Вант-Гофф ережесіне есептер	154
№2-зертханалық жұмыс	157
№2-практикалық жұмыс	—

VII тарау. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

§ 39. Химиялық тепе-теңдік. Тепе-теңдік константасы	159
§ 40. Химиялық тепе-теңдікке әсер ететін факторлар	161
§ 41. Өнеркәсіптік процестердегі химиялық тепе-теңдік	164
§ 42. Тепе-теңдік константасы мен тепе-теңдік концентрациялары тақырыбы бойынша есептеулер.....	166
№3-зертханалық жұмыс	170

VIII тарау. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

§ 43. Тотығу-тотықсыздану процестері.....	171
§ 44. Тотығу-тотықсыздану реакцияларының түрлері.....	175
§ 45. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын электрондық баланс әдісімен теңестіру	178
§ 46. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын электрондық-иондық әдіспен теңестіру	181
§ 47. Электрхимиялық потенциалдар қатары	185
§ 48. Гальваникалық элемент	189
§ 49. Аккумуляторларда жүретін химиялық процестер	192
§ 50. Электролиз	196
§ 51. Балқымалар мен ерітінділердің электролизі	199
№3-практикалық жұмыс	205
Глоссарий	206
Қосымшалар	217
Пайдаланылған әдебиеттер	220

Учебное издание

**Оспанова Мейрамкуль Кабылбековна
Аухадиева Кырмызы Сейсенбековна
Белоусова Татьяна Геннадьевна**

ХИМИЯ

Часть 1

**Учебник для 10 классов естественно-математического направления
общеобразовательных школ**

(на казахском языке)

Редакторы К. Нүсіпова

Көркемдеуші редакторы А. Ақыл

Техникалық редакторы И. Тарапунец

Корректоры Ж. Баймагамбетова

Компьютерде беттеген Г. Хаширова

**Баспаға Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
№ 0000001 мемлекеттік лицензиясы 2003 жылы 7 шілдеде берілген**



ИБ № 5838

Басуға 17.06.19 қол қойылды. Пішімі $70 \times 100^{1/16}$. Офсеттік қағаз.
Қаріп түрі “SchoolBook Kza”. Офсеттік басылыс. Шартты баспа
табағы 18,06 + 0,32 қосарбет. Шартты бояулы беттаңбасы 74,24. Есептік баспа
табағы 11,22 + 0,54 қосарбет. Таралымы 20 000 дана. (II зауыт). Тапсырыс №

“Мектеп” баспасы, 050009, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 143-үй

Факс: 8(727) 394-37-58, 394-42-30

Тел.: 8(727) 394-41-76, 394-42-34

E-mail: mektep@mail.ru

Web-site: www.mektep.kz

