

Жалпы химия

*Орта білім беретін оқу орындарының 11-сынып
оқушыларына арналған оқулық*

1-басылым

*Өзбекстан Республикасы Халыққа білім беру
министрлігі бекіткен*

Ғафур Ғұлам атындағы баспа-полиграфия шығармашылық үйі
Ташкент – 2018

УЎК 54 (075.3)
КБК 24.1 я 71
М 34

Авторлар:

С. Машарипов, А. Муталибов, Е. Мурадов, Х. Исламова

Пікір білдірушілер:

Хакимжанова Ибадат – Ташкент қаласы М.Ұлықбек ауданының 112-мектептің химия пәнінің мұғалімі;

Бахтияр Усманов – ТМПУ қасындағы академиялық лицейдің химия пәнінің мұғалімі;

Турдиева Дилфуза – Ташкент қаласы Юнусабад ауданының 288-мектептің химия пәнінің мұғалімі;

Ғаниева Шоира – Ташкент қаласы Сіргелі ауданының 104-мектептің химия пәнінің мұғалімі.

Машарипов, Собиржон.

Жалпы химия: *11-сынып оқушыларына арналған оқулық*, / 1-басылымы. С. Машарипов – Ташкент.: Ғафур Ғұлам атындағы баспа-полиграфиялық шығармашылық үйі, 2018. – 160 б.

Жалпы химия адам қызметінің ең көне саласы болып саналады. Заттың қасиеттерін терең зерттеп және одан адам игілігі жолында пайдалану қазіргі күннің негізгі мәселелерінің бірі болып табылады.

Бұл кітап сегіз бөлімнен құралған, жалпы химияның ең қажетті барлық негізгі тақырыптары қамтылған. Әрбір тақырып есеп және жаттығулармен нығайтылып және сонымен бірге қиыншылық туғызатын мәселелердің шешу тәсілі түсіндіру негізінде көрсетіп берілген.

Республикалық мақсатты кітап қоры қаражаттары есебінен басылды.

УЎК 54 (075.3)
КБК 24.1 я 71

ISBN 978-9943-5291-9-9

© С. Машарипов, тағы б.
© Ғафур Ғұлам атындағы баспа-
полиграфия шығармашылық үйі,
2018

КІРІСПЕ

Химия табиғи ғылымдар қатарына кіреді. Ол заттардың құрамын, түзілісін, қасиеттері мен өзгерістерін, сондай-ақ, бұл өзгерістерде жасалатын құбылыстарды зерттейді. Химияның міндеттерінің бірі – заттарды, олардың қасиеттерін зерттеу және заттардан ауыл мен халық шаруашылығында, өнеркәсіпте, дәрігерлікте қандай мақсаттарда пайдалану мүмкіндігін алдын ала айтып беру. Демек, химиялық заттар, олардың қасиеттері, заттардың өзгерістері мен бұл өзгерістерде болатын құбылыстар туралы ғылым болып табылады. Химия физика, геология және биология сияқты табиғи ғылымдармен тығыз байланысқан. Қазіргі күнде химия мен геология арасында геохимия ғылымы жүзеге келді, химия мен биология арасында тірі органдарда пайда болатын химиялық үдерістерді зерттейтін биоорганикалық, биоорганикалық және биологиялық химия ғылымдары құралы.

Химияның бөлімдерінен бірі болған жалпы химия адам қызметінің ең көне саласы болып саналады. Заттың қасиеттерін терең зерттеп және одан адам игілігі жолында пайдалану қазіргі күннің негізгі мәселелерінің бірі болып табылады. Жалпы химия, ауыл және халық шаруашылығының барлық салаларына еніп отыр, пайдалы қазбалар қазып алу, металдар және халық шаруашылығында қажет болған металдардың қорытпаларын жасауда химия жетістіктерінен кең пайдаланып жатыр. Ауыл шаруашылығы өнімділігі де көп жағынан химия өнеркәсібіне байланысты. Өсімдіктерді зиянкестерден қорғау құралдары химия өнеркәсібінің өнімдері болып табылады. Құрылыс материалдары, жасанды қазбалар, пластмассалар, бояулар жуу құралдары, дәрі-дәрмектер шығаруда да химияның маңызды рөлі бар. Келешектегі тәжірибелі маман химия ғылымының негіздерін терең білуі тиіс. Бұл ғылымның негізі мектептен басталады.

Осы оқулық Мемлекеттік білім беру стандарттарында 11-сыныпта химия пәнін оқытуда зерттелуі көзделген тақырыптарды өз ішіне қамтыған сегіз бөлімнен құралған, жалпы химияның қажет болған күллі негізгі тақырыптарын қамтыған. Әрбір тақырып есеп және жаттығулармен пысықталып отырды және сонымен бірге қиыншылық туғызатын есептердің шешілу әдісі түсіндіру негізінде көрсетіп берілген. Оқулықта қамтылған барлық тақырыптарды ұғындыруда оқушылардың жас ерекшеліктері ескерілген, теориялық білімдер айналасындағы оқиға және құбылыстармен тығыз байланысты жағдайда түсіндіріледі.

1- БӨЛІМ. АТОМ ЖӘНЕ МОЛЕКУЛАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ТУРАЛЫ ТҮСІНІКТЕР. ПЕРИОДТЫҚ ЗАҢ

1- § Атом құрылысы

Микроәлем дәрежесіндегі үдерістер мен құбылыстарды жете түсіну үшін адамзат алуан түрлі модельдер және теорияларды түзуге мәжбүр болған. Бұл модельдердің кейбірі іс жүзінде қолданулардың нәтижесінде дәлелденген тапқан, ал кейбіреулері ғылыми жорамал нәтижесінде қалып қойған. Сондай модельдердің бірі – бұл заттың атом-молекуляр құрылысы мен оның ішінде атом құрылысын ойлау үшін жаратылған теория.

Тұңғыш рет атом түзілісін 1911 жылы Э. Резерфорд пен оның кәсіптестері ұсынған және бұл теория атомның планетар моделі дейіледі. Бұл теория бойынша атомның орталығын оң зарядталған ядро меңгереді. Ядро айналасында электрондар орбита бойымен айналады, атом өлшемдері электрон әрекет етіп жатқан орбиталардың өлшемдеріне байланысты болады. Резерфорд моделі атом түзілісі теориясының дамуында маңызды рөл ойнайды, көп тәжірибелер нәтижелерін жете түсінуге көз жеткізген. Бірақ бұл модель бойынша электрон тынбай орбита бойымен атом ядросы төңірегінде айналып энергия ажыратып тұрса, оның энергиясы жоғалып барып, ядроға құлауы керек болатын. Дегенмен амалда олай болмай, Резерфорд моделі мұны түсіндіріп бере алмады.

Даниялық физик ғалым Н. Бор теориясында электрон энергияны кванттарға (кіші бөліктерге) бөліп ажыратады деп болжам жасаған. Бұл теория бойынша электрон ядро айналасында белгілі бір қашықтықта, белгілі бір орбита бойымен әрекеттенеді. Бұл орбита бойымен электрон энергияны ажыратпай әрекеттенуі мүмкін. Ядроға ең жақын орбита атомның ең тұрақты “негізгі” қалпына тура келеді. Атомға энергия берілгенде оның электроны жоғарырақ энергетикалық дәрежеге көшуі мүмкін. Бұл қалып электрон үшін “қозғалған” қалып дейіледі. Атом энергияны жұтуы немесе ажыратуы тек электрон бір орбитадан басқа орбитаға өткенінде ғана байқалады.

Қазіргі заман атом түзілісінің квант теориясына негіз болып қызмет етті. Сәйкес электрон әрі түйін, әрі толқын қасиетіне ие болады, оның кеңістікте бар болу ықтималдығы атом түзілісінің заманалық квант теориясымен түсіндіріледі. Бұл теория бойынша электрон кеңістіктің белгілі бір кіші бөлігінде жайғасады. Кеңістіктің электрон бар болу мүмкіндігі 95 %-ды құраған бөлігі **атом орбиталы** деп аталады. Демек, электрон ядро айналасындағы орбита бойымен айнамай, ядро айналасындағы кеңістіктің үш өлшемді бөлігі – атом орбитасында жайғасады (орбиталды орбита түсінігінен айыра білу керек). Атомды ойлағанда электрон бұлттармен оралған ядро ретінде елестету керек. Бұл бұлттар көрінісі түрліше: сфера

(шар) пішіндегісі **s-орбитал**, гантель пішіндегісі – **p-орбитал**, екі ұштасқан гантель – **d-орбитал**, үш ұштасқан гантель – **f-орбитал** деп аталады.

Атомда орбиталдар энергиясына сай түрде энергетикалық қабаттарды құрап жайғасады. Квант теориясы бойынша электронның энергиясы белгілі бір кіші және анық мәндерге ие болады. Атомда электронның энергиясын және оның әрекеттенуін сипаттау үшін квант сандары енгізілген, олардың саны төртеу: бас квант саны n , орбитал квант саны l , магнит квант саны m_l , спин квант саны m_s .

Бас квант сан n – электронның энергиясын, оның ядродан ұзақтық дәрежесін, яғни электрон әрекет етіп тұрған қабатты сипаттайды. Бас квант сан бірден бастап барлық бүтін сандарға ($n = 1, 2, 3 \dots$) ие болуы мүмкін.

Электрондар жайғасқан орбиталдардың бас квант сан мәні артып барған сайын, орбиталдағы электрон мен ядро арасындағы қашықтық (атомның орбитал радиусы) артып барады және сонымен бірге, ядро мен электронның тартысу энергиясы кемиді. Бас квант сан мәні қанша кіші болса, сол деңгейлерде электрондардың ядромен байланыс энергиясы сонша үлкен болады, n мәні артқан сайын электронның өзіндік энергиясы одан әрі арта түседі. Ядроға жақын деңгейде жайғасқан электронды сырттан қосымша энергия (температура, электр разряд және басқалар) жұмсап бас квант саны үлкенірек болған деңгейлерге (атомның қозған күйіне) өткізу мүмкін. Энергия мөлшері үлкен болса, электрон атомнан шығып кетеді де иондалған күйге өтеді.

Орбитал квант сан l — атом орбиталының пішінін көрсетеді. Ол 0-ден $n - 1$ -ге дейінгі барлық бүтін сандар [$l = 0, 1, 2 \dots (n - 1)$] ға ие болады. $l = 0$ болса, атом орбитал шар пішініне ие болады (**s-орбитал**), егер $l = 1$ болса, атом орбитал гантель пішінін алады (**p-орбитал**). l -ның мәні жоғарылау (2, 3 және 4) болса, едәуір күрделі орбиталдарға ие боламыз (олар d, f, g – орбиталдар, деп қолданылады).

Әрбір энергетикалық деңгейде біреуден s- деңгейшігі болады. Бірінші деңгейде тек бір ғана s- деңгейшігі бар. Екінші деңгей бір s- және үш p- деңгейшіктерден құралады. Үшінші энергетикалық деңгей бір s-, үш p- және бес d- деңгейшіктерден құралған. Төртінші энергетикалық деңгей бір s-, үш p-, бес d- және жеті f- деңгейшіктерден түзілген болады. Әрбір энергетикалық деңгейдегі деңгейшіктер саны n^2 формуласымен анықталады. Мысалы: үшінші энергетикалық деңгейде $3^2 = 9$ деңгейшік бар – 1 s-, үш p- және бес d-деңгейшіктерден құралған.

Магнит квант сан m_l — атом орбиталының сыртқы магнит немесе электр өрістерге қатысты қалпын белгілейді. Магнит квант сан орбитал квант санға байланысты күйде өзгереді, оның мәндері $+l$ -ден $-l$ -ға дейін болып, 0-ге де тең болады.

Солай болғандықтан, l -ның әрбір мәніне сан жағынан $(2l + 1)$ ге тең магнит квант сан тура келеді. Мысалы:

$l = 1$ болғанда m үш мәнге, яғни $-1, 0, +1$ ге ие болады.

$l = 2$ болғанда m 5 мәнді $+2, +1, 0, -1, -2$,

$l = 3$ болғанда m 7 мәнді, $+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$ келіп шығады.

Спин квант сан m_s тек $+\frac{1}{2}$ және $-\frac{1}{2}$ ге тең екі мәнді қабылдай алады. Бұл мәндер электронның жеке магнит моментінің бір-біріне қарама-қарсы екі бағытына сәйкес келеді.

s - орбитал әрбір энергетикалық деңгейдің ядроға ең жақын бірінші деңгейшігі; ол бір s - орбиталдан құралған, p - екінші деңгейшікте пайда болып, ол үш p - орбиталдан құралған, d - үшінші деңгейшікте пайда болады және ол бес d - орбиталдан құралады; f - төртінші деңгейшік құрамында пайда болып, ол жеті f - орбиталдан құралады. Сөйтіп, n ның әрбір мәні үшін n^2 мөлшерде орбиталдар тура келеді.

Электрондарды орбиталдар бойымен жайғастыруда 2 негізгі ереже сақталады: энергияның ең кіші мәні бойынша (Клечковский ережесі) және Паули принципі.

Паули принципі бойынша атомда төрт квант сандары бірдей мәнге ие болған электрондар бар бола алмайды.

Бұл принцип бас квант сан n -ның түрлі мәндеріне сәйкес келетін энергетикалық деңгейлердегі электрондардың максимал саны N ды есептеуге мүмкіндік береді: $N = 2n^2$

Клечковский ережесіне сәйкес, атомда энергетикалық жағдайлардың электрондармен толып бару тәртібі атомның бас және орбитал квант сандары қосындысының минимал мәнді болуы үшін ұмтылуына байланысты; басқаша айтқанда, екі жағдайдың қайсы бірі үшін $(n + l)$ қосындысы кіші болса, сол жағдай, бірінші кезекте, электрондармен тола бастайды; егер екі жағдай үшін $(n + l)$ мәні бір-біріне тең болса, бірінші кезекте, бас квант саны n кіші болған жағдай электрондармен толып барады.

Жоғарыдағыларға негізделіп электрон орбиталдарының энергиялары мәндеріне қарай жайғастырсақ, төмендегі қатар жүзеге келеді:

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

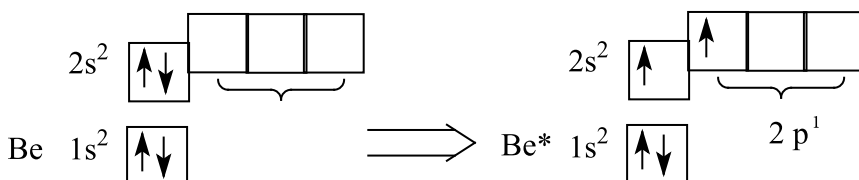
Көп электронды атомдарда электрондар саны артып баруымен олар жайғасуы мүмкін болған орбиталдар (ұяшықтар) да артып барады. $(n + l)$ қосындысының минимал мәні бірге тең болғандықтан сутегі атомының бірегей электроны $n = 1, l = 0$ және $m_l = 0$ күйде болады. Сутегі атомының тұрақты күйі $1s^1$ символымен белгіленеді, бұл символ бірінші орында

тўрған араб цифры „1“ бас квант сан мәннн көрсетеді, s әрпі орбитал квант саны және орбиталдың пішінін сипаттайды, ал s әрпінің төбесіндегі дәреже электрондар санын көрсетеді.

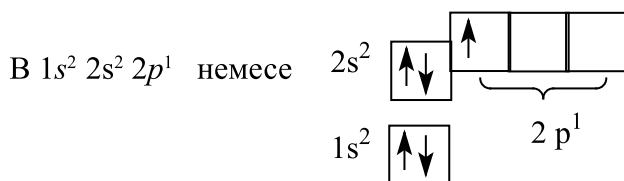
Кейбір электрондар күйін сипаттау үшін төмендегі тәсілден пайдаланылады. Орбитал торкөз (квант ұяшык) көрінісінде, электрон стрелкамен белгіленеді (стрелканың бағыты электрон спиннің ориентациясын көрсетеді). Бұл тәсілде сутегі атомындағы электрон жағдай $1s \uparrow$ кескінмен өрнектеледі, $n + l = 1$ болғандығынан, гелий атомы үшін бұл жағдайда екі электрон болуы мүмкін ($N = 2n^2 = 2$); гелий атомының екі электроны үшін m_l және l ның мәндері бір-біріне тең. Бұл электрондар тек спиндердің бағытымен ерекшеленеді де $1s^2$ көріністегі электрон формуламен өрнектеледі.

Литийден екінші дәуір басталады; литий атомында $n = 2$ болған электрон орбиталдар электрондармен тола бастайды, $n = 2$ үшін орбитал квант сан екі мәнге ($l = 0$ және $l = 1$) ие болуы мүмкін; бірінші кезекте, $l = 0$ -ге тең мүмкіндік амалға асады, өйткені $l = 0$ болғанда $n + l$ қосындысы минимал мәнге ие болады. Литийдің тұрақты жағдайы $1s^2 2s^1$ формуламен өрнектеледі. Литий атомында бір жұптаспаған электрон бар; сол себепті литий атомы бір ковалент байланыс жасай алады.

Бериллийде ($z = 4$) $2s$ - орбиталдың электрондармен толуы соңына жетеді. Бериллий атомы жұптаспаған электрондарға ие емес. Бірақ оның атомы энергия қабылдағанда оңай қозғалған жағдайға өтеді; бұл кезде оның бір электроны үлкен энергияға сәйкес келетін жоғары жағдайға көшеді:



Бор элементінде ($z = 5$) $n + l = 3$ болған жағдайлар ($n = 2$; $l = 1$) электрондармен толып барады. Сол себептен бордың электрон конфигурациясын төмендегіше сипаттау мүмкін:



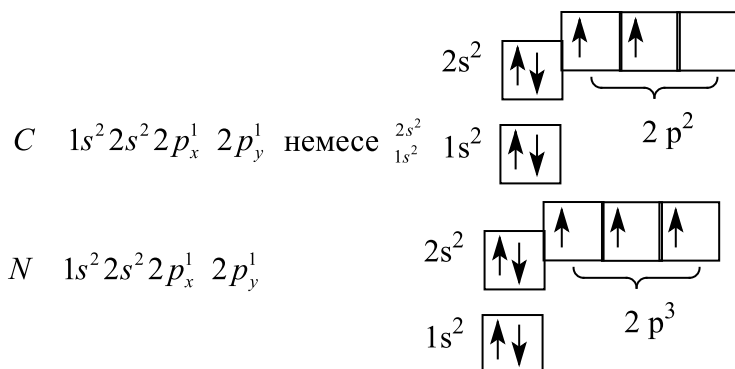
Тұрақты жағдайдағы бор атомы бір жұптаспаған электронға ие.

Көмертегі және одан кейін келетін элементтер атомдарында электрондардың жағдайларын анықтау үшін **Гунд ережесі** атты заң сақталады.

Гунд ережесі бойынша энергиялары *бірдей болған орбиталдарда* электрондардың жайғасқан тәртібі нәтижесінде спиндер қосындысы *максимал мәнге ие* болады.

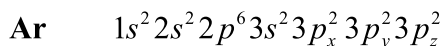
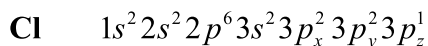
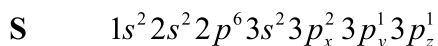
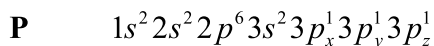
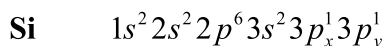
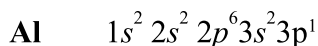
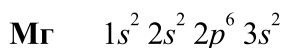
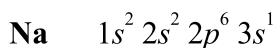
Мұның себебі сол, теріс зарядты электрондар бір-бірінен қашады, мүмкіндігінше, түрлі ұяшықтарға орнауға ұмтылады.

Гунд ережесі назарға алынғанда көміртек (1), азот (2), атомдарының электрон конфигурациялары төмендегіше көрсетіледі:

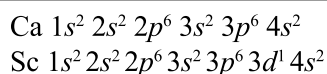


$2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ символдарымен $2p$ - орбиталдың бостықта x , y , z біліктеріндегі бағыты көрсетілген.

Үшінші дәуір элементтерінде энергетикалық жағдайлардың электрондармен толып отыруы дәл екінші дәуір элементтеріндегі сияқты амалға асады:

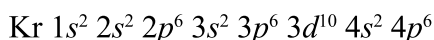


Кальцийден кейінгі элемент скандийде ($z = 21$) $n + l = 5$ сәйкес келетін энергетикалық жағдайлар электрондармен толып отырылады. Кальций үшін $(n+l) = (4+0) = 4$, скандий үшін $(n+l) = (3+2) = 5$. Сондықтан алдын $4s$ екі электронмен, ал кейін $3d$ орбиталдармен толтырылып отырады:



Скандийден кейінгі элементтер атомдарында $3d$ -орбиталдардың электронмен толып отырылуы жалғасады.

Бірақ $n + l = 5$ -ке тең қосынды шекарасында $n = 4$ ($l = 1$) және $n = 5$ ($l = 0$) деген сәйкес келетін жағдайлар бос күйінде қалады. Бұл екі жағдайдан біріншісі көбірек мүдде жасай алуы себебінен, 4-периодтың мырыштан кейінгі элементтерінде $4p$ - орбиталдар электрондармен толып отырады. Мұндай жағдайлардың жалпы саны 6-ға тең болғандықтан криптонға келіп $4p$ - орбитал электрондарға біржола толады да 4-период криптонмен аяқталады:



Бұдан кейін келетін ауыр элементтерде де дәл алдыңғы элементтердегіге ұқсас энергетикалық жағдайлар бар; олардың электрондармен толып отыруы да алдыңғы элементтердегі сияқты (Паули принципі, Гунд және Клечковский ережелеріне сәйкес) амалға асады.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1-есеп. Электронның квант сандары: $n=3$; $l=2$; $m_l = -1$; $m_s = +\frac{1}{2}$ мен өрнектелетін элементтің электрон конфигурациясын анықта.

Шешуі: Бұл үшін квант сандар мәнінен пайдаланылады.

$n = 3$ -тен көрініп тұр, бұл элемент 3 кезеңде жайғасқан.

$l = 2$ демек, бұл элемент d – тұқымында жайғасқан.

$m_l = -1$ -ден бұл электрон d – тұқымның 2 – ұяшығында жайғасқан.

$m_s = +\frac{1}{2}$ -ден спин жоғарыға бағытталғанын білу мүмкін.

Нәтижелер бойынша белгілі болып тұр, бұл элемент титан (Ti) екен.

Жауабы: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

2-есеп. Рет саны цифры 21 болған элементтің периодтық жүйедегі орнына қарай, химиялық қасиеттерін түсіндіріп бер.

Шешуі. Периодтық жүйеге қарап, рет саны 21 болған элемент III топтың қосымша тобында жайғасқанын анықтаймыз. Бұл элемент – Sc скандий. Sc-дің электрон формуласы: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$. Демек, Sc – d - элементі.

Бұл элемент +3 тотығу дәрежесін көрсетіп, 4-деңгейшіктен 2 электрон-

ды оңай беруі мүмкін. Мұнда ол негізді қасиеттерін көрсететін Sc тотық және $Sc(OH)_3$ гидроқышқыл жасайды. Скандий қосымша топшада жайғасқаны үшін сутегімен газ тәрізді қосылыстар жасамайды.

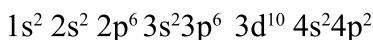
Скандий атомы, сондай-ақ, ақырынан алдыңғы энергетикалық d -деңгейшіктен де электрондар беруі мүмкін (1 электронды). Жоғары тотығу дәрежесіне сай келетін тотық Sc_2O_3 .

3-есеп. Рет саны 40 болған элемент Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесінің қайсы тобында және қайсы периодында орналасқан?

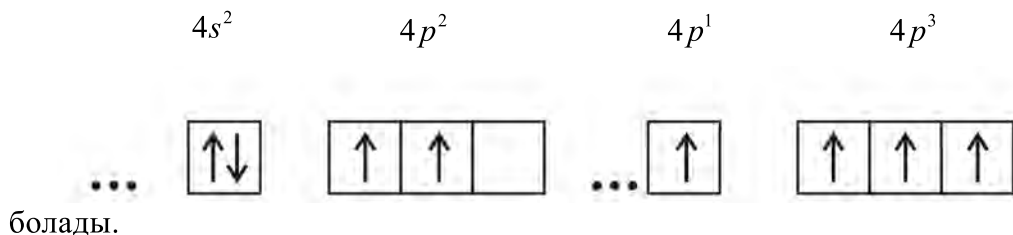
Шешуі. Элементтер атомдарының түзілісіне қарай периодтық жүйеде төмендегіше жайғасқан: бірінші периодта 2-еу, екінші периодта 8, үшінші периодта 8 элемент бар. Үшінші периодтық рет саны 18 болған элементпен ($2 + 8 + 8 = 18$) аяқталады Төртінші периодта 18 элемент бар, яғни ол рет саны 36 болған элементпен аяқталады. Бесінші периодта да 18 элемент болғаны үшін 40-цифрлы элемент бесінші периодта жайғасқан. Ол бесінші орынды алады, сондықтан, бесінші топта (қосымша топшада) тұрады. Бұл цирконий Zr элементі болып табылады.

4-есеп. Германий атомының қозған күйдегі электрон конфигурациясын көрсет.

Шешуі. Есеп шарты бойынша германий элементінің қозған күйдегі электрон конфигурациясын табу керек. Бұдан алдын тыныш күйдегі электрон конфигурациясын жазамыз.



Негізгі күйде германий атомның төртінші деңгейінде $4s^2$ және $4p^2$ болады. Ал қозған күйге өткенде:



Тақырып бойынша есептер:

1. Рет саны 36-ға тең болған элементте неше толған деңгей және деңгейшіктер бар?

А) 3 және 8; В) 3 және 7; С) 2 және 6; D) 3 және 6.

2. Рет саны 20-ға тең болған элементте неше толған деңгей және деңгейшіктер бар?

А) 2 және 6 В) 2 және 7 С) 3 және 6 D) 2 және 8.

3. Рет саны 25-ке тең болған элементте неше тақ электрон бар?

А) 3 В) 4 С) 5 D) 6.

4. Рет саны 28-ге тең болған элементте неше тақ электрон бар?

А) 2 В) 3 С) 4 D) 5.

5. Орбитал квант саны 3-ке тең болған деңгейшікке неше ең көп электрон сияды? А) 30; В) 26; С) 34; D) 22;

6. Орбитал квант саны 2-ге тең болған деңгейшікке неше ең көп электрон сияды? А) 26; В) 34; С) 18; D) 10.

7. Орбитал квант саны 0-ге тең болған деңгейшікке неше ең көп электрон сияды? А) 32; В) 18; С) 8; D) 2.

2-§. Периодтық заң. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесі

Периодтық заң және химиялық элементтер периодтық жүйесі — химия ғылымының өте үлкен жетістігі, қазіргі заман химиясының негізі. Периодтық жүйе түзгенде атомның негізгі қасиеті ретінде оның атом массасы қабылданды. Д. И. Менделеевтен бұрынғы көптеген химиктер: неміс ғалымдары И. Деберейнер (1780–1849) және Л. М. Мейер (1830–1895), ағылшын Ж. Ньюлендс (1838–1898), француз А.Шанкуртуа (1819–1886) және басқалар химиялық элементтер саралануының түрлі варианттарын ұсынды. Бірақ олар сол кезеңде белгілі болған барлық химиялық элементтерді жүйеге салуға қол жеткізе алмады. Тек орыс ғалымы Д.И.Менделеевтің табиғаттың негізгі заңдарынан бірінің — химиялық элементтердің заңын ашуға қол жеткізуі ғана химиялық элементтердің бірегей жүйесін жасауға мүмкіндік берді.

Д.И.Менделеев өзі ашқан заңды “**периодтық заң**”, деп атады да оның сипаты төмендегіше: **“Қарапайым денелердің қасиеттері, сондай-ақ, элементтер қосылыстарының пішіні мен қасиеттері элементтер атом салмақтарының мәніне периодтық байланысты болып табылады”**. Міне сол заңға сәйкес түрде, элементтердің периодтық жүйесі түзілген, ол периодтық заңды объективті көрсетеді.

Периодтық заң ашылу кезінде тек 63 химиялық элемент белгілі еді. Бұдан тыс, көптеген химиялық элементтер үшін салыстырмалы атом массаларының мәндері дұрыс анықталмаған еді. Бұл жағдай химиялық элементтерді жүйеге салуға аса қиындық туғызатын, өйткені Д.И.Менделеев жүйелеуде салыстырмалы атом массаларының мәндерін негіз етіп алған еді. Мысалы, Бериллийдің салыстырмалы атом массасы 9 орнына 13,5 деп анықталған еді, бұл Бериллийді төртінші орынға емес, сондай-ақ алтыншы орынға жайғастыру керек, деген сөз еді. Бірақ, Д.И.Менделеев Бериллийдің салыстырмалы атом массасы дұрыс анықталмағанына сенімді

еді және сол себепті оны қасиеттердің жиынтығына қарап төртінші орынға жайғастырды. Кейбір басқа элементтерді жайғастыруда да дәл осы сияқты қиындықтар туылды.

Д.И. Менделеев ашқан заңның мәнін түсініп алу үшін салыстырмалы атом массаларының артып отыру тәртібінде жайғастырылған химиялық элементтер қасиеттерінің өзгеріп тұруын тексереміз. Сол кезектілікте әрбір элементке қойылатын цифр тәртіп цифры деп аталады.

Кестеден пайдаланып, төмендегілерді анықтау мүмкін:

1. Қатарда литий Li-ден фтор F жаққа салыстырмалы атом массалары артуы арқылы металдық қасиеттерінің біртіндеп төмендеуі және бейметалдық қасиеттерінің күшеюі бақыланады. Литий Li – металдық қасиеттері айқын анықталған сілтілік металл. Бериллий Be де металдық қасиеттері өте төмендеген, оның қосылыстары амфотер қасиетке ие. Бор B элементінде бейметалдық қасиеттер күштірек, бұл қасиеттер кейінгі элементтерде біртіндеп күшейіп барады да фтор F-да ең жоғары дәрежеге жетеді. Фтордан кейін инерт элемент неон Ne келеді.

2. Литий Li-ден көміртек C жаққа барғанда салыстырмалы атом массаларының мәні артуымен элементтердің оттекті қосылыстарындағы валенттілігі 1-ден 4-ке дейін артып отырады. Бұл қатардағы элементтер көміртек C-дан бастап сутегімен ұшқыш қосылыстар жасайды. Сутекті қосылыстардағы валенттілігі көміртек C-да 4-тен, фтор F-да 1-ге дейін кемейеді.

3. Натрий Na элементінен (тәртіп цифры 11) бастап алдыңғы қатар элементтер қасиеттерінің қайталануы бақыланады. Натрий Na (Литий Li-ге ұқсап) – металдық қасиеттері күшті анықталған элемент, магний Mg-де (Бериллий Be сияқты) металдық қасиеттерінде күшсіздену анықталған. Алюминий Al (Бериллий Be-ге ұқсап) амфотер қасиетті қосылыстар жасайды. Кремний Si (көміртек C сияқты) – бейметалл. Кейінгі элементтерде – фосфор P мен күкірт S-да бейметалдық қасиеттері күшейе түсті. Бұл қатарда ақырғыдан алдыңғы элемент хлор (фтор F сияқты) ең күшті анықталған бейметалдық қасиеттерін көрсетеді. Алдыңғы қатар сияқты бұл қатар да инерт элемент аргонмен аяқталады. Алдыңғы қатардағыға ұқсас, оттекті қосылыстардағы валенттілігі натрий элементінде 1-ден хлор Cl элементінде 7-ге дейін артып отырады. Сутекті қосылыстардағы валенттілігі кремний Si-де 4-тен хлор Cl-да 1-ге дейін кемиді.

4. Калийден (рет саны 19) бастап, типтік сілтілік металдан типтік бейметалл галогенге дейін қасиеттерінің біртіндеп өзгеруі бақыланады. Белгілі болуына қарағанда, элементтер қосылыстарының көрінісі де периодтық қайталанатын екен. Мысалы, литийдің тотығы Li_2O көрінісінде болады. Литийдің қасиеттерін қайталайтын элементтердің: натрий, калий, рубидий, цезий тотықтарының көрінісі де сол сияқты — Na_2O , K_2O , Rb_2O , Cs_2O .

Атом массаларының артып отыруы тәртібінде жайғастырылған элементтердің барлық қатары Д.И. Менделеев периодтарында болды. Әрбір период шекарасында элементтердің қасиеттері заңмен өзгереді (мысалы, сілтілік

металдан галогенге дейін). Периодтарды ұқсас элементтер ажыратып тұратын етіп жайғастырып, Д.И.Менделеев химиялық элементтердің периодтық жүйесін жасады. Мұнда кейбір элементтердің атом массалары түзетілді, әлі табылмаған 29 элемент үшін бос торкөздер қалдырылды.

Периодтық заң және периодтық жүйе негізінде Д.И.Менделеев сол дәуірде әлі табылмаған жана элементтер бар деген қорытындыға келді; олардан 3-еуінің қасиеттерін толық баяндап, оларға шартты атаулар берді — **экабор, экаалюминий және экасилиций**. Д.И.Менделеев әрбір элементтің қасиетін атом аналогтарының қасиеттеріне негізделіп анықтады. Берілген элементті периодтық жүйеде қоршап тұрған элементтерді ол **аналогтар** деп атады. Мысалы, магний элементінің атом массасы атом аналогтарының атом массаларының орташа арифметикалық мәні ретінде есептеп табылды, яғни:

Д.И.Менделеевтің болжамдары кейінірек дәлелденді. Үш элемент Д.И.Менделеев тірі кезінде-ақ ашылды, олардың алдыңғы айтылған қасиеттері тәжірибеде анықталған қасиеттеріне сәйкес келді.

Галлийді — 1875 жылы Лекок де-Буабодран, **скандийді** — 1879 жылы Нильсон және **германийді** — 1886 жылы Винклер тапты.

Қазіргі кезде периодтық жүйені бейнелеудің 500-ден астам варианттары бар. Бұлар периодтық заңның түрлі формадағы көрінісі болып табылады. Д.И.Менделеев 1869 жылы ұсынған химиялық элементтер периодтық жүйесінің бірінші варианты **ұзын формадағы варианты** деп аталады. Бұл вариантта әрбір период бір қатарда жайғастырылған еді. 1870 жылы желтоқсан айында ол периодтық жүйенің екінші вариантын — қысқа формасы деп аталған вариантын жария етті. Бұл вариантта периодтар қатарларға, ал топтар (басты және жанама) топшаларға бөлінген еді.

Периодтық жүйенің қысқа формадағы варианты көп тараған. Бірақ оның маңызды кемшілігі — ұқсас емес элементтердің бір топқа бірлескендігі, яғни онда бас және жанама топшалардағы элементтер қасиеттерінің бір-бірінен үлкен айырмашылығы болады. Бұл элементтер қасиеттерінің периодтығын, белгілі дәрежеде, “көмескілендіреді” және жүйеден пайдалануды қиындатады. Сол себепті кейінгі кездерде, әсіресе, оқу мақсаттарында Д.И.Менделеев периодтық жүйенің ұзын формадағы вариантынан көбірек пайдаланылады.

Периодтық жүйеде көлденеңінен 7 период бар (рим цифрларымен белгіленген), олардан I, II және III периодтар кіші, ал IV, V, VI және VII периодтар үлкен периодтар деп аталады. Бірінші периодта — 2 элемент, екінші және үшінші периодтарда — 8-ден, төртінші және бесінші периодтарда — 18-ден, алтыншы периодта — 32, жетінші периодта 32 элемент жайғасқан. Бірінші периодтан басқа барлық периодтар сілтілік металмен басталады және сирек кездесетін газбен аяқталады.

Периодтық жүйедегі барлық элементтер бір-бірінен кейін кезектесіп келу тәртібінде цифрланған. Элементтердің цифрлары тәртіп немесе атом цифрлары деп аталады.

II және III период элементтерін Д.И.Менделеев *типтік элементтер* деп атады. Олардың қасиеттері типтік металдан сирек кездесетін газ жаққа заңдылықпен өзгереді. Периодтарда элементтер қосылыстарының көрінісі де заңдылықпен өзгереді.

Жүйе 10 қатардан құралған, олар араб цифрларымен белгіленген. Әрбір кіші период бір қатардан, әрбір үлкен период — екі: жұп (жоғарғы) және тақ (төменгі) қатарлардан құралған. Үлкен периодтардың жұп қатарларында (төртінші, алтыншы, сегізінші және оныншы) тек металдар жайғасқан және элементтердің қасиеттері қатарда солдан оңға өтуде кем өзгереді.

Үлкен периодтардың тақ қатарларында (бесінші, жетінші және тоғызыншы) элементтердің қасиеттері қатарда солдан оңға қарай типтік элементтердегі сияқты өзгеріп тұрады. Үлкен периодтардың элементтерін екі қатарға ажыратуға негіз болған маңызды ерекшелігі олардың тотығу дәрежесі болып табылады (Менделеев периодында валенттілік деп аталады). Олардың мәндері периодта элементтердің атом массалары артуымен екі рет қайтарылады. Үлкен периодтарда элементтер қосылыстарының көрінісі де екі рет қайтарылады.

VI периодта лантандан кейін рет сандары 58–71 болған 14 элемент жайғасады, олар лантаноидтар деп аталады. Лантаноидтар кестенің төменгі бөлігіне бөлек қатарда орналастырылған, олардың жүйеде жайғасу кезектілігі торкөзде жұлдызшамен көрсетілген: La*—Lu. Лантаноидтардың химиялық қасиеттері бір-біріне өте ұқсайды.

VII периодта рет саны 90–103 болған 14 элемент актиноидтар тұқымын жасайды. Олар да бөлек — лантаноидтар астына орналасқан, ал тиісті торкөзде олардың жүйеде орналасу кезектілігі екі жұлдызшамен көрсетілген.

Бірақ лантаноидтардан өзгешеленіп, актиноидтарда көлденең аналогия нашар көрінген. Олар қосылыстарында алуан түрлі тотығу дәрежелерін көрсетеді. Мысалы, актинийдің тотығу дәрежесі +3, урандікі +3, +4, +5 және +6. Актинийдің өзектері тұрақсыз болғандығы үшін, олардың химиялық қасиеттерін зерттеу өте күрделі жұмыс болып табылады.

Периодтық жүйеде тік бойынша сегіз топ жайғасқан (рим цифрларымен белгіленген). Әдетте, элементтің ең жоғары оң тотығу дәрежесі топ цифрына тең. Бұл фторға тиісті емес — оның тотығу дәрежесі -1-ге тең; мыс, күміс, алтын +1, +2 және +3 тотығу дәрежелерін көрсетеді; VIII топ элементтерінен тек асмий, рутений және ксенон +8 тотығу дәрежесін көрсетеді.

VIII топта сирек кездесетін газдар жайғасқан. Бұрын олар химиялық қосылыстар жасай алмайды, деп есептелген. Бірақ бұл жағдай дәлелденбеді. 1962 жылы сирек кездесетін газдың бірінші химиялық қосылысы — ксенон тетрафторид XeF_4 алынды. Қазіргі кезде сирек кездесетін элементтер химиясы жедел дамып отыр.

Әрбір топ екі — басты және қатарлас топшаға бөлінген. Бұл периодтық жүйеде біріншіні оңға, ал басқасын солға жылжытып жазумен көрсетілген. Бас топшаны типтік элементтер (II және III периодтарда жайғасқан элементтер) және химиялық қасиеттері жағынан оларға ұқсас болған үлкен периодтардың элементтері құрайды. Қатарлас топша тек металдар – үлкен периодтардың элементтерінен жасалады. Онда гелийдің басты топшасынан тыс үш: қатарлас темір, кобальт және никель топшасы бар.

Бас және қатарлас топшалардағы элементтердің химиялық қасиеттері бір-бірінен едәуір өзгешеленеді. Мысалы, VII топта бас топшаны бейметалдар F, Cl, Br, I және At, қатарлас топшаны металдар Mn, Tc және Re құрайды.

Гелий, неон және аргоннан басқа барлық элементтер оттекті қосылыстар жасайды; оттекті қосылыстардың 8 түрлі көрінісі бар. Олар периодтық жүйеде, көбінесе, жалпы формулалармен өрнектеліп, әрбір топ астында элементтер тотығу дәрежелерінің артып баруы тәртібінде жайғастырылған: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7 , RO_4 , мұнда R – сол топтың элементі. Жоғары тотықтардың формулалары топтың барлық (бас және қатарлас топтар) элементтеріне тиісті болып табылады, элементтер топ цифрына тең тотығу дәрежесін көрсетпейтін жағдайлар бұған қосылмайды.

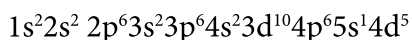
IV топтан бастап, бас топшалардың элементтері газ тәрізді сутекті қосылыстар жасайды. Мұндай қосылыстардың 4 түрлі көрінісі бар. Олар да жалпы формулалармен RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH кезектілікте бейнеленеді.

Химияның ғылым ретінде қалыптасуында периодтық заңның мәні өте үлкен. Периодтық заң негізінде Д.И.Менделеев өте көп элементтердің атом массаларын түзетті. Әлі ашылмаған элементтерге химиялық элементтер периодтық кестесінде орын қалдырды, олардың кейбіреулерінің қасиеттерін, атом массаларын және қайдан іздеу керектігін айтып бере алды. Мысалы, экабор (скандий), экаалюминий (галлий) және экасилиций (германий) элементтері алдын ала болжамданды.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1-есеп. Ядросында 42 протон болған элемент атомының s-,p-,d- және f-электрондар санын анықта.

Шешуі: Есеп шарты бойынша рет саны 42 болған элементтің деңгейшіктерінде электрондардың жайғасуын жазамыз.



Деңгейшіктерде электрондардың нешеуі s, p, d, және f тұқымдарға енетінін анықтаймыз.

s-электрондардан – 9;

p-электрондардан – 18;

d-электрондардан – 15;

f-электрондардан – 0.

2-есеп. Төмендегі алюминий, магний, кремний, фосфор элементтердің атом радиусы кемейп бару тәртібінде жайғасқан қатарды белгіле.

Шешуі. Есеп шарты бойынша элементтердің атом радиустарының кемейіп бару қатарын табу керек. Бұл үшін элементтердің периодтық жүйеде жайғасуын көз алдымызға келтіреміз. Периодтық жүйеде периодта рет саны артуымен атом радиусы кішірейеді. Ал топтарда жоғарыдан төменге қарай атом радиусы артады. Бұл ережелерден пайдаланып, төменгі топ элементтерінен жоғары топ элементтеріне дейінгі элементтерді анықтаймыз. Бұл **Na, Mg, Al, Si** қатары элементтері.

Тақырып бойынша есептер:

1. Жоғары тотықтың жалпы формуласы EO_3 болған элементтердің сутекті қосылыстарының жалпы формуласын тап. А) EH_3 ; В) EH_4 ; С) EH ; D) H_2E .

2. Жоғары тотықтың жалпы формуласы E_2O_5 болған элементтердің сутекті қосылыстарының жалпы формуласын тап. А) EH_3 ; В) EH_4 ; С) EH ; D) H_2E .

3. Жоғары тотықтың жалпы формуласы EO_2 болған элементтердің сутекті қосылыстарының жалпы формуласын тап. А) EH_4 ; В) EH ; С) EH_3 ; D) H_2E .

4. Реттік цифры 20 болған элементтің электрон конфигурациясын жаз және р электрондарының s электрондарға болған қатысын анықта.

5. Реттік цифры 20 болған элементтің электрон конфигурациясын жаз және р электрондардың s электрондарға болған қатысын анықта.

6. Д.И.Менделеев элементтердің периодтық кестесіндегі ІІА топта жайғасқан элемент атомдарында реттік цифры артуымен төмендегі ерекшеліктер қалай өзгереді? 1) сыртқы энергетикалық қабаттағы электрондар саны; 2) электрон қабаттар саны; 3) атом радиусы; 4) протондар саны; 5) иондану потенциалы.

А) 1- өзгермейді; 2, 3, 4-кемиді; 5-артады;

В) 1-кемиді; 2, 4-артады; 3, 5-өзгермейді;

С) 1- өзгермейді; 2, 3, 4- артады; 5- кемиді;

Д) 1- өзгермейді; 2, 4 – артады; 3,5-кемиді.

7. Д.И.Менделеев элементтер периодтық кестесіндегі негізгі топта жайғасқан элементтерде реттік цифр артуымен қайсы қасиеттер бақыланады? 1) атом радиусы; 2) электртерістік; 3) металдық; 4) бейметалдық; 5) атом массасы.

А) 1,3,5 – артады, 2,4 – кемиді;

В) 1,4 – кемиді, 2,3,5 – артады;

С) 1,3,5 – кемиді, 2,4 – артады;

Д) 1,2,3 – кемиді, 4,5 – артады.

3- §. Атом құрамы. Ядро реакциялары

Резерфордтың атом құрылысы модельге сәйкес атом оң зарядталған өлшемдері өте кіші ауыр ядродан құралған. Ядро атомның дерлік барлық массасы жинақталған. Ядро айналасында одан недәуір аралықта электрондар айналып атомның электрондық қабығын жасайды.

Атом, жалпы, электронейтрал, әрбір атом ядросының оң зарядтары саны, сондай-ақ, ядро өрісінде айналатын электрондар саны элементтің рет санына тең. Ең қарапайымы — сутегі (рет саны 1-ге тең) атомының құрылыс сызбасы. Оның ядросының бір оң заряды бор және ядро өрісінде бір электрон айналады. Сутегі атомының ядросы элементарлық түйін болады, ол **протон** деп аталады.

Мырыш атомының рет саны 30-ға тең. Демек, оның оң заряды 30-ға тең және ядро өрісінде 30 электрон айналады. Ядросының оң заряды 78-ге тең болған 78-элемент ядросының өрісінде 78 электрон айналады. Басқа элементтер атомдарының құрылысын да дәл солай ұғыну мүмкін.

Заманалық түсініктер бойынша, барлық элементтер атомдарының ядролары **протон** және **нейтрондардан** (жалпы аты **нуклондар**) құралған. Протонның массасы 1,0073 м.а.б.-ға және заряды +1-ге тең. Нейтронның массасы 1,0087 м.а.б.-ға, ал заряды 0-ге тең (түйін электр нейтрал). Протон мен нейтронның массасын дерлік бірдей деуге болады.

1932 жылы орыс ғалымдары Д. Д. Иваненко мен Е. Н. Гапон ядро құрылысының протон-нейтрон теориясын жасады. Бұл теорияға сәйкес: сутегі атомының ядросынан басқа барлық атомдардың ядролары Z протондар мен $(A-Z)$ нейтрондардан құралған, Бұнда Z — элементтің тәртіп саны, A — масса саны. Масса саны A атом ядросындағы протондар Z мен нейтрондардың N жалпы санын көрсетеді, яғни,

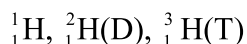
$$A = Z + N$$

Протон мен нейтрондарды ядрода ұстап тұратын күштер **ядро күштері** деп аталады. Бұлар өте қысқа аралықтарда (10^{-15} м айналасында) ықпал ететін орасан үлкен күштер болып, итерілу күштерінен үлкен болады.

Ядрода атомның дерлік барлық массасы жиналған. Мысалы, хлор атомында электрондар үлесіне $1/1837 \times 17 = 0,009$ бөлігі (хлор атомы массасының 0,03 %) тура келеді. Ядроның массасына қатысты электрондардың массасын есепке алмау мүмкін. Ядроның қасиеттері, негізінен, протон мен нейтрондар саны, яғни ядроның құрамымен анықталады. Мысалы, оттегі атомының ядросында 8 протон және $16 - 8 = 8$ нейтрон болады.

Тексерулердің нәтижесі бойынша, табиғатта бір элементтің массасы түрліше болған атомдары бар болуы мүмкін. Мысалы, хлордың массасы 35 және 37 болған атомдары ұшырайды. Бұл атомдардың ядроларында протондар саны бірдей, бірақ нейтрондардың саны түрліше болады.

Бір элементтің ядро зарядтары бірдей, бірақ масса сандары түрліше болған атом түрлері **изотоптар** деп аталады. Әрбір изотоп екі шама: масса саны (тиісті химиялық элемент белгісінің сол жағының жоғарысына жазылады) және рет санымен (химиялық элемент белгісінің сол жағының төменіне жазылады) сипатталады. Мысалы, сутегінің протий, дейтерий және тритий атты изотоптары төмендегіше бейнеленеді:



Барлық химиялық элементтердің изотоптары болатыны белгілі. Мысалы, оттегінің масса: ${}^{16}_8\text{O}$; ${}^{17}_8\text{O}$; ${}^{18}_8\text{O}$; болған изотоптары бар: Аргонның изотоптары: ${}^{36}_{18}\text{Ar}$; ${}^{38}_{18}\text{Ar}$; ${}^{40}_{18}\text{Ar}$; Калийдің изотоптары: ${}^{39}_{19}\text{K}$; ${}^{40}_{19}\text{K}$; ${}^{41}_{19}\text{K}$;

Элементтің атом массасы оның барлық табиғи изотоптары массаларының сол изотоптардың таралу дәрежесі ескерілген орташа мәніне тең.

Изотоптар орташа атом массасын есептеу формуласын төмендегі көріністе жазуымыз мүмкін:

$$A_{\text{орташа атом масса}} = \omega_1 Ar_1 + \omega_2 Ar_2 + \omega_3 Ar_3$$

Мысалы, табиғи хлордың 77,5 % масса саны 35 болған изотоптан және 22,5 % масса саны 37 болған изотоптан құралған; хлор атомының орташа атом массасын табамыз:

$$A_{\text{Cl}} = 0,775 \cdot 35 + 0,225 \cdot 37 = 35,45$$

Табиғи элементтер арасында масса сандары өзара тең, бірақ ядро зарядтары әр түрлі болған элементтер — **изобарлар** деп аталады.

Мұндай түйіршіктерге мысал ретінде атом массалары 40-қа тең болған калий және аргонды, атом массалары 54-ке тең болған хром мен темірді, атом массалары 123-ке тең болған сүрме және теллурлерді атап өту мүмкін. Изотоптар мен изобарлардағы ядро түйіршіктер құрамы әр түрлі болған тағы да бір топ түйіршіктер — **изотондар** да белгілі.

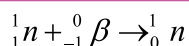
Атомдар ядросында нейтрондар саны бірдей болған түйіршіктер **изотондар** деп аталады. Электрондар саны бірдей болған атом (молекула немесе ион) түйіршіктер **изоэлектрондар** деп аталады.

Изотондарға мысалдар: ${}^{136}_{54}\text{Xe}(54+82n)$, ${}^{138}_{56}\text{Ba}(56p+82n)$, ${}^{139}_{57}\text{La}(57p+82n)$

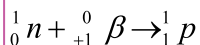
Атом ядросындағы протон мен нейтрондардың өзара әсерлесуінде төрт негізгі үдеріс бақыланады:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Электрон құлау; | 3. Позитрон қамту; |
| 2. Позитрон ажыралу; | 4. Электрон ажыралу; |

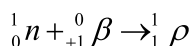
1. Атом ядросындағы 1 протон мен 1 электронның тартылуы нәтижесінде протоннан нейтрон жасалуы, яғни **электрон құлау** бақыланады. Бұл жағдайда реттік цифр бір бірлікке кемиді, ал масса саны өзгермейді



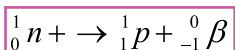
2. Нейтроннан протон жасалу үдерісі, яғни позитрон қамтуда атомның масса саны өзгермейді, ал заряды бір бірлікке артады:



3. **Позитрон ажыралу** үдерісінде (протонның нейтронға айналу үдерісі) атом масса өзгермей ядро зарядының бір бірлікке кемеюі бақыланады:



4. **Электрон ажыралу** (нейтронның протонға айналуы) үдерісінде атом масса өзгермейді. Бірақ заряды бір бірлікке артады



Жоғарыда атап өтілген ой жүгіртулер химиялық элементке жаңа сипат беруге және периодтық заң сипатын анықтауға мүмкіндік туғызады.

Химиялық элемент — ядро зарядтары бірдей болған атомдар қосындысынан құралған.

Элементтердің қасиеттері, сондай-ақ, элементтер қосылыстарының қасиет пен формалары олардың ядро зарядына периодтық түрде байланысты болып табылады.

Ядро реакциялары — бұл атом ядроларының элементар түйіршіктермен және бір-бірімен өзара әсерлесуі нәтижесіндегі өзгерісі.

Ядро реакциялары табиғатта және жасанды тәсілде болады. Табиғи ядро реакциялары радиоактивтік элементтердің ыдырауынан жасалады. Радиоактивтік элементтер өзінен α -, β -, γ - сәуле шығарып, басқа элемент ядроларын жасайды.

α -сәулелену (α -түйін) оң зарядты түйіршіктер, гелий ядросына тура келеді. Күшті иондау қасиетіне ие, 0,01 мм-ден кем қалыңдықтағы металл кедергілерден өте алады.

β -сәулелену (β -түйін) теріс зарядты (-1) болып, электрондар ағысынан құралған, 0,01 м қалыңдықтағы кедергіден өте алады.

γ-сәулелену рентген сәулелеріне ұқсас, күшті өту (сіңу) қасиетіне ие; 0,1 м қалыңдықтағы кедергіден өте алады. Атом ядросындағы энергия кемиді, бірақ массасы мен заряды өзгермейді.

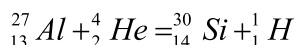
Ядро реакциялары β-ыдырау, α- ыдырау сияқты негізгі түрлерге бөлінеді. α- ыдырауда элементтің рет саны 2 бірлікке кемиді.

β-ыдырауда элементтің рет саны бір бірлікке артып, ядроның масса саны өзгермей қалады. Кейбір ядро реакцияларында позитрон ($+{}^1_0e$) немесе ($+\beta$) түйін пайда болып, ядроның масса саны өзгермей, рет саны *бір бірлікке кемиді*. Кейбір ядро реакцияларында ядро β-түйінді қосып алады. Мұнда рет саны бір бірлікке кемиді, ядро массасы өзгермейді.

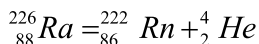
Ядро реакциялары арқылы радиоактивтік ерекшелігі бар изотоптар (ра-диоактив изотоптар) алынады. Олардың барлығы тұрақсыз және радиоактивтік ыдырау нәтижесінде басқа элементтердің изотоптарына айналады.

Барлық химиялық элементтердің радиоактивтік изотоптары алынған. Олардың дерлік 1500 түрі белгілі. *Тек радиоактивтік изотоптардан құралған элементтер радиоактивтік элементтер деп аталады*. Бұлар Z=43, 61 және 84 — 105 элементтері болып табылады.

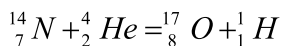
Мұндай реакциялардың теңдеулерін жазу элементтердің масса және зарядтары қосындысы өзгермейтіндігіне негізделген. Мұнда теңдеудің сол бөлігінде массалар қосындысы мен зарядтар қосындысы теңдеудің оң бөлігіндегі массалар қосындысы және зарядтар қосындысына тең болуы керек. Мысалы:



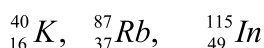
Бұл теңдеу алюминий атомы α-түйінмен өзара әсерлескенде кремний атомы мен протон жасалуын көрсетеді. Радийдің радиоактивтік ыдырап, радон мен гелий жасалуын төмендегіше жазу мүмкін:



1919 жылы Резерфорд азот атомдарының ядроларын α-түйіршіктермен бомбалап, бірінші рет жасанды түрде ядро реакциясын амалға асырды:



Тұрақты (радиоактивтік емес) изотоптардан 300-ге жуығы белгілі. Д.И.Менделеев элементтердің периодтық жүйесіндегі көптеген химиялық элементтер сондай изотоптардан құралған. Кейбір элементтерде тұрақты изотоптармен бірге ұзақ уақыт жасайтын радиоактивтік изотоптар да болады. Бұлар:



Д.И.Менделеев периодтық жүйесінде ураннан кейін тұрған (трансуран) элементтері радиоактивтік болып есептеледі. Олар тұрақты изотоптарға ие емес. Ядро ыдырау құбылысы есебіне мұндай элементтер атомдары біршама тұрақты атомға айналады. Атом ядроларының бөлінуі оларға элементар түйіршіктер, көбінесе нейтрондар әсерінде болады. Уран – 235 ядросының бөлуін төмендегіше жазуға болады:



Ядро реакторларында нейтрондарды әсер еткізу арқылы барлық трансуран элементтерінің изотоптарын алу мүмкін. Сол сияқты әдістерде 118-элементке дейінгі трансуран элементтер изотоптары алынған.

Радиоактивтік препараттар көптеген ауруларды емдеуде және аурудың себептерін анықтауда кең қолданылады. Обыр (рак) ауруындағы қауіпті ісіктер бар екендігін анықтау үшін ісіктердегі жасушалардың радиоактивтік элементтерді жұтып қалу қасиетінен пайдаланылады. Мысалы, қауіпті ісіктерді анықтауда таңбаланған фосфор -32 изотобы болған натрий фосфаты қолданылады. Егер йод – 31 болған натрий йодид қолданылса, қалқан тәрізді бездегі ауруларды талдауда пайдаланылады.

Хроникалық лейкозды емдеуде, таңбаланған фосфор-32 изотобы, мырыш-65 және алтын-198 нуклидтері мен натрий фосфаты бұйырылады. Радиоактивтік кобальт-60 изотобы тарататын ү-сәулелермен обыр ауруларын емдейді. Бұл изотоп ыдырағаны үшін де оны ағзаға енгізіледі, мыс-64, күміс-110 және алтын-198 радионуклидтері ағзадағы заттар алмасуы үдерістерін зерттеу үшін радиоактивтік айқындағыш ретінде қолданылады.

Әрбір уран ядросы ыдырауы өте үлкен мөлшерде энергия ажыралуымен жүреді. Заманалық ядро энергетикасының негізі уран ыдырауы реакциясына негізделген.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1- есеп. Сутегінің 3 түрлі изотобы (${}^1\text{H}$; ${}^2\text{D}$; ${}^3\text{T}$) және оттегінің ${}^{17}\text{O}$ мен ${}^{18}\text{O}$ -лі изотобынан неше түрлі су молекуласы жасалады?

Шешуі: Жасалған су молекулалары санын анықтау үшін төмендегі кесте түзіп алынады:

	HH	DD	TT	HD	HT	DT
${}^{17}\text{O}$	HH ${}^{17}\text{O}$	DD ${}^{17}\text{O}$	TT ${}^{17}\text{O}$	HD ${}^{17}\text{O}$	HT ${}^{17}\text{O}$	DT ${}^{17}\text{O}$
${}^{18}\text{O}$	HH ${}^{18}\text{O}$	DD ${}^{18}\text{O}$	TT ${}^{18}\text{O}$	HD ${}^{18}\text{O}$	HT ${}^{18}\text{O}$	DT ${}^{18}\text{O}$

Жауабы: 12 түрлі су молекуласы жасалынды.

2-есеп. ^{51}Cr -изотобы ядросындағы зарядсыз нуклондар барлық элементар түйіршіктер саны қосындысының неше пайызын құрайды?

A) 40; B) 36; C) 55,65; D) 34,.

Шешуі. Алдын $p + n + e^-$ ден пайдаланып ^{51}Cr -изотобы ядросындағы барлық элементар түйіршіктері қосындысы есептеледі. Хром ^{51}Cr -изотобы ядросында 24 электрон, 24 протон және 27 нейтрон бар болса, $p+n+e=24+24+27=78$ -ге тең болады.

78 элементар түйін _____ 100 %-ды құраса,

27 зарядсыз нейтрон _____ x %-ды құрайды.

Жауабы: 34,615. %

3-есеп. Изотоп ядросы 82 нейтрон және 40,58 % протоннан құралған. Изотоптың салыстырмалы атом массасын тап.

A) 206; B) 136; C) 138; D) 135.

Шешуі: Атомдағы протон мен нейтрондар 100 пайызды құрайды.

$$p \% + n \% = 100 \%$$

$$n \% = 100 \% - p \% = 100 - 40,58 = 59,42 \%$$

Изотоп ядросында 82 нейтрон бар екендігі есеп шартынан белгілі, содан пайдаланып, изотоп ядросындағы протондар санын анықтап аламыз. Изотоп ядросының 40,58 %-ын протон құраса, ал 59,42 %-ын нейтрон құрайды.

40,58 % протон.....59,42 % нейтрон

x протон.....82 нейтрон

Изотоп ядросында 56 протон бар екендігі белгілі болса, оның салыстырмалы атом массасы төмендегі формуламен анықталады:

$$A_r = p + n = 56 + 82 = 138$$

Жауабы:138.

4-есеп. Изотоп ядросының құрамындағы элементар түйіршіктер жалпы қосындысына ($p + n + e$) қарағанда 30,6 %-ын протон құраса, изотоптың салыстырмалы атом массасын анықта. (Изотоп ядросында 33 нейтрон бар деп есепте.)

Шешуі. Нейтрал атомда протон саны электрон санына тең болады. Изотоп ядросының 30,6 %-ын протон құраса, 30,6 %-ын электрон құрайды. Егер $p + n + e^- = 100 \%$ болса, онда $n = 100 - (p + e^-)$ болады. $n = 100 - (30,6 + 30,6) = 38,8 \%$, демек, изотоп ядросының 38,8 %-ын нейтрон құрайды.

30,6 % p 38,8 % n

x p 33 n

Изотоптың салыстырмалы атом массасы: $A_r = p + n = 26 + 33 = 59$ -ға тең.

Тақырып бойынша есептер:

1. Изоэлектрондар берілген қатарды тап. 1) Ca^{2+} ; 2) Na^+ ; 3) K^+ ; 4) Cl^- ; 5) P^{3-} ; 6) Ne ; A) 1; 2 B) 2; 5 C) 3; 6 D) 1; 4.

2. Изотоптар берілген қатарды тап. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) ^{37}Cl ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 1; 3 B) 2; 5 C) 3; 6 D) 4; 6.

3. Изотоптар берілген қатарды тап. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) Cl ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 1; 5 B) 4; 6 C) 1; 2; 3; D) 1; 2.

4. Изотоптар берілген қатарды тап. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) Cl ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 4; 6 B) 2; 3 C) 3; 6 D) 1; 5.

5. Fe-изотобы ядродағы зарядсыз нуклондар жалпы элементар түйіршіктері саны қосындысының неше пайызын құрайды?

A) 47,3; B) 32,1; C) 52,7; D) 35,8.

6. Cu-изотобы ядросындағы зарядсыз нуклондар жалпы элементар түйіршіктері саны қосындысының неше пайызын құрайды?

A) 36,9; B) 31,5; C) 46,0; D) 53,9.

7. Изотоп ядросы 74 нейтрон және 41,73 % протоннан құралған. Изотоптың салыстырмалы атом массасын тап. A) 137; B) 127; C) 131; D) 119.

8. Изотоп ядросы 81 нейтрон және 40,87 % протоннан құралған. Изотоптың салыстырмалы атом массасын тап. A) 137; B) 127; C) 131; D) 119.

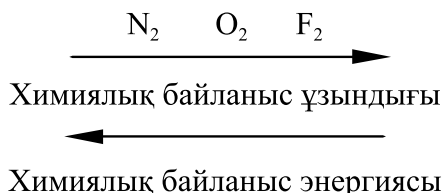
4-§. Химиялық байланыс түрлері. Кристалл торлар

Химиялық байланыс дегенде атомдардың өзара әсерлесуі нәтижесінде молекулалар, иондар, радикалдар және кристаллдардың өзара байланысы түсініледі. Химиялық байланыс жасалғанда: атомдардың жұптаспаған электрондары; бір орбиталда жайғасқан жұп электрондар; бос (вакант) орбиталдар қатысуы мүмкін.

Химиялық байланыс энергиясы, байланыс ұзындығы, байланыстар арасындағы бұрыш (валент бұрышы) және байланыс тәртібі химиялық байланыстардың негізгі сипаты болып есептеледі. Химиялық байланысты үзу үшін қажет болған ең кем энергия мөлшері **байланыс энергиясы** деп аталады. Ол E мен белгіленіп, кДж/моль және ккал/моль-да өлшенеді. Байланыс энергиясы қанша үлкен болса, байланыс сонша тұрақты болады. Байланыс энергиясының мәні өзара қосылатын атомдардың табиғатына, байланыс түрі мен тәртібіне байланысты болады.

Химиялық **байланыстың ұзындығы** r әрпімен белгіленіп, A (nm) да өрнектеледі. Байланыстың ұзындығы деп, химиялық байланыстың жаса-

луында қатысқан атомдар ядролары арасындағы аралық түсініледі. Үш газ молекуласын көретін болсақ солдан оңға қарай химиялық байланыс энергиясы кемиді, ал ұзындығы артады.



Химиялық байланыстар арасындағы бұрыш **валент бұрышы** деп аталады. H_2O молекуласында $\text{H} - \text{O}$ байланысы арасындағы валент бұрыш $104,5^\circ$, CH_4 молекуласында байланыстар арасындағы бұрыш $109,5^\circ$ -ға тең.

Өзара химиялық байланыс жасаған атомдар арасында пайда болған байланыстар **байланыс тәртібі** деп аталады. Ол бірінші, екінші (қосбайланыс), үшінші (үшбайланыс) және кей жағдайларда төртінші болуы мүмкін. Байланыстар тәртібі артуымен байланыстың тұрақтылығы артады, ұзындығы қысқарады.

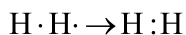
Атомдар бірінші кезекте жұптаспаған электрондар есебіне химиялық байланыс жасайды. Химиялық байланыстардың **ковалент, ионды, металл және сутегі** сияқты түрлері бар.

Электрон жұптар арқылы жүзеге келетін химиялық байланыс ковалент байланыс деп аталады. Бұл екі электронды және екі орталықты (екі ядроны ұстап тұрады) байланыс болып табылады. Ковалент байланыс пайда болғанда атомның сыртқы электрон қабатындағы күллі тақ электрондар және кейде жұп электрондар да қатысады.

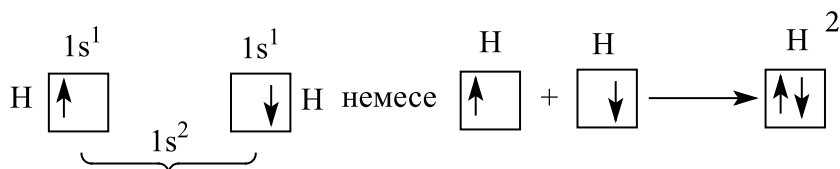
Пайда болған химиялық байланыстар электрон бұлттардың жайғасуына қарай σ -“сигма” және π -“пи” байланыстарға бөлінеді. **Сигма байланыс** – екі қосылатын атомдардың ядроларын ұштастыратын түзу сызық (сызықтар) бойлай жайғасқан байланыстар болып табылады.

π -байланыс бастықта σ -байланысқа қарағанда перпендикуляр жайғасқан жазықтық бойынша электрон орбиталдардың өзара қапталуынан пайда болатын байланыс болады. π -байланыстар негізінен қосбайланыс немесе үшбайланыс жасалғанда жүзеге келеді. Барлық бірінші байланыстар, қос және үшбайланыстардан бірі σ -байланыстар болады, қалғандары π -байланыстар, олар σ -байланыстарына қарағанда күшсіз болып табылады.

Химиялық байланыстарды түрліше өрнектеу қабылданған. Мысалы, элементтің химиялық белгісіне қойылған нүктелер көрінісіндегі электрондар көмегінде. Мұнда сутегі молекуласының жасалуын төмендегі сызбамен өрнектеу мүмкін:



Сондай-ақ, квант торкөздер (орбиталдар) көмегінде, мұнда қарама-қарсы спинді екі электрон бір молекуляр квант торкөзде орналасу ретінде көрсетіледі:



Органикалық химияда коваленттік байланыстың электрондар жұбы сызықшамен (штрихпен) көрсетіледі (Мысалы, $\text{H} - \text{H}$).

Коваленттік байланыстың екі түрі: **полюссіз** және **полюсті** байланыс бар.

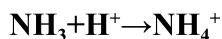
Полюссіз коваленттік байланыс. Электртерістіктері бірдей болған атомдар өзара ықпалдақанди коваленттік полюссіз байланысты молекулалар жасалады. Бұндай байланыс H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 сияқты жай заттардың молекулаларында болады.

Полюсті коваленттік байланыс. Электртерістіктері жағынан бір-бірінен қатты өзгешеленбейтін элементтердің атомдары өзара әсерлескенде ортақ электрон жұп электр терістігі үлкенірек болған атом жаққа жылжиды. Нәтижеде ковалент полюсті байланыс жасалады. Полюсті байланыс молекулалар қатарына: H_2O , NH_3 , HCl , HF , HBr , HJ , H_2S , H_2Se , H_2SO_4 ларды енгізу мүмкін.

Коваленттік байланыс жасалудың басқаша — донор-акцепторлы механизмі де болуы мүмкін. Бұл жағдайда химиялық байланыс бір атомның екі электронды бұлты мен басқа атомның бос орбиталы есебіне жүзеге келеді. Мысал ретінде аммоний ионы NH_4^+ -ның пайда болу механизмін қарастырамыз. Аммиак молекуласында азот атомының бөлінбеген электрондар жұбы (екі электронды бұлты) болады:



Сутегі ионында $1s$ - орбитал бос (толмаған); оны былай белгілеу мүмкін: H^+ . Аммоний ионы пайда болуында азоттың екі электронды бұлты азот пен сутегі атомдары үшін ортақ болып қалады, яғни ол молекуляр-электрон бұлтқа айналады. Демек, төртінші ковалент байланыс жүзеге келеді. Бұл байланыс донор акцепторлы байланыс деп аталады.



N донор

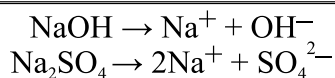
H⁺ акцептор

Ион байланыс

Электртерістігі жағынан бір-бірінен қатты өзгешеленетін атомдар өзара ықпал еткенде ион байланыс пайда болады. Ион байланыс электрстатистикалық теория негізінде түсініледі. Бұл теорияға сәйкес атомның электрон беруі немесе электрон қосып алуы нәтижесінде пайда болатын қарама-қарсы зарядты иондар электрстатистикалық күштер арқылы өзара тартылып, олардың сыртқы қабатында 8 (октет) немесе 2 (дублет) электроны бар тұрақты жүйе жасайды. Мысалы, типтік металдар (литий Li, натрий Na, калий K), типтік бейметалдар, негізінен, галогендер мен ион байланыс жасайды.

Ион байланысты заттар кристалл жағдайда кездеседі. Сондай-ақ, сулы ерітінділерде ион байланысты молекулалар орнына оларды құрайтын иондар болады. Ион байланыс сілтілік металдардың галогенидтерінен тыс сілті және тұздар сияқты қосылыстарда да бар болады. Мысалы, натрий гидроқышқыл NaOH және натрий сульфат Na_2SO_4 -да ион байланыстар тек натрий және оттегі атомдары арасында ғана бар (басқа байланыстардың барлығы ковалент полюсті байланыстардан құралған) болады.

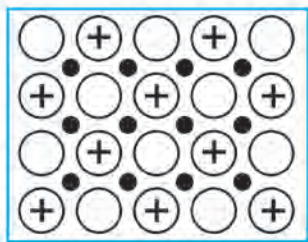
Сондықтан да сілті және тұздар судағы ерітінділерде төмендегіше диссоциацияланады:



Химиялық байланыс түрлерінің арасына қатаң шек қою қиын. Көптеген қосылыстарда химиялық байланыс аралық жағдайды игереді; мысалы, күшті полюсті химиялық байланыс ион байланысқа жуық болады. Сол химиялық байланыс өз ерекшелігімен ион байланысқа жақын болса, оны ион байланыс деп, ковалент байланысқа жақын болса, ковалент байланыс деп ұғынылады.

Металл байланыс

Біршама бос электрондардың металл иондарымен өзара әсерлесуі нәтижесінде пайда болатын байланыс **металл байланыс** деп аталады. Металл байланыс сұйық Hg-дан тыс барлық металдарға тән.



Металл иондары



Металл атомдары



Электрондар

Металдардың балқу және қайнау температурасының жоғарылығы, металл сыртынан жарық пен дыбыстың қайтуы, олардан жылулық және электр тогының жақсы өтуі, соққы ықпалында тегістелуі сияқты қасиеттер металдардың ең маңызды физикалық қасиеттері болып табылады. Бұл қасиеттер тек металға тән болған металл байланыс бар екендігін білдіреді.

Сутегі байланыс

Бір молекуланың сутегі атомы мен басқа молекуланың күшті электртерістік элемент (O, F, N) атомы арасында жүзеге келетін байланыс **сутегі байланыс** деп аталады.

Не себептен тек сутегі атомы сондай бөлек химиялық байланыс жасайды, деген сұрақ туылуы мүмкін. Мұның себебі, сутегі атомының радиусы өте кіші екендігінде, деп жауап беруге болады.

Кейбір мысалдарды тексеріп көреміз. Біз, әдетте, су құрамын химиялық формула H_2O арқылы көрсетеміз. Бірақ мұндай көрсетуіміз онша толық емес. Судың құрамын $(H_2O)_n$ формуласымен көрсетсек, дұрыс болатын еді (бұл жерде $n = 2, 3, 4$ және сол сияқты). Бұның дұрыс екендігінің себебі, суда кейбір молекулалар бір-бірімен сутегі байланыстар арқылы байланысқан болады. Бұны сызба түрде төмендегіше көрсету мүмкін:



Сутегі байланысын нүктелер көрінісінде көрсету қабылданған. Бұл байланыс ионы және ковалент байланыстарға қарағанда недәуір бос, бірақ жай молекулалараралық өзара әсерге қарағанда мейлінше мықты байланыс есептеледі.

Кристалл тор түрлері

Бізге белгілі, заттар үш түрлі: **газ**, **сұйық** және **қатты** агрегаттық күйде болуы мүмкін. Заттың газ және сұйық күйінде түйіршіктері тәртіпсіз жайғасқан болады, бұл түйіршіктер арасындағы өзара тартылу күші түйіршіктерді бір орында ұстап тұру үшін жеткілікті емес, сондықтан мұндай агрегаттық күйдегі заттардың белгілі көрінісі болмайды. Қатты денелер, сұйық және газ тәрізді денелердің көрінісі бойынша, белгілі дербес көрініске ие болып, бұл көріністі қандай жағдайда тұрғанына қарамай сақтап қалады.

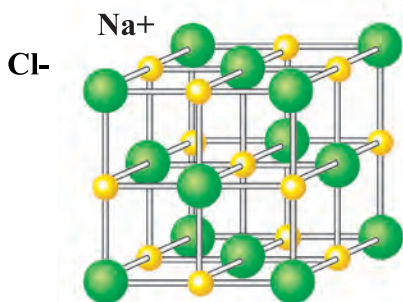
Қатты заттардың ішкі түзілісіне, яғни түйіршіктерінің бір-біріне қатысты қандай тәртіпте орналасқанына қарай **кристалл** және **аморф** заттарға бөлінеді. Бір заттың өзі әрі кристалл, әрі аморф күйде болуы мүмкін (мысалы, кристалл күйдегі кварц, аморф күйдегі құмтопырақ), бірақ кристалл күй әрқашан аморф күйге қарағанда тұрақты болады.

Кристалл заттарда түйіндер белгілі тәртіппен жайғасқан болады да бастық кристалл торды жасайды. Бастық кристалл тордың көп рет қайталанып, дененің бүтін мөлшерін жасайтын бөлігі **элементар ұяшық** деп аталады.

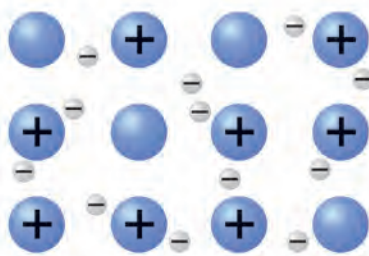
Кристалл торлар түйіндердің бастықта жайғасу ерекшелігі және түйіндер арасындағы өзара әсер түріне қарап **молекуляр, атомды, ионды және металл торларға** бөлінеді.

Молекуляр кристалл торлы заттарда кристалл тор түйіндерінде нейтрал молекулалар болады. Сол себепті молекуляр тор біраз бос және онда молекулалар өз қасиеттерін сақтап қалған болады.

Ионды кристалл тор түйіндерінде иондар жайғасқан болады. Мысалы, натрий хлорид (ас тұзы) кристалл торын алып көрейік. Онда әрбір натрий ионы алты хлор ионымен, ал әрбір хлор ионы алты натрий ионымен қоршап алынған. Натрий ионы оң, ал хлор ионы теріс зарядты болғаны үшін бұл зарядталған түйіндер өзара электростатистикалық күштермен тартылып тұрады, демек, мұндай заттар молекулаларында ионды байланыс бар болады. Дерлік барлық тұздар, кейбір тотықтар мен негіздердің кристалл торлары ионды болады.



NaCl кристалл торы



Металл кристалл тор

Атом кристалл тор жасаған заттарда тор өзара пысық коваленттік байланыспен байланысқан электрнейтрал атомдардан құралған болады.

Металл кристалл торда оң иондар тербеліс әрекет жағдайында тұрады: теріс иондар арасында бос электрондар барлық бағыттарда тәртіпсіз әрекетте болады. Бұл электрондар тордың ішінде бір ион екінші жаққа еркін ығысып жүргендігі үшін бос электрондар деп аталады.

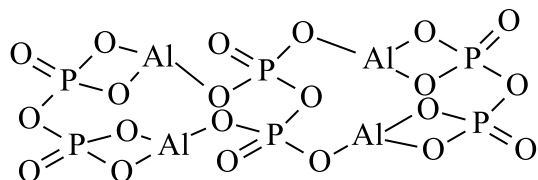
Металдардың электр, жылу өткізгіштігі, магниттік қасиеттері және металдарға тән басқа қасиеттер сол бос электрондармен байланысты болады.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1-есеп. Алюминий профосфат молекуласында δ және π байланыстар санын анықта.

- A) 38; 6; B) 36; 4; C) 36; 6; D) 35; 4.

Шешуі: $\text{Al}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3$ – алюминий пирофосфат түзіліс формуласын жазамыз және сигма және пи байланыстарды санаймыз.



Демек алюминий прифосфат молекуласында 36 δ және 6 π байланыстар бар.

2-есеп. Полюссіз коваленттік байланысты молекулалар жұбын көрсет.

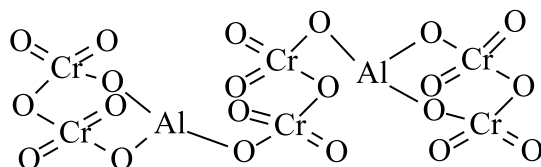
A) MgI_2 , SO_2 ; B) NaBr , HBr ; C) S_8 , F_2 ; D) HBr , PH_3 .

Шешуі: Бұл заттардан S_8 ға F_2 -лар полюссіз ковалент байланысына ие. Өйткені заттарда күкірт және фроттар өз атомдарымен біріккен. Бұл заттарда электртерістіктер айырмашылығы “0”-ге тең. Электртерістіктердің айырмашылығы “0” болса, молекуладағы байланыс полюссіз болады.

3-есеп. Алюминий дихромат молекуласында δ және π байланыстар нешеуден болады?

Шешуі: $\text{Al}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)_3$ -ті түзілу формуласын жазамыз және сигма мен пи байланыстарды санаймыз.

Демек, алюминий дихромат молекуласында 30 δ және 12 π байланыстар бар.



4-есеп. Төмендегі қосылыстардың қайсылары ионды байланысқа ие?

1) цезий фторид; 2) аммиак; 3) калий хлорид; 4) сутегі тотық; 5) кальций тотық; 6) күкірт (VI) тотық.

Шешуі. Цезий фторид CsF , калий хлорид KCl , кальций тотық CaO -лерде ион байланыс бар. Өйткені оларда электртерістіктер айырмашылығы 1,7 (2,0)- ден үлкен заттарда ион байланыс болады.

Цезий фторидта $\text{Cs} = 0,7$; $\text{F} = 4,1$; $4,1 - 0,7 = 3,3$.

Калий хлоридта $\text{K} = 0,8$; $\text{Cl} = 3$; $3 - 0,8 = 2,2$.

Кальций тотықта $\text{Ca} = 1$; $\text{O} = 3,5$; $3,5 - 1 = 2,5$.

Демек, бұл үш қосылыс ион байланысы болады.

5-есеп. Келтірілген қосылыстардың қайсысында полюсті коваленттік байланыс ең күшті өрнектелген:

A) сутегі хлорид;

B) сутегі тотық;

C) аммиак;

D) азот (II) тотық.

Шешуі. Бұл заттарда электртерістіктер айырмашылығын анықтау керек.

Бірінші затта $Cl = 3,0$; $H = 2,1$; $3 - 2,1 = 0,9$, айырмашылығы $= 0,9$.

Екінші затта $O = 3,5$; $H = 2,1$; $3,5 - 2,1 = 1,4$, айырмашылығы $1,4$.

Үшінші затта $N = 3,0$; $H = 2,1$; $3 - 2,1 = 0,9$, айырмашылығы $= 0,9$.

Төртінші затта $O = 3,5$; $N = 3$; $3,5 - 3 = 0,5$, айырмашылығы $= 0,5$.

Демек, бұл заттар ішінде сутегі тотығында (су) коваленттік байланыс ең полюсті есептеледі.

Тақырып бойынша есептер:

1. Перхлорат қышқыл молекуласында нешеуден σ - және π - байланыстар болады? A) 10;6; B) 5;3; C) 4;2; D) 8;4.

2. Калий перманганат молекуласында нешеуден σ - және π - байланыстар болады? A) 10;6 B) 5;3 ; C) 4;2; D) 8;4.

3. Стронций фосфат молекуласында нешеуден σ - және π - байланыстар болады? A) 21;3 B) 7;1 ; C) 14;2 ; D) 28;4.

4. Кальций фосфат молекуласында нешеуден σ - және π - байланыстар болады? A) 7; 1; B) 21; 3 ; C) 14; 2; D) 28; 4.

5. Құрамында 2 π - байланыс болған молекулаларды анықта. 1) азот; 2) оттегі; 3) метан; 4) күкірт (VI) тотық; 5) ацетилен; 6) көмір қышқыл газы. A) 1, 6; B) 3, 4 ; C) 2, 3, 4; D) 1, 5, 6.

6. Молекуласында ион байланыс бар болған тотықтарды көрсет. 1) хром (III) тотық; 2) цезий тотық; 3) хлор (V) тотық; 4) күкірт (IV) тотық; 5) фосфор (V) тотық; 6) кальций тотық A) 4,5,6; B) 1,2,6; C) 3,4,5; D) 1,5,6.

7. Төмендегі заттардың байланыс полюстігі артып отыру тәртібінде орналастырылған қатарын тап. 1) CH_4 ; 2) NH_3 ; 3) H_2O ; 4) HF ; A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4; D) 3,2,4,1.

8. Төмендегі заттардың байланыс полюстігі артып отыру тәртібінде орналастырылған қатарын тап. 1) HCl ; 2) H_2S ; 3) PH_3 ; 4) SiH_4 ; A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4 ; D) 3,4,2,1.

2-БӨЛІМ. ЗАТТЫҢ ҚҰРАМЫ

5-§. Заттың құрамы

Химиялық заттар оларды құраған элементтерге қарай жай және күрделі заттарға бөлінеді. Бірдей элемент атомдарынан құралған заттар **жай заттар**, ал әр түрлі элемент атомдарынан құралған заттар **күрделі заттар** деп аталады.

Зат құрамының өлшем бірлігі моль есептеледі.

Моль деп, заттың ^{12}C изотобының $6,02 \cdot 10^{23}$ C-атомдары санына тең түйін (молекула, атом, ион) сақтаған мөлшерін айтады. Заттың массасы және құрамы әр түрлі ұғымдар болып табылады. Масса грамм мен килограмдармен, ал зат құрамы мольдермен есептеледі. Мысалы, судың молекуляр массасы 18 у. б. ға тең. Судың 1 молі 18 грамға тең болады.

Сонымен бірге, химиялық есептеулерде 1 киломоль (кмоль) 1000 мольге тең, 1 ммоль 0,001 мольге тең болады.

Заттың „моль“дер санын, массасын m және молярлық массасын M -мен белгілесек, бұл үш шамалар арасында төмендегі байланыстар бар:

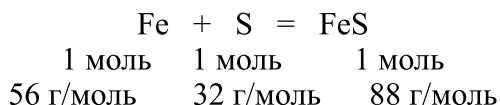
$$n_{(\text{моль})} = \frac{m_{(\text{грамм})}}{M_{(\text{грамм/моль})}}$$

Бұл формуладан заттардың құрамын есептеуде өте кең пайдаланылады. Мысалы: 28 грамм КОН-та неше моль зат бар екендігін есептейік. Демек, $m_{(\text{КОН})} = 28 \text{ г}$, $M_{(\text{КОН})} = 56 \text{ г/моль}$ болса, жоғарыдағы формула бойынша:

$$n_{(\text{моль})} = \frac{28 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль КОН}$$

Заттың моляр массасы — оның бір молінің массасы болып табылады. Ол да болса зат құрамындағы $6,02 \cdot 10^{23}$ түйіндерінің массасына тең. Моляр масса, әдетте, бір мольге тура келетін грамдар (г/моль) мен өрнектеледі. Мысалы, $M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$; $M(\text{FeS}) = 88 \text{ г/моль}$; $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$; $M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}$.

Моляр масса атом және молекулалардың массалары (m.a.b.да) мен салыстырмалы атом және молекуляр массалармен сан жағынан сәйкес келеді. Мысалы, темір мен күкірттің реакция теңдеуінен төмендегі мәліметтерді аламыз:



Кез келген реакция өнімдері бастапқы заттар қандай атомдардан түзілген болса, сондай атомдардан құралған болады. Атомдар химиялық реакциялар кезінде сақталып қалады, демек, олардан әрқайсысының және сондықтан, жалпы атомдардың массасы да сақталып қалуы керек. Бұл күйде кез келген реакция өнімдерінің массасы бастапқы заттардың массасына тең болуы тиіс.

Реакцияға кірісетін заттар массасының қосындысы реакция нәтижесінде жасалған заттар массалары қосындысына тең.

Атом молекуляр білімі тұрғысынан массаның сақталу заңы былайша түсіндіріледі: **химиялық реакция нәтижесінде атомдар жоғалмайды және жоқтан бар да болмайды, сондай-ақ олар қайта жетіледі. Атомдар саны реакциядан алдын да, кейін де өзгермегендігінен олардың жалпы массасы да өзгермейді.**

Кез келген химиялық таза қоспа, қалай алыну әдісіне қарамай, өзгермейтін мөлшер құрамына ие. Мысалы, көміртек (IV) тотық CO_2 көміртекпен оттегіден құралған (сапа құрамы). CO_2 -да көміртектің құрамы 22,27 %, оттегінікі – 72,73 % (мөлшерлік құрамы).

Атомдардың массасы тұрақты болғандықтан заттың масса құрамы да мүлдем өзгермейтін болады.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1-есеп. Күкіртпен реакцияда 0,5 моль темір қатысады. **Реакция үшін алынуы тиіс болған темірдің массасын анықтау үшін төмендегі формуладан пайдаланамыз:**

Есепті шешу:

$$M = m / n; \quad m = M \cdot n$$

$$m = 56 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 28 \text{ г.} \quad \textbf{Жауабы: 28 г темір.}$$

2 - есеп. Реакция нәтижесінде 22 г темір (II) сульфид алынды. Бұл массаға темір (II) сульфидтің қанша мөлшері тура келеді?

Шешуі: $M(\text{FeS}) = 88 \text{ г/моль.}$

Төмендегіше ой жүгіртіледі:

88 г FeS

1 мольге тура келеді;

22 г FeSx

мольге тура келеді;

$88\text{г} : 22\text{г} = \text{л моль} : x \text{ моль}$.

$x = 0,25$ моль FeS.

3-есеп. 264 г массалы күкірт атом күйіндегі күкірт затынан қанша құрамда бар екенін анықта.

Шешуі. Күкірттің салыстырмалы атом массасы $A_{r(S)}=32$. Атомар күкірттің моляр массасы 32 г/мольге тең. Демек, 264 г-да төмендегі құрамда атомар күкірт болады.

$$\frac{264}{32} = 8,25 \text{ моль}$$

4-есеп. 14,2 г Na_2SO_4 -да неше моль натрий сульфат бар екендігін есептеп тап.

Шешу.

Na_2SO_4 -ның салыстырмалы молекуляр массасы $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 142$, яғни натрий сульфаттың моляр массасы 142-ні құрайды. Демек, 14,2 г-ға төмендегі құрамға Na_2SO_4 болады:

$$\frac{14,2}{142} = 0,1 \text{ моль}$$

5-есеп. Күмістің салыстырмалы атом массасы 108-ге тең. Бір атом күмістің грамдар есебіндегі массасын анықта.

Шешуі: Күміс атомдарының моляр массасы сан жағынан салыстырмалы атом массасына тең болғандығынан ол 108 г/мольге тең. Бір атом күмісте $6,02 \cdot 10^{23}$ атом бар екендігін білген күйде бір атомның массасын табамыз.

$$\frac{108}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,79 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Тақырып бойынша есептер

1. 5 моль азот массасын тап.
2. 4 моль хлор массасын тап.
3. 128 г мыстың зат құрамын тап.
4. 120 г графиттегі көміртектің зат құрамын тап.

5. 17 г күміс нитраттың зат құрамын тап.
6. 120,2 г барий фосфаттың зат құрамын тап.
7. Мыстың салыстырмалы атом массасы 64 г-ға тең. Бір атом мыстың грамдар есебіндегі құрамын анықта.
8. Натрийдің салыстырмалы атом массасы 23 г-ға тең. Бір атом натрийдің грамдар есебіндегі массасын анықта.

6-§. Авогадро заңы. Газдар қоспасы

Авогадро өзінің бақылауларына негізделіп 1811 жылы төмендегі заңды жасады: **Бірдей жағдай (бірдей қысым және температурада) тең құрамдағы түрлі газдардың молекулалары (атомдары) саны тең болады.** Авогадро заңынан екі қорытынды шығады.

1. Қалыпты жағдайда ($T=273\text{K}$, $P=101,325\text{ kPa}$) кез келген газ тәрізді заттың “1 моль” құрамы 22,4 л мөлшерін құрайды да бұлар **газдардың моляр құрамы** деп аталады. $V_{\text{моляр}} = V_{\text{м}} = 22,4\text{ моль/л}$ күйінде белгіленеді.

Бұл қорытынды бойынша: 1 моль H_2 газы және басқа газдар қалыпты жағдайда 22,4 л құрамға ие. Олардың 10 молі 224 л, ал 0,1 молі 2,24 л құрамды қамтиды.

2. Газ тәрізді заттың мөлшері және құрамы оның құрамындағы түйіндер (молекулалар, атомдар) санына тікелей байланысты болып табылады. Соған қарай кез келген заттың “1 моль” мөлшері құрамында $6,02 \cdot 10^{23}$ түйін (молекула, атом) болады. Бұл **Авогадро** саны деп аталып, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ күйінде жазылады.

Демек, 1 моль Cl_2 құрамында $6,02 \cdot 10^{23}$ Cl_2 молекуласы бар. Ал ондағы хлор атомдары саны 2 есе көп – $12,04 \cdot 10^{23}$ болады. Демек,

– қалаған бір газдың 1 молінде $6,02 \cdot 10^{23}$ молекула болып, 22,4 л мөлшерді құрайды;

– 1,0 моль газда $6,02 \cdot 10^{24}$ молекула болып, 22,4 л мөлшерді құрайды;

– 0,5 моль газда $3,02 \cdot 10^{23}$ молекула бар, олар 11,2 л мөлшерді құрайды;

– 2,24 л Cl_2 газында $6,02 \cdot 10^{22}$ молекула болып, оның құрамы 0,1 моль және массасы 7,1 г болады.

Газдың моляр мөлшері газ мөлшерінің (қ.ж.-дағы) заттың тиісті құрамы n -ге қатысынан табылады:

$$V_m = \frac{V}{n} .$$

Мұнда V – **мөлшер** (л-есебінде), n – заттың құрамы (моль есебінде). Авогадро заңы негізінде газ тәрізді заттардың моляр массаларын анықтау мүмкін. Газ молекулаларының массасы қанша үлкен болса, бірдей мөлшердегі газдың массасы сонша үлкен болады. Газдардың тең мөлшерлерінде бірдей жағдайда молекулалар саны бірдей болады. Газдардың тең мөлшерлері массаларының қатынасы олардың моляр массаларының қатынасына тең:

$$m_1 : m_2 = M_1 : M_2$$

мұнда m_1 – бірінші газ белгілі мөлшерінің массасы, m_2 – екінші газ дәл сондай мөлшерінің массасы, M_1 және M_2 – бірінші және екінші газдың моляр массалары.

Бір газ белгілі мөлшері массасының дәл сондай мөлшердегі екінші газ (сол жағдайларда алынған) массасына қатынасы бірінші газдың екінші газға қарағанда тығыздығы деп аталады (D әрпімен белгіленеді):

$$\frac{M_1}{M_2} = D, \text{ мұнда } M_1 = M_2 D$$

Көбінесе газдың тығыздығы ең жеңіл газ — сутегіне қатысты анықталады (D_{H_2} мен белгіленеді). Сбұдан моляр массасы 2-ге тең болғандығы үшін төмендегіні аламыз:

$$M = 2D_{H_2}$$

Газ күйіндегі заттың молекуляр массасы оның сутегі бойынша тығыздығының 2-ге көбейтілгеніне тең.

Газдың тығыздығы ауаға қатысты да анықталады. Ауа газдар қоспасы болса да оның орташа молекуляр массасын есептеу мүмкін. Яғни егер ауаның шамамен 4 құрамды азот (моляр массасы 28 г/моль) және 1 құрамды оттегіден (моляр массасы 32 г/моль), яғни $4 N_2 + O_2$ ден құралғандығы есепке алынса, оның орташа моляр массасын есептеп табу мүмкін. Мұнда төмендегіше жұмыс жүргізіледі

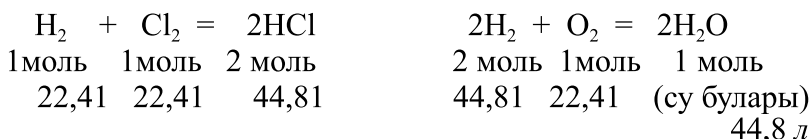
$$M = \frac{4 \cdot 28 + 1 \cdot 32}{4 + 1} = 28,8 \text{ г/моль (бүтін 29 г/моль)}$$

Бұл жағдайда моляр масса мына өрнектен анықталады:

$$M = 29 \cdot D_x$$

Молекуляр массаларды анықтау бойынша, жай газдардың молекулалары 2 атомнан (H_2, F_2, Cl_2, O_2, N_2), ал сирек кездесетін газдардың молекулалары 1 атомнан құралған (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). Сирек кездесетін газдар үшін “молекула” және “атом” түсініктері теңдей қымбатты. Бірақ кейбір басқа жай заттардың молекулалары 3 және одан көп атомдардан құралған, мысалы,

озон O_3 , тетрафосфор P_4 молекулалары, орташа температурада күкірт булары S . Бізге белгілі, химиялық белгілер мен формулалар алдындағы коэффициенттер атом және молекула санын ғана емес, сондай-ақ реакцияда қатысатын мольдер санын да көрсетеді. Сондықтан газдар арасындағы реакциялардың теңдеулері төмендегіше жазылады:



Егер реакцияға кіретін және пайда болатын газдар құрамдарының көрсетілген сан мәндері 22,4 санына қысқартылса, онда газдардың құрамдық қатынастарын көрсететін жай бүтін сандар алынады: бірінші реакцияда 1 : 1 : 2, ал екінші реакцияда 2 : 1 : 2. Демек, газ тәрізді заттар арасындағы реакциялар белгілі заңдылықтарды сақтайды: тұрақты қысымда реакцияға кірісетін және пайда болатын газдардың құрамдары өзара кіші бүтін сандар қатынасында болады.

Реакциялардың теңдеулеріндегі коэффициенттер реакцияға кірісетін және пайда болатын газ тәрізді заттар құрамдарының санын көрсетеді.

Заттың массасы мен құрамы арасындағы қатынастан пайдаланып, іс жүзінде маңызды болған төмендегі есептерді шешу мүмкін.

Белгілі газ құрамының газдар қоспасы құрамына қатынасымен өлшенетін шама газдың құрамдық үлесі деп аталады.

$$V = \frac{V_2}{V_1 + V_2 + V_3} \cdot 100 \%$$

Мысалы қалыпты жағдайда 2 литр сутегі, 3 литр оттегі, 6 литр аммиак және 8 литр иісті газ қоспасы берілген.

Сол ерітіндегі оттегінің құрамдық үлесін есептеп табу керек болсын. Бұл үшін газдар қоспасының жалпы құрамын есептейміз.

$$2 \text{ л} + 3 \text{ л} + 6 \text{ л} + 8 \text{ л} = 19 \text{ л}$$

$$V = \frac{3}{19} = 0,157 \cdot 100 = 15,7 \%$$

Демек, қоспадағы оттегінің құрамдық үлесі 15,7 %-ға тең.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі

1-есеп. Газдың сутегі бойынша тығыздығы 35,5-ке тең. Сол газдың ауа бойынша тығыздығын анықта.

Шешуі: Газдың сутегі бойынша тығыздығын білген күйде газдың моляр массасын табамыз:

$$M = 2 \cdot 35,5 \text{ г/моль} = 71 \text{ г/моль}$$

Ауаның моляр массасы бүтіндігі 29 г/мольге тең болғандығынан газдың ауа бойынша тығыздығы төмендегіше болады:

$$D_x = \frac{71}{29} = 2,448$$

Жауабы: 2,448

2-Есеп. Метанға қатысты тығыздығы 2 болған газдың гелийге қатысты тығыздығын анықта.

Шешуі:

1) Алдын газдың моляр массасы анықталады:

$$M = 16 \cdot D \quad M = 16 \cdot 2 = 32$$

2) Газдың молекуляр массасына негізделіп гелийге қатысты тығыздығы анықталады:

$$D_{He} = \frac{Mr}{M_{He}} = \frac{32}{4} = 8$$

Жауабы: 8

3-есеп. 0,717 г газ (қ.ж.-да) 0,365 л мөлшерін құраса, оның молекуляр массасын тап.

Шешуі: Кез келген 1 моль газдың қалыпты жағдайдағы құрамы 22,4 л. Бұл газдың моляр құрамы деп аталады. Соған қарай:

$$\begin{array}{ll} 0,717 \text{ г} & \text{—} 0,365 \text{ л} \\ X & \text{—} 22,4 \text{ л} \end{array} \quad x = 44 \text{ г/моль}$$

Жауабы: 44 г/моль

4-есеп. 15 л аммиактың қалыпты жағдайдағы массасын анықта. Сол құрамда неше моль газ бар?

Шешуі. Аммиактың моляр массасы 17-ге тең.

1 моль · 17 г/моль = 17 г аммиак қалыпты жағдайда

1 моль · 22,4 моль/л = 22,4 л мөлшерді құрайды.

Пропорция түземіз:

17 г NH_3 _____ 22,4 л NH_3 (қ.ж.) мөлшерді құрайды.

x г NH_3 _____ 15 л NH_3 (қ.ж.) мөлшерді құрайды.

Жауабы: 0,67 моль

5-есеп. Этиленнің сутегі мен ауаға қатысты тығыздығын есепте.

Шешуі: Этиленнің молекуляр массасын есептейміз.

$$M(C_2H_4) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 28$$

$$D(H_2) = \frac{M(C_2H_4)}{M(H_2)} = \frac{28}{2} = 14 \quad D(ауа) = \frac{M(C_2H_4)}{M(ауа)} = \frac{28}{29} = 0,965$$

Жауабы: Демек, сутегіге қатысты тығыздығы 14, ауаға қатысты тығыздығы 0,965.

Тақырып бойынша есептер:

1. 4,48 л (қ.ж) азоттың массасын есепте.
2. 5,6 л (қ.ж) аргонның массасын есепте.
3. 2,8 л көміртек (II) тотық неше грамм келеді?
4. 20 г аргон құрамындағы молекулалар санын тап.
5. 4 г метан құрамындағы молекулалар санын тап.
6. 89,6 л (қ.ж) оттегінің молекулалар санын тап.
7. 16,8 л (қ.ж) азоттың молекулалар санын тап.
8. Метанға қатысты тығыздығы 2-ге тең болған газдың гелийге қатысты тығыздығын анықта.
9. Аргонға қатысты тығыздығы 0,5-ке тең болған газдың сутегіне қатысты тығыздығын анықта.
10. Гелийге қатысты тығыздығы 4,5 болған заттың сутегіне қатысты тығыздығын анықта.
11. Неонға қатысты тығыздығы 1,6 болған газдың гелийге қатысты тығыздығын анықта.
12. Құрамында $4,214 \cdot 10^{23}$ оттегі атомы болған Na_2SO_4 -ның массасын тап.
13. Құрамында $24,08 \cdot 10^{23}$ хлор атомы болған $AlCl_3$ -ның массасын тап.

7-§ Эквивалент

Эквивалент тең мәнді деген мағынаны білдіреді. Химиялық реакцияларда заттар өзара бір-бірлерімен эквивалент ауырлықтарына сәйкес түрде әсеретеді.

Элементтерді эквивалент (E) ауырлығын табу үшін элемент атом ауырлығын (A) оның валенттілігіне (V) бөлінеді:

$$E = \frac{A}{V}$$

E – эквивалент
A – атом массасы (г)
V – валенттілік

Енді сол формула арқылы оттегі затының құрамындағы оттегі атомы эквивалентін табамыз:

Оттегі элементінің атом массасы 16-ға тең. Оттегі молекуласында оттегінің валенттілігі 2-ге тең ($O=O$).

$$E(O) = \frac{A}{V} = \frac{16}{2} = 8$$

Сутегі затындағы сутегінің эквивалентін табамыз:

Сутегінің атом массасы да, валенттілігі де 1-ге тең. Демек оның эквиваленттік массасы да 1-ге тең екен.

$$E(H) = \frac{A}{V} = \frac{1}{1} = 1$$

Бір элементті – 1 салмақ бөлік сутегі немесе 8 салмақ бөлік оттегімен қалдықсыз әсерлесетін массасы сол элементтің **эквиваленттік салмағы** деп аталады.

Көп элементтер түрлі қатынастарда бір-бірімен қосылып бірнеше қосылыс жасайды. Мысалы, SO_2 және SO_3 ; Бұл қосылыстарда күкірттің валенттілік мәндері түрліше. Сондықтан олардың эквивалент салмағы да түрліше болады.

Күкірт (IV) тотығы және күкірт (VI) тотығының құрамындағы күкірт атомының эквивалентін есептеп көрсек: SO_2 -де S валенттілігі 4; атом массасы 32

$$E(S) = \frac{A}{V} = \frac{32}{4} = 8$$

SO_3 те S валенттілігі 6; атом массасы 32

$$E(S) = \frac{A}{V} = \frac{32}{6} = 5,33$$

Демек: күкірт атомы екі түрлі қосылыс құрамында екі түрлі 8 және 5,33 болған эквиваленттік салмақты көрсетеді екен.

Жай және күрделі заттардың эквивалентін табуы қарастырамыз:

1. Жай заттардың эквиваленті оның атом массасының валенттілігіне қатынасы негізінде табылады. Мысалы:

Хлордың эквивалентін табамыз:

Хлордың атом массасы 35,5-ке тең. Хлор молекуласында хлордың валенттілігі 1-ге тең ($\text{Cl}-\text{Cl}$). (Түсінік: галогендер яғни F_2 ; Cl_2 ; Br_2 ; I_2 молекулалары I валенттілікті көрсетеді)

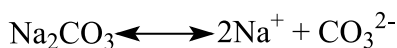
$$E(\text{Cl}) = \frac{A}{V} = \frac{35,5}{1} = 35,5$$

Азот молекуласындағы азоттың эквивалентін табамыз:

Азоттың атом массасы 14-ке тең. Азот молекуласында азоттың валенттілігі 3-ке тең ($\text{N} \equiv \text{N}$).

$$E(\text{N}) = \frac{A}{V} = \frac{14}{3} = 4,67$$

2. **Ионның** (катион немесе анионның) **эквиваленті** оның массасының (М) зарядына (z) бөлінгенде шығатын бөліндіге тең болады. Мысалы:



$$E(\text{Na}^+) = \frac{M}{z} = \frac{23}{1} = 23$$

$$E(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{M}{z} = \frac{60}{2} = 30$$

3. **Тотық эквивалентін** анықтау үшін тотық моляр массасын тотық жасаушы, элемент индексі (n) және оның валенттілігі (V) көбейтіндісіне бөлу керек.

$$E_{\text{тотық}} = \frac{M_{\text{тотық}}}{n \cdot V}$$

$E_{\text{тотық}}$ – тотық эквивалент массасы;

$M_{\text{тотық}}$ – тотық моляр массасы (г);

n – элемент индексі;

V – элемент валенттілігі.

Сұрақ: Al_2O_3 -тің эквивалент массасын анықта.

Алдын Al_2O_3 тің моляр массасын табамыз ($27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 102$)

Алюминий валенттілігі III, индексі 2-ге тең.

$$E(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n \cdot V} = \frac{102}{2 \cdot 3} = 17$$

Сұрақ: CaO ның эквивалент массасын анықта.

$$E(\text{CaO}) = \frac{M(\text{CaO})}{n \cdot V} = \frac{56}{1 \cdot 2} = 28$$

немесе тотық құрамындағы элементтердің эквиваленттерін бөлек тауып алып, нәтижелерді қосу арқылы да сол тотық эквивалентін анықтау мүмкін.

$$E(\text{Ca}^{2+}) = 40 : 2 = 20 \quad E(\text{O}^{2-}) = 16 : 2 = 8$$

$$E(\text{Ca}^{2+}) + E(\text{O}^{2-}) = 20 + 8 = 28$$

4. Қышқыл эквивалентін анықтау үшін қышқыл моляр массасын оның құрамындағы металл атомына орнын беретін сутегі санына бөлу керек.

$$E_{\text{к-кыл}} = \frac{M_{\text{к-кыл}}}{n(\text{H})}$$

$E_{\text{к-кыл}}$ – қышқыл эквивалент массасы;
 $M_{\text{к-кыл}}$ – қышқыл моляр массасы (г);
 $n(\text{H})$ – металға орнын бере алатын сутегілер саны.

Сұрақ: H_2SO_4 -ның эквивалент массасын анықтау.

Алдын H_2SO_4 -ның моляр массасын табамыз ($2+32+16\cdot 4=98$). H_2SO_4 құрамында 2 H атом бар.

$$E(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H})} = \frac{98}{2} = 49$$

немесе

$$E(\text{H}^+) = \frac{A}{1} = \frac{1}{1} = 1 \quad E(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{M(\text{SO}_4^{2-})}{2} = \frac{96}{2} = 48$$

$$E(\text{H}^+) + E(\text{SO}_4^{2-}) = 1 + 48 = 49$$

5. Негіз эквивалентін анықтау үшін негіз моляр массасын гидроксил (OH) топ санына бөлу керек.

$$E_{\text{негіз}} = \frac{M_{\text{аснегіз}}}{n(\text{OH})}$$

$E_{\text{негіз}}$ – негіз эквиваленттік массасы;
 $M_{\text{негіз}}$ – негіз моляр массасы (г);
 $n(\text{OH})$ – гидроксид топтар саны.

Сұрақ: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ның эквиваленттік массасын анықта.

Алдын $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ның моляр массасын табамыз ($40+17\cdot 2=74$). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ құрамында 2 OH тобы бар.

$$E(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{n(\text{OH})} = \frac{74}{2} = 37$$

немесе $E(\text{Ca}^{2+}) + E(\text{OH}^-) = 20 + 17 = 37$

6. **Тўз эквивалентин** анықтау үшін тўз моляр массасын металл индекси (n) және валенттілігі (V) көбейтіндісіне бөлу керек.

$$E_{\text{тўз}} = \frac{M_{\text{тўз}}}{n \cdot V}$$

$E_{\text{тўз}}$ – тўз эквивалент массасы;

$M_{\text{тўз}}$ – тўз моляр массасы (г);

n – металл (катион) индекси;

V – металл (катион) валенттілігі.

Сұрақ: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -ның эквивалент массасын анықта.

Алдын $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -ның моляр массасын табамыз ($27 \cdot 2 + 96 \cdot 3 = 342$). $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ те алюминий III валентті және индекси 2 ге тең.

$$E(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{n \cdot V} = \frac{342}{2 \cdot 3} = 57$$

немесе

$$E(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = E(\text{Al}^{3+}) + E(\text{SO}_4^{2-}) = 9 + 48 = 57$$

Барлық заттар бір-бірлерімен эквивалент мөлшерінде реакцияға кіріседі. Ал бұл реакцияға кірісетін және реакциядан кейін жасалатын заттардың мөлшерін алдын ала анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, қышқылды нейтралдауға 0,2 г/экв сілті жұмсалған болса, қышқылдан да 0,2 г/экв реакцияға кіріскен болады.

Эквиваленттік заңы деп, заттар олардың эквиваленттеріне сәйкес түрде өзара әсеретуін айтады. Яғни реакцияға кірісетін заттар массалары қатынасы, олардың эквивалент салмақтары қатынасына тең болады.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

m_1, m_2 – заттар массалары;

E_1, E_2 – заттар эквиваленті;

Эквиваленттік мөлшер. Бір затты эквиваленттік салмағына тең массасын құраған мөлшері сол заттың **эквиваленттік мөлшері** деп аталады.

Заттардың эквиваленттік салмақтары табылғаны сияқты олардың эквиваленттік мөлшерлерін де табу мүмкін.

Мысалы, сутегі 2 г массасы қалыпты жағдайда 22,4 л мөлшерді құрайды. Сутегінің эквивалент массасы 1 г-ға тең болса, ол қалыпты жағдайда 11,2 л мөлшерді құрайды.

$$\begin{array}{ccc} 22,4 \text{ л} & \xrightarrow{2 \text{ г}} & \text{H}_2 \\ \text{х} & \xrightarrow{1 \text{ г}} & \end{array} \quad \text{х} = \frac{1 \cdot 22,4}{2} = 11,2 \text{ л}$$

Табылған 11,2 л мән сутегінің эквиваленттік мөлшері болып табылады.

Дәл сол сияқты оттегінің эквивалент мөлшерін анықтау мүмкін.

32 г O_2 қалыпты жағдайда 22,4 л мөлшерді құрайды, оның эквивалент массасы 8 г оттегі қалыпты жағдайда қандай мөлшерді құрайтынын табамыз.

$$\frac{22,4 \text{ л}}{x} = \frac{32 \text{ г}}{8 \text{ г}} \quad x = \frac{8 \cdot 22,4}{32} = 5,6 \text{ л}$$

Демек, оттегінің эквиваленттік мөлшері 5,6 л-ге тең екен.

Тақырып бойынша есептер және олардың шешуі:

1. 20 г NaOH 24,5 г қышқылмен қалдықсыз реакцияға кірісуі белгілі болса, белгісіз қышқылдың эквиваленттік салмағын анықта.

Алдымен NaOH-ның эквиваленттік массасын анықтап аламыз:

$$E_{\text{негіз}} = \frac{M_{\text{негіз}}}{n(\text{OH})}$$

$E_{\text{негіз}}$ – негіз эквиваленттік массасы;

$M_{\text{негіз}}$ – негіз молярлық массасы (г);

n – OH топ саны.

Егер 20 г NaOH 24,5 г белгісіз қышқылмен қалдықсыз реакцияға кіріссе 40 г NaOH қанша грамм қышқылмен реакцияға кірісуін табамыз.

$$\frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{к-кыл}}} = \frac{E(\text{NaOH})}{E_{\text{к-кыл}}} \longrightarrow \frac{20}{24,5} = \frac{40}{x} \quad x = \frac{24,5 \cdot 40}{20} = 49 \text{ г}$$

Жауабы: 49

2. 4,32 г металл хлормен әсерлесіп сол металдың 21,36 г хлориді жасалады. Металдардың эквивалентін анықта.

Есептің шешуі: Бұл есепті эквиваленттік заңы формуласынан пайдаланған күйде орындаймыз:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

m_1, m_2 – заттар массалары;

E_1, E_2 – заттар эквиваленті.

Алдымен металл хлорид массасынан металдың массасын айырып, реакцияға кіріскен хлор массасын тауып аламыз:

$$21,36 - 4,32 = 17,04 \text{ г хлор жұмсалған}$$

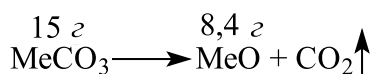
Металл және хлордың массалары белгілі болды, енді жоғарыдағы формуладан пайдаланып металдың эквиваленттік салмағын табамыз:

$$\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{Cl}}} = \frac{E_{\text{Me}}}{E_{\text{Cl}}} \longrightarrow \frac{4,32}{17,04} = \frac{x}{35,5} \quad x = \frac{4,32 \cdot 35,5}{17,04} = 9 \text{ г}$$

Жауабы: 9

3. 15 г металл карбонат ыдырағанда оның 8,4 г тотығы жасалады. Металдың эквивалентін анықта.

Есептің шешуі: Алдын жуық реакция теңдеуін жазып аламыз:



Мысалы эквиваленттік заңы формуласына негізделіп теңдеу негізінде істейміз.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2} \implies \frac{m(\text{MeCO}_3)}{E(\text{MeCO}_3)} = \frac{m(\text{MeO})}{E(\text{MeO})}$$

Теңдеулері $m(\text{MeCO}_3) = 15 \text{ г}$; $m(\text{MeO}) = 8,4 \text{ г}$ мәндері есептің шартында келтірілген.

$E(\text{MeCO}_3)$ құрамындағы Me -нің эквиваленттік массасын x деп белгілеп алсақ, CO_3^{2-} ионының эквиваленттік массасы 30-ға тең болады. Сонда теңдеуге $E(\text{MeCO}_3)$ орнына $x + 30$ мәнін қоямыз.

$E(\text{MeO})$ да да Me эквиваленттік массасын x деп аламыз, O (оттегі) эквиваленттік массасын 8-ге тең болып, теңдеуге $E(\text{MeO})$ орнына $x + 8$ мәнін қойып теңдеуді төмендегіше өрнектейміз:

$$\frac{m(\text{MeCO}_3)}{E(\text{MeCO}_3)} = \frac{m(\text{MeO})}{E(\text{MeO})} = \frac{15}{x + 30} = \frac{8,4}{x + 8}$$

Теңдеуді түзіп алдық, енді оны орындап, x -тің мәнін тауып аламыз:

$$\frac{15}{x + 30} = \frac{8,4}{x + 8}$$

$$15x + 120 = 8,4x + 252$$

$$6,6x = 132$$

$$x = 20$$

x яғни металдың эквиваленттік массасы 20-ға тең екен.

Жауабы: 20

4.54 г белгісіз металды тотықтыру үшін 48 г оттегі жұмсалған болса, белгісіз металды тап.

Егер 54 г белгісіз металл 48 г оттегімен қалдықсыз реакцияға кіріссе, 8 г оттегімен неше грамм металл ықпалын табамыз.

$$\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{O}}} = \frac{E_{\text{Me}}}{E_{\text{O}}} \implies \frac{54}{48} = \frac{x}{8} \quad x = \frac{54 \cdot 8}{48} = 9 \text{ г/экв}$$

Металдың эквиваленттік массасы 9 грамм екендігі белгілі болды, енді оның қайсы металл екендігін тауып аламыз:

$$\boxed{E = \frac{A}{V}} \implies A = E \cdot V$$

$9 \cdot 1 = 9$ г (I валентті атом массасы 9-ға тең болған металл қол жетімді емес)

$9 \cdot 2 = 18$ г (II валентті атом массасы 18-ге тең болған металл қол жетімді емес)

$9 \cdot 3 = 27$ г (III валентті атом массасы 27-ге тең болған металл бұл Al)

Сұрақтар мен тапсырмалар

1. Төмендегі қосылыстардың эквивалентін анықта: Br_2 , I_2 , SiO_2 ; Cl_2O_7 ; HNO_2 ; H_2S ; H_2SO_3 ; MgSO_4 ; KClO_3 ; PbO_2 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

2. Төмендегі азот тотықтары құрамындағы азоттың эквивалентін анықта: NO , N_2O_3 , NO_2 .

3. Сұйылтырылған сульфат қышқылда 1,68 г металл еріген болып, 4,56 г сульфат тұзы жасалады. Металдың эквивалентін анықта.

4. 9,25 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 8,167 г белгісіз қышқылмен қалдықсыз реакцияға кірісуі белгілі болса, белгісіз қышқылдың эквивалентін анықта.

5. 10,4 г $\text{Al}(\text{OH})_3$ 25,2 г белгісіз қышқылмен қалдықсыз реакцияға кірісуі белгілі болса белгісіз қышқылды анықта.

6. 29,4 г H_2SO_4 20,6 г белгісіз негізбен қалдықсыз реакцияға кірісуі белгілі болса белгісіз негіздің эквивалентін анықта.

7. Белгісіз металдың 5,64 г нитратты тұзы сульфат қышқылмен әсерлесіп сол металдың 4,8 г сульфатты тұзы жасалды. Металдың эквивалентін анықта.

8. 0,24 г металл жабық ыдыста жандырылғанда сол металдың тотығы жасалды. Қалыпты жағдайда келтірілген газ мөлшері 112 мл азаяды. Металдың эквивалентін тап.

8-§ Менделеев - Клапейрон теңдеуі

Химиялық реакцияларда газ заттар көптеген жағдайларда реакцияға кірісуші немесе пайда болушы өнім ретінде қатысады. Көп есеп және мысалдарды орындағанда қалыпты жағдайдан пайдаланамыз. Қалыпты жағдай дегенде төмендегі жағдай ұғынылады:

➤ Температура 0°C (Цельсий шкаласы бойынша). Немесе 273°K (Кельвин шкаласы бойынша).

➤ Қысым 101,325 кПа (101325 Pa) немесе 1 атмосфера қысымы немесе 760 мм сынап бағаны.

Ал газ заттар қатысатын үдеріс әрқашан да қалыпты жағдайда бола бермейді. Реакция жүретін әр түрлі жағдайлар үшін тиісті есептеулерді орындауды да біліп алу керек. Бұл үшін идеал жағдайдағы газдар теңдеуі немесе Менделеев-Клапейрон (оны Клапейрон-Менделеев теңдеуі деп те атайды) теңдеуінен пайдаланылады.

$$PV = nRT$$

P – қысым (кПа)

V – мөлшер (л)

n – зат көлемі (моль)

R – газдардың әмбебап тұрақтысы = 8,31

T – температура (К)

Бұл формулада температура Кельвин шкаласы бойынша есептеледі. Егер есепте Цельсий шкаласы бойынша берілсе, Кельвин шкаласына өтіп алынады. Бұл үшін төмендегі формуладан пайдаланылады:

$$T = t + 273$$

T – Кельвин шкаласы бойынша температура

t – Цельсий шкаласы бойынша температура

Менделеев-Клапейрон теңдеуіндегі қысым КилоПаскальда өрнектелсе, әмбебап газ тұрақтысы (R) 8,31-ге тең деп аламыз. Егер қысым атмосфера қысымында өрнектелсе, әмбебап газ тұрақтысы (R) да өзгереді. Яғни 0,082-ге (8,314:101,325=0,082) тең болып қалады.

Есепті орындағанда формуладағы әмбебап газ тұрақтысы (R)-ның мәні 0,082 деп алынады.

Егер қысым мм сынап бағанында берілген болса, оны атмосфера қысымына (760 мм сынап бағаны=1atm) өткізіп алынады да есеп орындағанда жалғасады.

Зат көлемін (n) анықтау үшін зат массасын (m), оның моляр массасына (M) бөлуіміз керек.

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

Жоғарыда берілген Менделеев-Клапейрон теңдеуінде зат көлемін, массаны моляр массаға бөлу арқылы өрнектесек болады. Онда формула төмендегі көрініске ие болады:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

Бұл формуланы қолайлы болу үшін төмендегіше өрнектесек те болады:

$$PVM = mRT$$

Тақырып бойынша есептер мен оларды шешу әдістері

1-есеп: 166,2 кПа қысым және температура -73 °C-қа тең болған жағдайда 12,8 г оттегінің көлемін (л) анықта.

Есептің шешуі: Менделеев-Клапейрон теңдеуінен мөлшерді (V) табу формуласын келтіріп шығарамыз:

$$\boxed{PV = nRT} \implies V = \frac{nRT}{P}$$

Алдын оттегінің зат мөлшерін тауып аламыз:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{12,8}{32} = 0,4 \text{ моль}$$

Енді есептің шартында берілген мәндерді формулаға қойып мөлшерді анықтаймыз:

$$T = 273 + (-77^\circ\text{C}) = 200^\circ\text{K}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,4 \cdot 8,31 \cdot 200}{166,2} = 4 \text{ л}$$

Жауабы: 4 л

2-есеп: Қандай қысымда (кПа) температура 47°C-қа тең болған жағдайда 14 г иіс газы 10 л көлемді құрайды?

Есептің шешуі: Менделеев-Клапейрон теңдеуінен қысымды (P) табу формуласын келтіріп шығарамыз:

$$\boxed{PV = nRT} \implies P = \frac{nRT}{V}$$

Алдын иіс газының зат мөлшерін тауып аламыз:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{14}{28} = 0,5 \text{ моль}$$

Енді есептің шартында берілген мәндерді формулаға қойып қысымды анықтаймыз:

$$T = 273 + 47^\circ\text{C} = 320^\circ\text{K}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 320}{10} = 132,96 \text{ кПа}$$

Жауабы: 132,96 кПа

3-есеп: Қандай температурада (C°) қысым 2 atm-ға тең болғанда, 1 моль көміртек (IV) тотығы 12,3 л көлемді құрайды?

Есептің шешуі: Менделеев-Клапейрон теңдеуінен температураны (T) табу формуласын келтіріп шығарамыз:

$$\boxed{PV = nRT} \implies T = \frac{PV}{nR}$$

Есептің шартында берілген мәндерді формулаға қойып температураны анықтаймыз:

$$P = 2 \text{ atm} \cdot 101,325 \text{ kPa} = 202,65 \text{ kPa}$$

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{202,65 \cdot 12,3}{1 \cdot 8,31} = 300^\circ \text{ K}$$

Есептің шартында температура Цельсий шкаласында сұралғаны үшін 300°K -дан 273 -ті айырып Цельсий шкаласындағы температураны табамыз:

$$T_C = 300^\circ \text{ K} - 273 = 27^\circ \text{ C}$$

Жауабы: 27

4-есеп: Моляр массасы 32 г/моль болған 12 г газдың құраған көлемі 1 л болса және $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ қысым астында болса, температурасын есепте. Есептің шешуі: Есептің шартына қарай берілген шамалар жазылады.

$$P = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 2 \cdot 10^3 \text{ kPa}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

$$m = 12 \text{ г}$$

$$M = 32 \text{ г/моль}$$

$$R = 8,31 \text{ джоуль/К} \cdot \text{моль}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{12 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,375 \text{ моль}$$

Жоғарыдағы теңдеуден T -ны табу теңдеуін келтіріп шығарып есептеледі.

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,375 \cdot 8,31} = 642 \text{ K}$$

$$642 - 273 = 369^\circ \text{ C}$$

Жауабы : 369° C

5-есеп: $207,75 \text{ kPa}$ қысымда, температура 27°C -ға тең болғанда, $42,5 \text{ г}$ белгісіз газ 30 л v -мөлшерді құраса, белгісіз газды тап.

Есептің шешуі: Алдымен Менделеев-Клапейрон теңдеуі арқылы белгісіз газдың зат мөлшерін тауып аламыз:

$$T = 273 + 27^\circ \text{ C} = 300^\circ \text{ K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{207,75 \cdot 30}{8,31 \cdot 300} = 2,5 \text{ моль}$$

Белгісіз газдың зат мөлшері және оның массасы белгілі, сол негізде оның моляр массасын анықтаймыз:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{42,5}{2,5} = 17 \text{ г/моль}$$

Демек, белгісіз газдың моляр массасы 17 г/моль екен, бұл NH_3 .

Жауабы: NH_3

6-есеп: 150 кПа қысым, температураны 27°C -қа тең болғанда, 4,155 л азот құрамындағы молекулалар санын тап.

Есептің шешуі: Менделеев-Клапейрон теңдеуінен зат мөлшерін (n) табу формуласын келтіріп шығарамыз:

$$\boxed{PV = nRT} \implies n = \frac{PV}{RT}$$

Енді есептің шартында берілген мәндерді формулаға қойып зат мөлшерін тауып аламыз:

$$T = 273 + 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{150 \cdot 4,155}{8,31 \cdot 300} = 0,25 \text{ моль}$$

Азоттың зат мөлшері белгілі болды, енді оның молекулалар санын табамыз:

$$\boxed{N = n \cdot N_A}$$

$$N = 0,25 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,505 \cdot 10^{23}$$

Жауабы: $1,505 \cdot 10^{23}$

7-есеп: 124,65 кПа қысым, температура 77°C -қа тең болғанда, 7 л метан құрамындағы атомдар санын тап.

Есептің шешуі: Алдын Менделеев-Клапейрон теңдеуі арқылы есептің шартында берілген мәндерден пайдаланып зат мөлшерін тауып аламыз:

$$T = 273 + 77^\circ\text{C} = 350^\circ\text{K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{124,65 \cdot 7}{8,31 \cdot 350} = 0,3 \text{ моль}$$

Метанның зат мөлшері белгілі болды, енді оның атомдар санын анықтаймыз:

$$N = n \cdot N_A \cdot A.s$$

бір метан молекуласындағы атомдар саны
яғни CH_4 құрамында 5 атом бар.

$$N = 0,3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 5 = 9,03 \cdot 10^{23}$$

Жауабы: $9,03 \cdot 10^{23}$

ӨЗ БЕТІНШЕ ОРЫНДАУ ҮШІН ЕСЕПТЕР

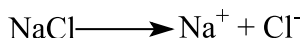
1. 300 кПа қысымда, температура 27°C -қа тең болған жағдайда 33,24 л сутегі құрамындағы молекулалар санын тап.
2. 232,5 кПа қысымда, температура 37°C -қа тең болған жағдайда 8,31 л күкірт (IV) тотығы құрамындағы молекулалар санын тап.
3. 110 кПа қысымда, температура 57°C -қа тең болған жағдайда 24,93 л этан құрамындағы атомдар санын тап.
4. 161,5 кПа қысымда, температура 50°C -қа тең болған жағдайда 49,86 л NH_3 құрамындағы атомдар санын тап.
5. 202,65 кПа қысымда, температура 0°C -қа тең болған жағдайда 2 г сутегі қанша мөлшерді (л) құрайды?
6. 103,4 кПа қысымда, температура -23°C -қа тең болған жағдайда 10 г аргон қанша мөлшерді (л) құрайды?
7. Қандай қысымда (кПа) температура 30°C -қа тең болғанда 4 г неон 5 л мөлшерді құрайды?
8. Қандай қысымда (кПа) температура 25°C -қа тең болғанда 15 г азот (II) тотығы 10 л мөлшерді құрайды?
9. Қандай температурада ($^\circ\text{C}$) қысым 1,5 atm-ға тең болғанда 2 моль күкірт (IV) тотығы 33,6 л мөлшерді құрайды?
10. Қандай температурада ($^\circ\text{K}$) қысым 2,5 atm-ға тең болғанда 3 моль азот (IV) тотығы 28 л мөлшерді құрайды?
11. 166,2 кПа қысым, 27°C -да 4 г белгісіз газ 3,75 л мөлшерді құраса, белгісіз газдың молярлық массасын тап.
12. Қалыпты атмосфера қысымы, 77°C -да 40 г белгісіз газ 57,4 л мөлшерді құраса, белгісіз газдың молярлық массасын тап.
13. Қысым 1 atm болғанда, 5 л метан қандай температурада 2,846 г массаға ие болуын анықта.

3-БӨЛІМ. КҮШТІ ЖӘНЕ КҮШСІЗ ЭЛЕКТРОЛИТТЕР. ДИССОЦИАЦИЯЛАНУ. ГИДРОЛИЗ

9-§. Күшті және күшсіз электролиттер туралы ұғым

1887 жылы С.Аррениус электролиттік диссоциациялану теориясын ұсынды. Бұл теорияның заманалық түсіндірілуі төмендегідей:

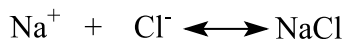
1. Электролит заттардың суда ерігенде немесе сұйылтырылғанда иондарға ажыралуы диссоциация деп аталады. Иондар теріс және оң болады.



2. Электр тогы әсерінде оң иондар катодқа, ал теріс иондар анодқа қарай ығысады. Сондықтан оң зарядталған иондар катиондар, теріс зарядталғандары аниондар деп аталады.

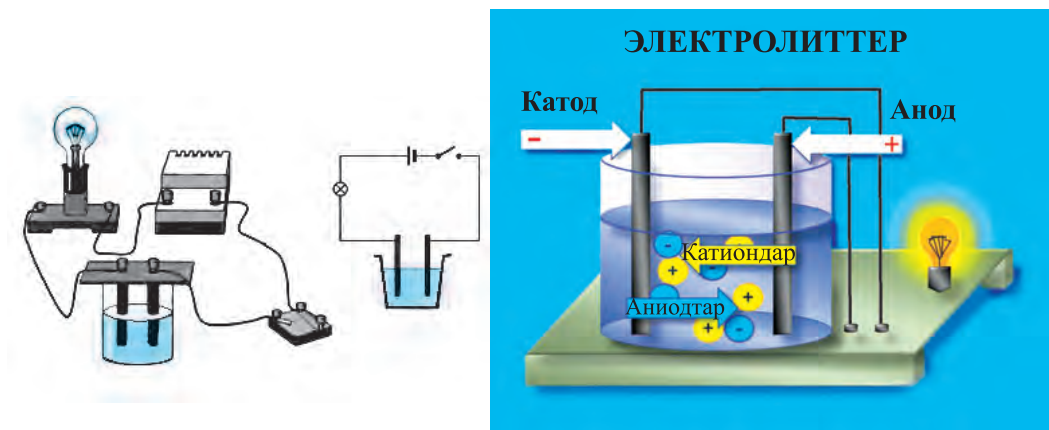


3. Диссоциация үдерісі кері үдеріс болып табылады. Диссоциация нәтижесінде жасалған қарама-қарсы зарядты иондар бір-бірімен қақтығысып, қайтадан молекулаға айналады және бұл ассоциация деп аталады.

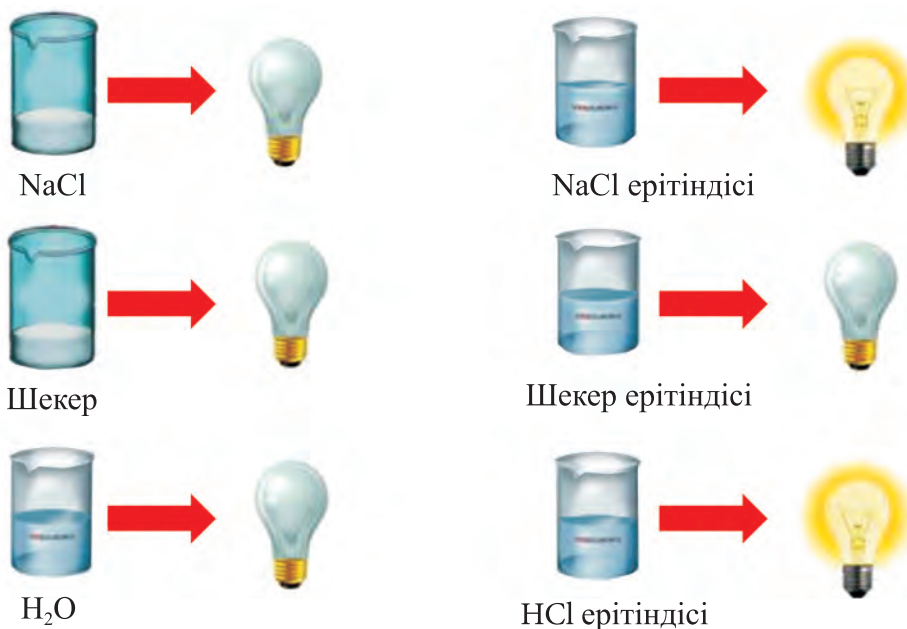


Электролит және бейэлектролиттер туралы түсінікке ие болудан алдын бір тәжірибені қарастырамыз. Бұл үшін суретте көрсетілген аспап көмегімен ас тұзының концентрленген ерітіндісінен ток өткізіп көреміз.

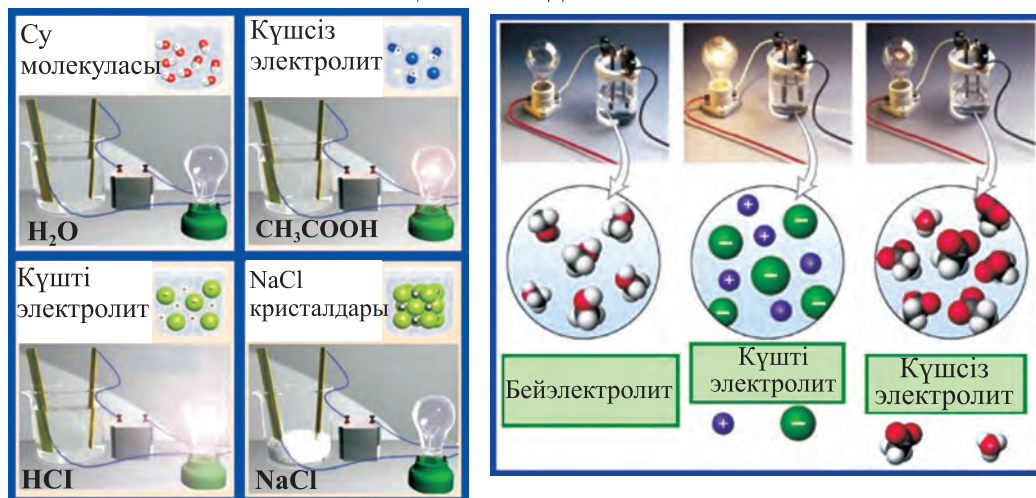
Нәтижеде лампочка жарығы жанады. Сұйылтылған күйде де лампочка



жарығы дерлік өзгермейді. Бұл тәжірибені NaOH , HCl , KCl , KOH , HNO_3 ерітінділерінде қайталағанымызда лампочка жарық жанады.



NH_4OH , H_2SO_4 , CH_3COOH -мен орындалған тәжірибелерде олардың концентрленген ерітінділерінен ток өткізілсе лампочка жанбайды, олардың ерітінділері сұйылтырылса лампочка жанады да қанша сұйылтырылып отырылса сонша лампочка жарық жанады яғни жарықтана түседі. Демек мұндай ерітінділер тек өте сұйылтырылғанда ғана толық диссоциацияланады және өзінен элект тогын жақсы өткізеді.



Егер бірдей концентрациялы түрлі ерітінділердің электр өткізгіштігін салыстырып көрсе олардың диссоциациялану қабілеті түрліше екендігіне көз жеткізуге болады.

Мысалы, NaOH, KOH, HCl, HNO₃-лардың 0,1 М-лы ерітінділерінде молекулалардың көбірек бөлігі иондарға ажыралған болса, NH₄OH, H₂S, CH₃COOH-лардың 0,1 М-лы ерітінділері дерлік диссоциацияланбайды немесе өте аз бөлігі иондарға ажырайды.

Заттардың электр тогын өткізуіне немесе өткізбеуіне қарай екі топқа бөлу мүмкін.

1. Электролиттер.

2. Бейэлектролиттер.

Ерітінділері немесе сұйықтанулары электр тогын өткізетін заттар **электролиттер** деп аталады. Электролиттерге суда еритін қышқылдар, сілтілер және тұздар кіреді.

Электролиттер тек суда ерітілгенде немесе жақсылап сұйылтырылғанда ғана электр тогын өткізеді. Кристалл күйде олар электр тогын нашар өткізеді немесе мүлдем өткізбейді.

Электролиттер	
Күшті	Күшсіз
1. Күшті қышқылдар: H ₂ SO ₄ , HCl, HClO ₄ , HClO ₃ , HBr, HMnO ₄ , HI, HNO ₃ Оттегілі қышқылдарда (H _n EO _m) оттегі санынан (m) сутегі саны (n) айырылады. Нәтиже 2-ге тең немесе үлкен болса, күшті электролит есептеледі. (m-n≥2)	1. Күшсіз қышқылдар: H ₂ CO ₃ , H ₂ S, HNO ₂ , H ₂ SO ₃ , HF, HCN Нәтиже 2-ден кіші болса, күшсіз электролит есептеледі. (m-n<2)
2. Сілтілер (периодтық жүйедегі ІА және ІІА топ элементтерінің (Be және Mg-ден тыс) гидрототықтары)	2. Күшсіз негіздер: NH ₄ OH, Mg(OH) ₂ , Fe(OH) ₂ , Fe(OH) ₃
3. Суда жақсы еритін тұздар: NaCl, K ₂ SO ₄ , KClO ₃ , NH ₄ CH ₃ COO NH ₄ (Ерігіштік кестесі негізінде)	3. Суда нашар еритін тұздар (Ерігіштік кестесі негізінде)
	Барлық органикалық қышқылдар, су

Ерітінділер немесе сұйықтанулар электр тогын өткізбейтін заттар электролит еместер (бейэлектролиттер) деп аталады.

Электролит еместерге полюссіз ковалент байланысты заттар, метан, көмір қышқыл, шекер, спирттер және дистилленген су кіреді.

Сұрақ және тапсырмалар

1. Бір молекула аммоний дихромат және 3 молекула висмут (III) нитрат тұздары диссоциаланғанда пайда болған жалпы иондар санын анықта.

2. Төмендегі қосылыстардың судағы ерітінділерін электролиттердің қай санатына кіргізу мүмкін: CuSO₄, NH₄NO₃, BaCl₂, HF, H₂SO₃, Na₂S, H₂S?

3. Қай қатарда тек күшсіз электролиттер жайғасқан?

А) KCl , Na_2SO_4 , KOH , $Ca(NO_3)_2$; В) KNO_3 , HCl , $CaCO_3$, $LiOH$;
 С) $Ni(OH)_2$, $HClO_4$, NH_4OH , H_2CO_3 ; D) CH_3COOH , H_2CO_3 , H_2SO_3 , NH_4OH .

4. Қай қатарда тек күшті электролиттер көрсетілген?

1) CH_3COOH , NH_4OH , HNO_2 ; 2) Na_2SO_4 , $AlCl_3$, H_2SO_4 ; 3) $Al(OH)_3$, NH_4OH , $NaOH$; 4) $NaCl$, HF , $Zn(OH)_2$; 5) H_2SO_3 , NH_4OH , H_2CO_3 ; 6) $CaCl_2$, HNO_3 , $CuSO_4$. А) 1, 3, 5 В) 1, 5 С) 2, 4, 6; D) 2, 6.

5. Қай қатарда күшті электролиттер жайғасқан? 1) алюминий нитрат; 2) магний гидрототық; 3) натрий сульфат; 4) калий ацетат; 5) сірке қышқыл; 6) кальций карбонат А) 1, 3, 4 В) 2, 5, 6 С) 1, 4 D) 5, 6.

6. Қай қатарда тек күшсіз электролиттер көрсетілген? 1) нитрит қышқыл; 2) натрий сульфат; 3) сульфит қышқыл; 4) литий гидрототық; 5) карбонат қышқыл; 6) аммоний гидрототық; 7) алюминий хлорид; 8) перхлорат қышқыл. А) 1, 3, 5, 6; В) 1, 4, 7, 6; С) 2, 3, 5, 8; D) 2, 4, 7, 8.

7. Қайсы заттар күшсіз электролит есептеледі? 1) сутегі фторид; 2) нитрид қышқыл; 3) калий карбонат; 4) натрий гидрокарбонат; 5) аммоний гидрототық; 6) аммоний сульфат. А) 3, 4, 6; В) 2, 3; С) 1, 5; D) 1, 2, 5.

10-§ Диссоциациялану дәрежесі. Қысқа және толық ионды теңдеулер

Өткен тақырыптарда әр түрлі концентрациядағы ерітінділерден өткізілген электр тогы оларды иондарға ажыратуын бірдей еместігіне көз жеткізген едік. Яғни ас тұзының жоғары концентрациялы ерітіндісінде де сұйылтырылған ерітіндіде де ток өткенде лампочка жарығы бірдей болса, ал сірке қышқылында концентрленген ерітіндісінен ток өткенде лампочка жанбады да ерітінді қанша сұйылтырылса лампочка сонша жарық жанған еді. Бұл жағдай ерітінділерде молекулалар иондарға әрдайым да толық ажыралмайтындығын көрсетеді.

Тәжірибелерге негізделген күйде төмендегі қорытындыға келу мүмкін:

1. Кейбір электролиттер сулы ерітінділерде концентрациясының қандайлығына қарай, иондарға толық диссоциацияланады. Бұндай электролиттерге ионды кристалл торға ие болған заттар кіреді.

2. Жартылай диссоциацияланатын электролиттердің ерітінділерін сұйылтқанда ғана диссоциацияланады.

3. Ерітіндідегі диссоциацияланған молекулалар санының жалпы молекулалар санына қатынасы **диссоциациялану дәрежесі деп аталады және α (альфа) мен белгіленеді.**

α – диссоциациялану дәрежесі;

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

n – диссоциацияланған молекулалар саны;

N – ерітінділері ортақ молекулалар саны.

Диссоциациялану дәрежесі деп, диссоциацияланған молекулалар санының ерітіндідегі молекулалардың жалпы санына қатынасы айтылады. Мысалы, 1 моль сульфат қышқылдың сулы ерітіндісінде барлық молеку-

лаларының жартысы иондарга ажыралған деп ойласак, жоғарыда берілген формуладан пайдаланып, диссоциациялану дәрежесі есептеледі:

$$\alpha = \frac{n}{N} = \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,5$$

Кейде диссоциациялану дәрежесі пайыздарда есептеледі:

$$\alpha \% = \alpha \cdot 100 \% = 0,5 \cdot 100 = 50 \%$$

Электролиттер шартты түрде 3 топқа бөлінеді:

1. Күшсіз электролиттер : $\alpha \% < 3 \%$.
2. Орташа күшті электролиттер: $3 \% < \alpha \% < 30 \%$.
3. Күшті электролиттер: $\alpha \% > 30 \%$.

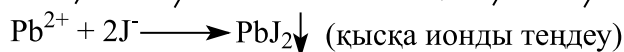
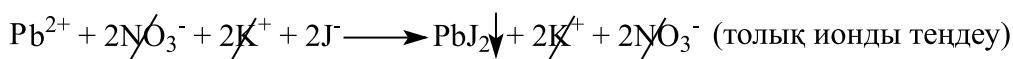
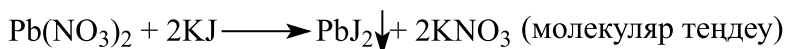


Диссоциациялану дәрежесі еріген заттың және еріткіштің табиғатына, ерітіндінің концентрация мен температурасына байланысты болады.

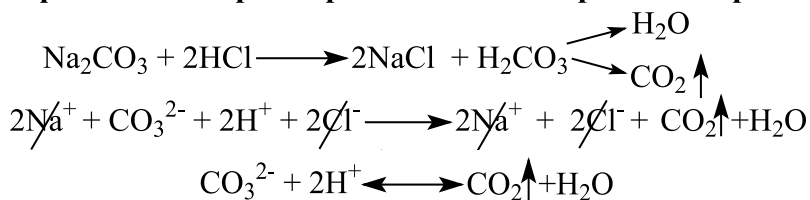
Иондардың алмасу реакциялары

Электролиттердің ерітінділерінде жүзеге келетін химиялық реакциялар электролит заттың диссоциациялануынан жасалған иондар қатысуында жүзеге асады. Иондар арасында жүретін химиялық реакциялардың теңдеулерін түзуде күшті электролит затты диссоциацияланған күйде, күшсіз электролиттер, суда ерімейтін тұнба заттар, газ күйіне өтіп реакция ортасынан шығып кететін заттардың молекуляр формулалары жазылады. Электролит ерітінділер арасында жүретін реакцияларды иондардың алмасу реакциялары деп атайды және олар төмендегіше жүзеге келеді:

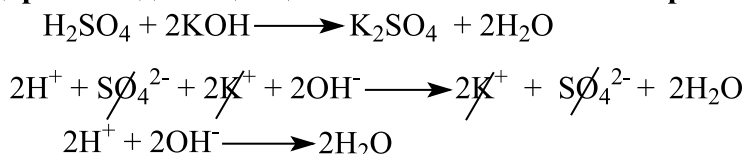
1. Тұнба жасалатын реакциялар:



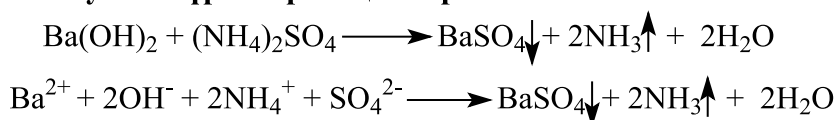
2. Газ күйіндегі заттар ажыралып шығатын реакциялар:



3. Иондарға кем диссоциацияланатын зат жасайтын реакциялар:



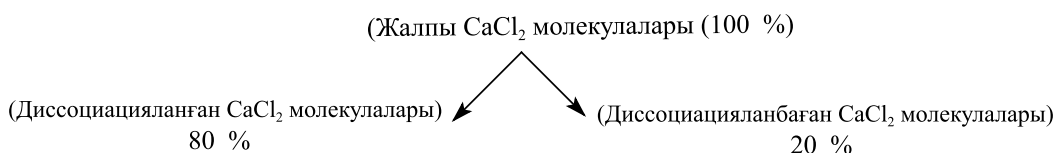
4. Бір уақыттың өзінде әрі газ, әрі тұнба, әрі кем диссоциацияланатын зат жасаумен жүретін реакциялар:



Диссоциациялану дәрежесі тақырыбы бойынша есептер және олардың шешуі:

1-есеп: CaCl_2 ерітіндісінде диссоциацияланбаған молекулалар саны 50 болса, ерітіндідегі хлор иондары санын тап. ($\alpha=80\%$).

Есептің шешуі: CaCl_2 -дың диссоциациялану дәрежесі 80 % екен, яғни ерітіндіде барлық CaCl_2 молекулалары 100 % болса, содан 80 % молекула иондарға ажыралған, қалған 20 % молекула ($100-80 = 20$) иондарға ажыралмаған болады.

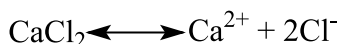


Егер ерітіндіде 50 диссоциацияланбаған молекулалар 20 %-ды құраса, 80 % диссоциацияланған молекулалар санын анықтаймыз:

80 %	_____	20 %
x	_____	50 молекула

$$x = \frac{50 \cdot 80}{20} = 200 \text{ молекула } \text{CaCl}_2 \text{ диссоциацияланған}$$

Енді кальций хлоридтің диссоциациялануын жазып аламыз:



1 моль CaCl_2 диссоциирован в 2 хлор атомы пайда болса, 200 молекула CaCl_2 -дан неше хлор ионы жасалуын анықтаймыз:

$$\begin{array}{ccc} 200 & \xrightarrow{\quad x \quad} & \\ \text{CaCl}_2 & \longleftrightarrow & \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- \\ 1 & \xrightarrow{\quad 2 \quad} & \end{array} \quad x = \frac{200 \cdot 2}{1} = 400 \text{ Cl}^- \text{ ионы}$$

Демек, ерітіндіде 400 хлор ионы жасалған екен.

Жауабы: 400

2-есеп: 3 л 0,4 М-лі нитрит қышқыл ерітіндісіндегі нитрит (NO_2^-) иондары санын тап. ($\alpha=0,5 \%$)

Есептің шешуі: Алдын ерітінді көлемі және моляр концентрациясынан пайдаланып еріген заттың (нитрит қышқылдың) мөлшерін тауып аламыз:

$$n_{\text{еріген зат}} = C_M \cdot V_{\text{ерітінді}}$$

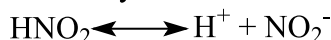
$$n = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ моль } \text{HNO}_2$$

Демек, ерітіндіде 1,2 моль HNO_2 молекулалары 100 %-ды құраса, иондарға ажыралған 0,5 % молекулалар санын пропорция арқылы тауып аламыз:

$$\begin{array}{ccc} 1,2 \text{ моль} & \xrightarrow{\quad 100 \% \quad} & \\ x & \xrightarrow{\quad 0,5 \% \quad} & \end{array}$$

$$x = \frac{1,2 \cdot 0,5}{100} = 0,006 \text{ моль } \text{HNO}_2 \text{ иондарға ажыралған}$$

Енді HNO_2 -ның диссоциациялануын жазып аламыз:



Демек, 1 HNO_2 диссоциацияланғанда 1 NO_2^- ионы жасалса, 0,006 моль HNO_2 -дан 0,006 моль NO_2^- ионы жасалады:

$$\begin{array}{ccc} 0,006 & \xrightarrow{\quad x=0,006 \quad} & \\ \text{HNO}_2 & \longleftrightarrow & \text{H}^+ + \text{NO}_2^- \\ 1 & \xrightarrow{\quad 1 \quad} & \end{array}$$

NO_2^- иондарының мөлшері белгілі болды, енді оның санын табамыз:

$$N_{\text{NO}_2^-} = 0,006 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,612 \cdot 10^{21}$$

Жауабы: $3,612 \cdot 10^{21}$

Тақырып бойынша есептер:

1. 2 л 0,1 М-лы сірке қышқыл ерітіндісіндегі ацетат (CH_3COO^-) иондары санын тап. ($\alpha=2 \%$)

2. Na_2SO_4 ерітіндісінде диссоциацияланбаған молекулалар саны 40 болса, ерітіндідегі натрий иондары санын тап. ($\alpha=75 \%$)

3. Хром (III) сульфат ерітіндісінде 210 сульфат ионы бар болса, диссоциацияланбаған хром (III) сульфат молекулалары санын тап. ($\alpha=70\%$)

4. 300 мл 0,5 М-лі құмырсқа қышқыл ерітіндісіндегі формиат (HCOO^-) иондары санын тап. ($\alpha=0,1\%$)

5. 1 л 0,5 М-лі сірке қышқыл ерітіндісіндегі ацетат (CH_3COO^-) иондары санын тап. ($\alpha=0,2\%$)

11-§ Тұздардың гидролизі және ондағы ерітінді ортасы

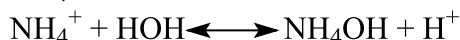
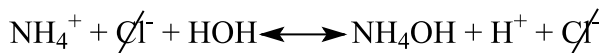
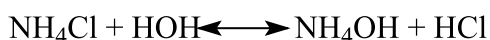
Тұздар көп жағдайларда негіздер мен қышқылдар арасында жүретін реакциялар нәтижесінде жасалады. Бұл үдерісте қатысатын иондар күшті және күшсіз электролиттігімен өзгешеленеді. Тұздар мен су арасында алмасу реакциясы болады, Бұл реакциялар гидролиз реакциялары болып табылады. Грекшеде “гидро” – су, “лизис” – ажыралу деген мағынаны білдіреді.

Тұздардың диссоциациялануынан жасалған иондарды сумен өзара әсерлесуінен күшсіз электролиттің жасалуы *гидролиз* деп аталады.

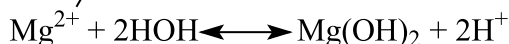
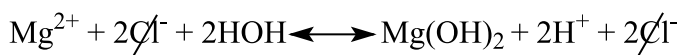
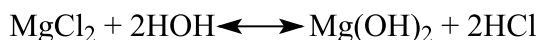
Тұздардың құрамындағы иондар бойынша төмендегі гидролиз реакциялары өзгешеленеді:

1. Катион бойынша жүретін гидролиз реакциялары:

Күшті қышқыл және күшсіз негізден жасалған тұздың гидролизі



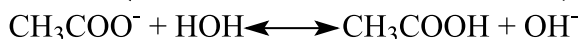
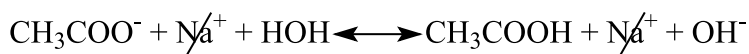
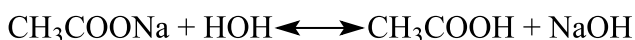
немесе



Жоғарыдағы реакциялардан белгілі, гидролиз реакциясы нәтижесінде күшсіз электролиттер (NH_4OH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$) катиондардың (NH_4^+ және Mg^{2+}) сумен әсерлесуі нәтижесінде жасалды. Сондықтан мұндай реакциялар **катион бойынша жүретін гидролиз реакциялар** деп аталады. Бұл реакцияларда ерітінді ортасы қышқылды болады. Өйткені қысқа ионды теңдеулерде сутегі иондары (H^+) жасалады. Ал бұл ерітіндіде сутегі иондары (H^+) гидрототық иондарынан (OH^-) көп екендігін көрсетеді. Нәтижеде қышқылды орта пайда болады.

2. Анион бойынша жүретін гидролиз реакциялары:

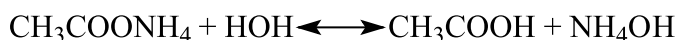
Күшті негіз және күшсіз қышқылдан жасалатын тұздар.



Бұл гидролиз реакциясында ацетат анионының сумен әсерлесуі нәтижесінде күшсіз электролит – сірке қышқылы жасалды. Сондықтан мұндай реакциялар **анион бойынша жүретін гидролиз реакциялар** деп аталады. Бұл реакцияларда ерітінді ортасы сілтілік болады. Себебі қысқа ионды теңдеулерде гидрототық иондары (OH^-) жасалады. Бұл ерітіндіде гидрототық иондары (OH^-) сутегі иондарынан (H^+) көп екендігін көрсетеді. Нәтижеде сілтілік орта пайда болады.

3. Әрі катион, әрі анион бойынша жүретін гидролиз реакциялары:

Күшті негіз және күшсіз қышқылдан жасалатын тұздардың гидролизі.



Бұл гидролиз реакциясы нәтижесінде күшсіз электролиттер (CH_3COOH , NH_4OH) әрі катион (NH_4^+), әрі анион (CH_3COO^-) сумен әсерлесуі нәтижесінде жасалды. Сондықтан мұндай реакциялар **әрі катион, әрі анион бойынша жүретін гидролиз реакциялар** деп аталады. Бұл реакцияларда ерітінді ортасы нейтрал болады. Өйткені бұл ерітіндіде гидрототық иондары (OH^-) және сутегі иондары (H^+) бір-біріне тең. Нәтижеде нейтрал орта пайда болады.

4. Күшті негіз және күшті қышқылдан жасалатын тұздардың гидролизге ұшырамайды. Гидролиз реакцияларының сипатында гидролиз реакциясы нәтижесінде күшсіз электролит жасалуы айтылған еді. Ал бұл реакцияларда күшсіз электролит жасалмайды. Бұл реакцияларда да ерітінді ортасы нейтрал болады. Себебі таза суда гидрототық иондары (OH^-) және сутегі иондары (H^+) бір-біріне тең.

Тұнбалар да гидролизге ұшырамайды. Мысал ретінде, CaCO_3 -ні алуымыз мүмкін. CaCO_3 сумен дерлік әсеретпейді. Сумен әсеретпоуінің себебінен гидролиз реакциясына кіріспейді.

Тұздар гидролизі температураға, ерітінді концентрациясы және ерітінді ортасына байланысты.

Гидролиз үдерісі температура көтерілгенде жылдамдайды және керісінше температурасы төмендетілгенде бәсеңдейді. Мысалы: жылы ауада азық заттарының сапасы тез бұзылып қалуы бізге белгілі. Мұның себебі органикалық заттардың гидролиз реакциясы нәтижесінде ыдырауы болып табылады. Сол себептен гидролиз үдерісін бәсеңдету үшін азық заттары төмен температурада (тоңазытқышта) сақталады.

Тұздардың ерітіндісінде судың мөлшері көп болса, гидролиз жылдам жүреді. Егер судың мөлшері кемірек болса гидролиз баяуырақ амалға

асады. Бұдан шығатын қорытынды ерітіндіге су қосып гидролизді тездету мүмкін. Егер гидролиз үдерісін баяулату керек болса, ерітіндіні булатып, оның құрамындағы суды азайту керек болады.

Егер гидролиз нәтижесінде ерітінді сілтілік ортаны құраса, бұндай тұздың гидролизін тездету үшін ерітіндіге аз мөлшерде қышқыл немесе қышқылдық орта беретін тұзды қосу керек болады. Мысалы: CH_3COONa ерітіндісінде орта сілтілік болады, бұл тұздың гидролизін тездету үшін ерітіндіге 1-2 тамшы сірке қышқыл немесе CuCl_2 ерітіндісін қосуымыз керек. Ал сол тұздың гидролизін бәсеңдету үшін ерітіндіге 1-2 тамшы сілті (NaOH) ерітіндісі немесе сілтілік орта жасайтын тұз ерітіндісінен (Na_2CO_3) қосу керек.

Гидролизге әсер ететін шаралар	Гидролиз реакциясын тездетеді	Гидролиз реакциясын бәсеңдетеді
Ерітіндінің концентрациясы	Концентрацияны азайту яғни су қосу	Концентрацияны арттыру яғни суды булату
Температура	Температураны көтеру	Температураны азайту
Ерітіндінің ортасы	Ерітінді ортасына қатысты кері ортаға ие болған зат қосу	Ерітінді ортасына сай зат қосу

Сутегі көрсеткіш. (pH)

Су өте күшсіз электролит, өте аз мөлшерде сутегі және гидрототық иондарына ажыралады. Судың иондану теңдеуін төмендегіше жазамыз: $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$. Бұл иондардың тең мөлшерде болуы нейтрал ортаны қамтасыз етеді.

Ерітіндіде H^+ иондары көп болса, орта қышқылды болады. Керісінше OH^- иондары көп болса орта сілтілік болады. Химия ғылымында ерітінді ортасы төмендегі кесте көмегімен сипатталады. Бұл кесте H^+ иондары мөлшеріне негізделген, pH көрсеткіші көмегімен сипатталады.

pH



Дәрігерлікте pH көрсеткіші маңызды мәнге ие. Салауатты ағзадағы сұйықтықтардың pH мәні төмендегіше: Қанның pH көрсеткіші 7,4-ке, ас қорыту үдерісінде асқазанның pH 1,5–2-ге, ал сілекейде тыныш қалыпта pH 5–8 көрсеткіштері арасында өзгереді. Бұл көрсеткіштердің өзгеруі адам денесінде белгілі бір ауру бар екендігін көрсетеді.

Кейбір тұздардың судағы ерітіндісінің айқындағыштарға қатынасы

Тұздардың ерітінділері	Тұз ерітінділерінің айқындағыштарға әсері		
	Лакмус	Фенолфталеин	Метил сарғалдағы
Калий нитрат (рН=7)	Реңі өзгермейді	Реңі өзгермейді	Реңі өзгермейді
Алюминий нитрат (рН<7)	Қызарады	Реңі өзгермейді	Қызғыш
Натрий карбонат (рН>7)	Көгереді	Қою қызыл	Сары

Тақырып бойынша тест тапсырмалар

1. Қайсы тұздар тек катион бойынша гидролизге ұшырайды? А) кальций карбонат; магний хлорид; В) натрий ацетат; алюминий хлорид; С) аммоний хлорид; мырыш нитрат; D) барий нитрат; калий сульфат.

2. Қайсы тұздар тек анион бойынша гидролизге ұшырайды? 1) $ZnCl_2$; 2) $(CH_3COO)_2Ca$; 3) $(NH_4)_2SO_4$; 4) KCN; 5) K_2SO_3 ; 6) NH_4Cl ; 7) $Zn(NO_3)_2$
А) 2, 4, 5; В) 1, 3, 6, 7; С) 2, 4, 5, 6; D) 1, 3, 7.

3. Қайсы тұздар гидролизге ұшырамайды? 1) $MgCl_2$; 2) $NaNO_3$; 3) K_2CO_3 ; 4) $ZnCl_2$; 5) $NaCl$; 6) KCN; 7) $Al_2(SO_4)_3$; 8) Na_2SO_4 .
А) 2, 5, 8; В) 1, 4, 7; С) 2, 6; D) 2, 3, 8.

4. Төмендегі қосылыстардан әрі катион, әрі анион бойынша гидролизге ұшырайтындарын анықта. 1) Li_2SO_4 ; 2) $(NH_4)_2CO_3$; 3) K_2SO_4 ; 4) Al_2S_3 ; 5) $Ca(NO_3)_2$; 6) CH_3COONH_4 ; А) 2, 6; В) 1, 4; С) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.

5. Қайсы тұздар тек катион бойынша гидролизге ұшырайды? 1) Na_2CO_3 ; 2) $AlCl_3$; 3) CH_3COONH_4 ; 4) $ZnCl_2$; 5) $(NH_4)_2SO_4$; 6) CH_3COOK ; 7) $Zn(NO_3)_2$; 8) $NaCN$. А) 1, 6, 8; В) 2, 4, 5, 7; С) 3, 8; D) 2, 3, 4, 7.

6. Төмендегі қосылыстардан әрі катион, әрі анион бойынша гидролизге ұшырайтындарын анықта. 1) натрий сульфат; 2) аммоний ацетат; 3) литий нитрат; 4) аммоний карбонат; 5) калий хлорид. А) 4, 5; В) 1, 3, 5; С) 1, 2, 5; D) 2, 4.

7. Төмендегі тұздардың қайсысы гидролизге ұшырамайды? 1) натрий сульфат; 2) аммоний нитрит; 3) литий нитрат; 4) алюминий карбонат; 5) калий хлорид; 6) аммоний ацетат. А) 4, 5, 6; В) 1, 3, 5, 6; С) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.

8. Қайсы қосылыстар суда ерітілгенде сілтілік орта жасайды? 1) натрий; 2) натрий нитрат; 3) калий пертотық; 4) литий хлорид; 5) калий сульфат; 6) натрий гидрокарбонат. А) 2, 4, 5; В) 1, 4, 5; С) 1, 3, 6; D) 2, 3, 6.

9. Қайсы қосылыстар суда ерітілгенде нейтрал орта жасалады? 1) калий пертотық; 2) натрий нитрат; 3) кальций хлорид; 4) литий сульфат; 5) натрий гидрокарбонат; 6) натрий гидрид. А) 2, 3, 4; В) 1, 5, 6; С) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.

10. Қайсы қосылыстар суда ерітілгенде қышқылды орта жасалады? 1) натрий пертотық; 2) алюминий нитрат; 3) магний хлорид; 4) калий гидрид; 5) натрий гидрокарбонат; 6) мырыш сульфат. А) 2, 3; В) 2, 3, 6; С) 1, 4, 5; D) 1, 5.

4-БӨЛІМ. ЕРІТІНДІ

12-§. Ерітінді туралы түсінік

Егер біз су құйылған 3 пробиркалардан біріне шекер, екіншісіне NaCl және үшінші пробиркаға KMnO_4 кристалдарын салсақ, біраз уақыттан соң судың физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгерісін бақылауымыз мүмкін. Мысалы, шекер кристалдары салынған су тәтті дәмге, тұз кристалдары салынған су кермек дәмге, KMnO_4 салынған су қызғыш реңге кіреді. Бұның нәтижесінде судың реңі, дәмі, тығыздығы, мұздау температурасы және басқа қасиеттері өзгереді. Пайда болған қоспаның реңі судай мөлдір болса да (шекер және тұз салынғаны) бұл қоспаны су деп болмайды. Бұл қоспа ерітінді деп аталады. Суда шекер, тұз және KMnO_4 ерігені үшін бұл заттар еріген зат деп, ал су еріткіш деп аталады.

Қазіргі тәжірибемізде қандай үдеріс жүзеге келгенін көрейік. Бастапқыда бізде 3 пробиркада су бар еді. Бірінші пробиркадағы суға шекерді салып араластырсақ, шекер еріп кетеді және бізге шекер көрінбей қалады. Бұның себебі, еріткіштің молекулалары әсерімен шекер заты, өзінің ең кіші түйіршігі болып саналатын молекула барынша майдаланады да судың молекулалары арасында біртегіс таралып кетеді. Нәтижеде заттарды бір-бірінен ажыратып тұратын сыртқы шекарасы жоғалады және бұндай жүйені гомоген жүйе деп атайды.

NaCl салынған екінші пробиркада да сондай үдеріс болды. NaCl суға салынғанда, су молекулаларының әсерімен Na^+ және Cl^- иондарына диссоциацияланады. Бұл иондарды су молекулалары орап алуының нәтижесінде гидратталған иондар жасалады және олар бүкіл ерітінді деңгейі бойынша біртегіс таралып гомоген жүйені, яғни ерітіндіні жасайды.

KMnO_4 ерітіндісінде де сондай үдеріс болады және біз бұл ерітіндіде де еріген зат пен еріткіш молекулаларын бір-бірінен көзбен айыра алмаймыз.

Гомоген жүйеде еріген заттың молекулалары немесе иондары судың бүкіл деңгейі бойынша таралып кетеді де ерітіндінің кез келген бөлігінде құрамы мен физикалық қасиеттері бірдей болады.

Ерітінді – еріткіш және еріген зат молекулаларының өзара әсерлесуінен пайда болған гомоген (бүкіл деңгейі бойынша физикалық және химиялық қасиеттері бірдей болған) жүйе болып табылады.

Біз тіршілігімізде ерітінділерді әр күні кездестіреміз және олардан пайдаланамыз. Мысалы, үнемі ішетін шайымыз да ерітіндіге мысал болады. Мұнда еріткіш су болады. Ал еріген зат құрғақ шай емес, сондайақ оның құрамындағы шайға рең мен дәм беретін заттар болады. Мысал ретінде табиғи суларды да алуға болады. Табиғатта тек жаңбыр суы ғана дистилленген (таза) болады. Тау-тастарда ағатын суларды, біздің үйімізге

келетін ішімдік суларды химиялық жағынан таза зат деп болмайды. Өйткені олардың құрамында әр түрлі тұздар еріген күйде болады, суға өзіне тән дәм береді. Сондықтан оларды ерітінді десе дұрыс болады. Тек дистилденген су химиялық жағынан таза су болып есептеледі де оның ешқандай дәмі болмайды.

Ерітінділерге жай ғана еріткіш және ерігіш заттардың қоспасы ретінде қарауға болмайды. Ерітінділер қасиеттері жағынан қоспа және химиялық қосылыстар (таза заттар) аралығында тұрады. Яғни:

➤ Ерітінділер құрамында бірнеше түрлі заттар болуымен қоспаларға жақын тұрады да химиялық қосылыстардан айырмашылығы бар.

➤ Құрамы өзгергіш болуы оларды қоспаларға жақындатса, химиялық қосылыстардан алыстатады.

➤ Ерітіндінің құрамында зат (еріткіш зат және еріген зат) молекулалары біртегіс бөлінеді де ерітіндінің кез келген бөлегінде құрамы бірдей болады. Бұл жағымен химиялық қосылыстарға ұқсайды. Қоспалардан сол қасиетімен өзгешеленеді (қоспалар көп жағдайларда бүкіл деңгейі бойынша бірдей құрамға ие болмайды).

➤ Химиялық қосылыс өзінің белгілі химиялық құрамына, физикалық қасиеттеріне (тығыздығы, сұйықталу және қайнау температурасына) ие. Ал ерітіндіні су қосып сұйылту, еріген заттан қосып қоюлату мүмкін. Нәтижеде ерітіндінің құрамындағы заттардың мөлшері өзгереді де бұл сонымен қатар ерітіндінің тығыздығы, қайнау мен мұздау температураларының өзгеруіне себеп болады. Еріген зат мөлшерінің артуына, ерітінді тығыздығының артуына және мұздату температурасының төмендеуіне соқтырады.

➤ Химиялық қосылыстар температураның біраз өзгеруі нәтижесінде агрегаттық күйін өзгертеді, бірақ құрамын өзгертпейді (мысалы, судың мұздауы және бу күйіне өтуі). Ал ерітінді температураның өзгеруі нәтижесінде еріткіш және еріген затқа ажыралып кетуі мүмкін. Мысалы ерітіндіні біраз қыздырса ерітіндідегі су буланып кете бастайды және бұл үдеріс ұзаққа созылса, ыдыстың түбінде тек еріген зат қалады.

➤ Ерітінділердің жасалуында бақыланатын үдерістер оларды химиялық қосылыстарға жақындастырып, қоспалардан ерекшелендіреді. Мысалы, ерітінділердің жасалуында химиялық қосылыстар жасалуындағы сияқты мөлшердің кему, жылулық бөліну немесе жұтылу үдерістері бақыланады. Сондықтан ерітінділерге еріткіш және еріген заттың жай қоспасы деп қаралмайды және еру үдерісі физикалық-химиялық үдеріс болып есептеледі.

Бұны кестеде төмендегіше өрнектесек те болады:

Қоспа	Ерітінді	Химиялық қосылыс
Құрамы бірнеше түрлі заттан құралған	Құрамы бірнеше түрлі заттан құралған	Құрамы бір заттан құралған
Бүкіл көлемі әр түрлі таралған	Бүкіл көлемі бойынша бірдей таралған	Бүкіл көлемі бойынша бірдей таралған

Физикалық әдістер арқылы құрамдық бөліктерге ажырату мүмкін	Физикалық әдістер арқылы құрамдық бөліктерге ажырату мүмкін	Химиялық реакциялар көмегімен құрамдық бөліктерге ажыралады (ыдырау реакциялары)
Жасалғанда жылу бөлінбейді, жүргізілмейді	Жасалғанда жылу бөлінеді немесе жүргізіледі	Жасалғанда жылу бөлінеді немесе жүргізіледі

Ерітінділер адам тіршілігі және іс жүзіндік қызметінде өте үлкен маңызға ие. Адам ағзасында тамақ қорыту үдерісінде қорек заттардың қорытылуы олардың ерітіндіге өтуімен жүзеге асады. Қорек заттар қорыту ферменттері ықпалында ыдырайды және еріп, молекула күйіне дейін өтеді. Молекула күйіндегі еріген қорек заттарды ішектер қанға сорып алуы жеңілдейді.

Қан, лимфа сияқты адам өмірінде маңызды мәнге ие болған сулы ерітінділер қатарына кіреді.

Химиялық реакцияларды жүзеге асыруда да ерітінділердің маңызы үлкен болып табылады. Көптеген реакциялар ерітінді күйінде жүзеге асады. Өйткені ерітінді құрамында заттар өздерінің ең кіші түйіндері болып есептелетін молекулаларға дейін немесе иондарға дейін майдаланады, бір-біріне оңай әсеретеді.

ЕРІТІНДІ ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША ТЕСТ СҰРАҚТАРЫ

1. Ерітінді деп қандай жүйені айтады?

А) еріткіш және еріген зат молекулаларының өзара ықпалдасуынан жасалған гомоген (бүкіл деңгейі бойынша физикалық және химиялық қасиеттері әр түрлі болған) жүйе болып табылады.

В) еріткіш және еріген зат молекулаларының өзара ықпалдасуынан жасалған ретроген (бүкіл деңгейі бойынша физикалық және химиялық қасиеттері бірдей болған) жүйе болып табылады.

С) еріткіш және еріген зат молекулаларының өзара ықпалдасуынан жасалған гомоген (бүкіл деңгейі бойынша физикалық және химиялық қасиеттері бірдей болған) жүйе болып табылады.

Д) еріткіш және еріген зат молекулаларының өзара ықпалдасуынан жасалған ретроген (бүкіл деңгейі бойынша физикалық және химиялық қасиеттері бірдей болған) жүйе болып табылады.

2. Ерітінділер құрамында заттар болуымен қоспаларға жуық тұрады және химиялық қосылыстардан өзгешеленеді.

А) бірдей В) бірнеше түрлі С) өзгермейтін Д) екі түрлі

3. Ерітінділердің қайсы жақтары химиялық қосылыстарға ұқсайды?

А) Ерітінді құрамындағы еріткіш зат және еріген зат молекулалары біртегіс бөлінеді және ерітіндінің кез келген бөлігінде құрамы бірдей болады.

В) Ерітінді құрамындағы еріткіш зат және еріген зат молекулалары біртегіс бөлінеді және ерітіндінің кез келген бөлігінде құрамы әр түрлі болады.

С) Ерітінді құрамындағы еріткіш зат және еріген зат молекулалары әр түрлі тегістікте бөлінеді және ерітіндінің кез келген бөлігінде құрамы бірдей болады.

Д) Ерітінді құрамындағы еріткіш зат пен еріген зат молекулалары біркелкі бөлінбейді.

4. Ерітінді және қоспалардың қандай физикалық-химиялық қасиеттері ұқсас?

1) Құрамы бірнеше түрлі заттан құралған; 2) Құрамы бір заттан құралған; 3) Физикалық тәсілдер арқылы құрамдық бөліктерге бөлу мүмкін; 4) Химиялық реакциялар көмегімен құрамдық бөліктерге бөлінеді; 5) Жасалғанда жылу бөлінеді немесе жұтылады; 6) Жасалғанда жылу бөлінбейді, жұтылмайды.

А) 2, 3, 5; В) 1, 3; Д) 1, 4, 5; С) 2, 6.

5. Еріген заттың құрамы артуына, ерітінді тығыздығынажәне мұздау температурасына соқтырады

А) төмендеуіне, артуына; В) төмендеуіне, төмендеуіне;
С) артуына, төмендеуіне; Д) артуына, артуына.

6. Ерітінді және химиялық қосылыстардың қандай физикалық-химиялық қасиеттері ұқсас?

1) Бүкіл деңгейі бойынша әр түрлі таралған; 2) Бүкіл деңгейі бойынша бірдей таралған; 3) Физикалық тәсілдер арқылы құрамдық бөліктерге бөлу мүмкін; 4) Химиялық реакциялар көмегімен құрамдық бөліктерге бөлінеді; 5) Жасалғанда жылу бөлінеді немесе жүргізіледі; 6) Жасалғанда жылу бөлінбейді, жұтылмайды. А) 2, 5; В) 1,6; С) 3,4; Д) 1,3.

13-§. Ерігіштік

Заттар түрлі еріткіштерде еріп ерітінділер жасайды. Еріткіштерде заттардың еру қасиеті **ерігіштік** деп аталады.

Біз күнделікті тұрмысымызда түрлі заттарды ерітіп, ерітінді жасайтынын көргенбіз. Мысалы: ас тұзын суда ерітіп, тұзды су жасауды; шекер суда ерігенде, тәтті су жасалуын; йод затын спиртте ерітіп, табиғатта қолданылатын йодтың спирттегі ерітіндісін жасауды көргенбіз.

Заттар еріткіштерде шексіз мөлшерде ерімейді, сондай-ақ олардың ерігіштігі белгілі мөлшерде ғана болады. Сол мөлшерді өрнектеу үшін ерігіштік коэффициенті деген ұғымды біліп алуымыз керек.

Заттың 100 г еріткіште белгілі температурада ери алатын ең көп массасы сол заттың **ерігіштік коэффициенті** (ерігіштігі) деп аталады. Ерігіштік коэффициенті S әрпімен белгіленеді. Мысалы, NaCl -дың 20°C -тағы ерігіштігі 36-ға тең екендігін білдіру үшін төмендегідей жазылады: $S(20^\circ\text{C}) = 36$

Заттар суда ерігіштігіне қарай 3 топқа бөлінеді:

1) Жақсы еритін заттар: (100 г еріткіште 10 г-нан көп ериді). KCl , NaNO_3 , шекер, спирт, газдар (HCl , NH_3).

2) Аз еритін: (100 г еріткіште 1 г-нан кем ериді). CaSO_4 , CaCO_3 , BaSO_4 , MgCO_3 , PbSO_4 , бензин, газдар (CH_4 , N_2 , H_2).

3) Ис жүзінде ерімейтін заттар: (100 г еріткіште 0,01 г және одан кем). алтын, күміс, мыс.

Заттардың ерігіштік қасиеті бірнеше жағдайларға байланысты, мәселен: заттың табиғаты және температураға байланысты.

Қатты заттардың көпшілігінің суда ерігіштігі температура артуымен артады, өйткені көбінесе қатты заттар ерігенде жылу жұтылады. Сондықтан температура көтерілгенде олардың ерігіштігі артады.

Мысалы: тұзды су даярланғанда, 1 стакан суық суға тұз салып араластырсақ, тұз жай ериді, кейде ерімей қалған тұз ыдыс түбінде қалып кеткенін көреміз. Енді сол мөлшердегі тұзды 1 стакан жылы суға салып араластырсақ, тұз тез еріп кетеді. Сол мысалдан қорытынды жасауға болады: қатты заттарда температура ерігіштікке оң пропорционал яғни температура көтерілгенде тұздардың ерігіштігі де артып барады да көбірек мөлшерде тұз суда ериді.

Газ заттардың ерігіштігі қатты заттардан ерекшеленеді, яғни температура көтерілгенде олардың ерігіштігі кемиді. Ал температура төмендегенде газдардың ерігіштігі артады.

Мысалы: бір стакан су алып, оны тоңазытқышқа ($t^{\circ}=3^{\circ}\text{C}$) қоямыз. 30 минут уақыт өткен соң, стакандағы суды бөлме температурада ($t^{\circ}=20\text{--}25^{\circ}\text{C}$) жағдайына аламыз. Белгілі уақыт өткен соң стакан қабырғасында майда көпіршіктерді көруіміз мүмкін. Бұл көпіршіктер су тоңазытқышта болған уақытта еріген газдардың жоғарылау температурада ерімей, қайта газ күйіне өтіп қалғанын білдіреді.

Газ заттардың ерігіштігіне қысым да әсер етеді. Қысым жоғары болса, газдардың ерігіштігі артады, қысым төмендесе ерігіштік те кемиді.

Газдардың суда ерігіштігіне қысымның әсерін сүңгуірдің суға сүңгуі мысалында көрсек болады. Сүңгуір су астына қаншалықты терең түскен сайын қысым да артып барады да соған сәйкесті түрде сүңгуірдің қанында еріген газдар (O_2 , CO_2 және басқалар) мөлшері де артып барады. Сүңгуір су астынан жоғарыға қайтып шығып бара жатқанда айналасындағы қысымның кемуінің есебіне қанда еріген күйдегі газ заттары қаннан бөлініп шығып сүңгуірдің өкпесі арқылы сыртқа шығып кетеді. Сондықтан сүңгуірдің жоғарыға көтерілуі жай болуы керек. Егер сүңгуір су астынан жоғарыға өте тез көтеріле бастаса, қаннан бөлініп шығатын газдар өкпе арқылы шығып кетуге үлгермей қалады да бас ми мен түрлі ағзаларында қан тамырларға тығылып қалады, қан айналымы бұзылады. Бұл кезде шұғыл түрде көмек берілмесе, сүңгуір опат болуы мүмкін.

Газдар жоғары қысым және төмен температурада суда жақсы ерігені үшін газды ішімдіктерді даярлауда сол жағдайдан пайдаланылады. Біз газды ішімдіктердің қақпағын ашқан кезде қысым кемиді және айналадағы температурада жоғары болғаны үшін ішімдік құрамында еріген газдардың ерігіштігі кеміп, газдар еріген күйден газ күйіне өтіп, тез бөлініп шыға бастайды.

Жоғарыда келтірілген мысалдар газдардың ерігіштігі қысымға оң пропорционал, температураға кері пропорционал екендігін дәлелдейді.

Бір заттың ерігіштігін анықтау үшін, стаканға 100 г дистилденген су құйып, температура анық белгілеп алынады да дистилденген суға аз мөлшерде зат қосып, араластырылады. Егер зат толық еріп кетсе, заттан тағы да салынады да араластырылады. Затты қосу зат ерімей стакан түбіне шөгіп қалғанға дейін жалғастырылады. Сол 100 г дистилденген суда неше грамм зат ерігені анықталады да бұл масса сол заттың белгілі температурадағы ерігіштік коэффициенті болады. Ал пайда болған ерітіндіні сол температура үшін тойынған ерітінді деп атайды.

Ерітінді құрамындағы еріген зат мөлшеріне қарай ерітінділер:

1. Тойынған ерітінді.
2. Тойынбаған ерітінді.
3. Өте тойынған ерітінділерге бөлінеді.

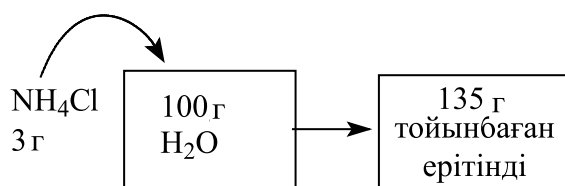
Белгілі температурада берілген еріткіште ерітілетін зат басқа ери алмайтын ерітінді **тойынған ерітінді** деп аталады.

Егер бір ерітіндіде белгілі температурада еріген зат тағы да еруі мүмкін болса, бұндай ерітінді **тойынбаған ерітінді** деп аталады. Тойынбаған ерітіндідегі еріген зат мөлшері сол температурада даярланған тойынған ерітінді құрамында бар болған зат мөлшерінен кем болады. Біз іс жүзінде негізінен тойынбаған ерітінділермен істейміз.

Өте тойынған ерітіндіде – еріген зат мөлшері сол температура үшін тойынған ерітінді құрамындағы бар болған зат мөлшерінен көбірек болады.

Мысалы: Аммоний хлоридтің 20°C-тағы ерігіштігі 37,2 г және 30 °C-тағы ерігіштігі 41,4 г. $S(20^{\circ}\text{C}) = 37,2$ $S(30^{\circ}\text{C}) = 41,4$

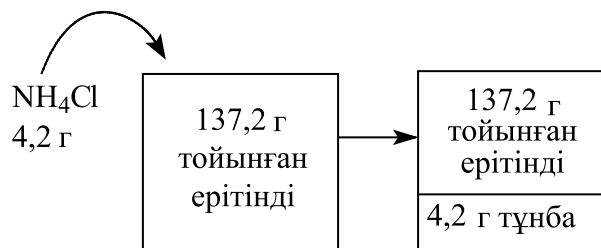
20°-та 100 г суға 35 г NH_4Cl салып араластырсақ, тұз тез еріп кетеді және сол температураға қатысты тойынбаған ерітінді жасалады:



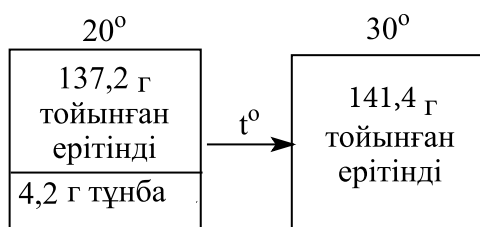
Енді сол ерітіндіге 2,2 г NH_4Cl салып араластырсақ, тұз еріп кетеді де 20° температура үшін тойынған ерітінді жасалады:



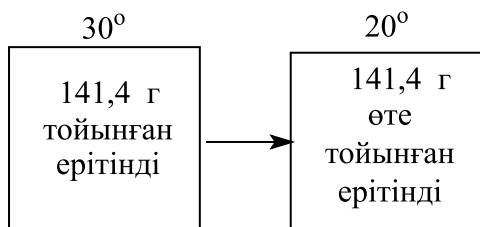
Сол 20° -тағы тойынған ерітіндіге тағы да 4,2 г NH_4Cl қоссақ және араластырсақ тұз ерімейді де қосылған 4,2 г тұз тұнбаға түседі. (Түсінік: 20° -та 100 г суда 37,2 г тұз еруі мүмкін.)



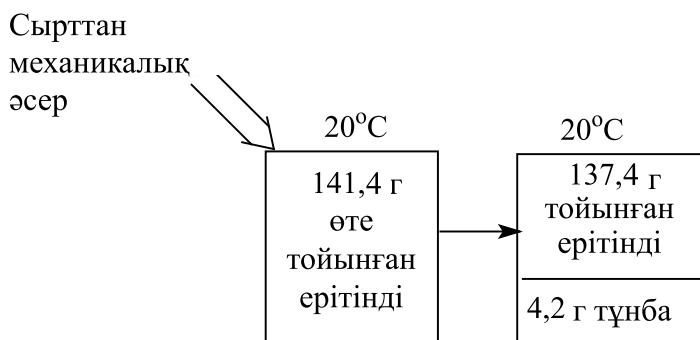
Енді тұнба күйінде тұрған 4,2 г тұзды ерітіп жіберу үшін ерітіндіні жайлап қыздырамыз. Температура 30° -қа жеткенде 4,2 г тұз толық еріп кетеді және 30° үшін тойынған ерітінді жасалады:



Сол ерітіндіні қыздыру тоқтатылған соң, ерітінді бөлме температурасына дейін жайлап суи бастайды. 20° -қа дейін ерітінді суыған соң ерітіндіде артықша мөлшердегі (30° -та еріген) 4,2 г тұз әлі де ерітіндінің құрамында еріген күйде болады:



Бұл өте тойынған ерітінді деп аталады, өйткені ерітінді құрамында 20° -та еруі мүмкін болған тұздан көбірек мөлшерде тұз еріген күйде болады. Ол ерітінді өте тұрақсыз болады, сырттан бір механикалық әсер (ерітіндіні араластырса, шыны таяқшамен ыдыс қабырғасына жайлап соғып) көрілсе, сол заматта 4,2 г тұз тұнбаға түседі де тойынған ерітінді жасалады.



ЕРІТІНДІ ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША ТЕСТ СҰРАҚТАРЫ

1. Ерігіштік коэффициенті деген не?

- A) Заттың 100 г еріткіште белгілі температурада ери алатын ең көп массасы;
- B) Заттың 100 г еріткіште белгілі температурада ери алатын ең кем массасы;
- C) Заттың 100 мг еріткіште белгілі температурада ери алатын ең көп массасы;
- D) Заттың 1 г еріткіште белгілі температурада ери алатын ең көп массасы.

2. Заттар суда ерігіштігіне қарай қандай және неше топқа бөлінеді?

- A) 2 топқа; кем еритін және ерімейтін;
- B) 3 топқа; жақсы еритін, кем еритін және іс жүзінде ерімейтін;
- C) 2 топқа; жақсы еритін, іс жүзінде ерімейтін;
- D) 2 топқа; жақсы еритін, кем еритін.

3. Суда жақсы еритін заттар келтірілген қатарды анықта.

- A) барий фосфат, кальций карбонат, күміс хлорид;
- B) ас тұзы, шекер, сутегі хлорид;
- C) мыс, алтын, күміс;
- D) магний карбонат, бензин.

4. Суда кем еритін заттар келтірілген қатарды анықта.

- A) азот, сутегі, барий сульфат;
- B) күміс, спирт, алтын;
- C) калий нитрат, аммоний гидрототық, сульфат қышқыл;
- D) шекер, аммиак, натрий сульфат.

5. Суда іс жүзінде ерімейтін заттар келтірілген қатарды анықта.

- A) сульфат қышқыл, нитрат қышқыл, хлорид қышқыл
- B) бензин, этил спирті, метан;
- C) алтын, күміс, мыс;
- D) натрий карбонат, алюминий сульфат, аммоний хлорид;

6. Төмендегі сөйлемде нүктелердің орнын сәйкес түрде толтыр.

Қатты заттардың суда ерігіштігі температура артуымен, өйткені қатты заттар ерігенде жылулық A) артады, бөлінеді; B) кемиді, бөлінеді; C) артады, жұтылады; D) кемиді, жұтылады.

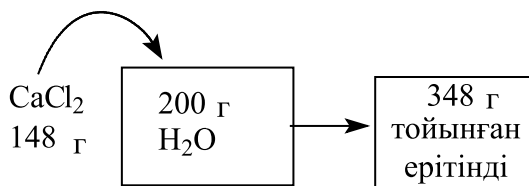
7. Төмендегі сөйлемде нүктелердің орнын сәйкес түрде толтыр.
Газ заттарды ерігіштігі температура көтерілгенде олардың ерігіштігі....., ал температура төмендегенде газдардың ерігіштігі.....
А) өзгермейді, артады; В) артады, кемейеді; С) кемиді, артады;
D) артады, өзгермейді.
8. Ерітінді құрамындағы еріген зат мөлшеріне қарай қандай ерітінділерге бөлінеді?
А) тойынған және тойынбаған; В) тойынған, тойынбаған, өте тойынған;
С) өте тойынған, тойынбаған; D) өте тойынған, тойынған.
9. Қандай ерітінді тойынған ерітінді деп аталады?
А) Белгілі температурада берілген ерітіндіде ерітілетін зат басқа ерімейтін ерітінді;
В) Егер бір ерітіндіде белгілі температурада еріген зат тағы да еруі мүмкін болса;
С) Еріген зат мөлшері сол температура үшін тойынған ерітінді құрамында бар болған зат мөлшерінен көбірек болады;
D) Еріген зат мөлшері сол температура үшін тойынбаған ерітінді құрамында бар болған зат мөлшерінен көбірек болады.

14-§. Ерігіштік тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі

1-есеп: 20°С-та 200 г суда 148 г CaCl_2 ерітілгенде тойынған ерітінді жасалса, сол тұздың 20°С-тағы ерігіштік коэффициентін анықта.

Есептің шешуі:

200 г суда 148 г CaCl_2 еріп тойынған ерітінді жасалған (ерітілген тұз мөлшері сол тұздың ерігіштік коэффициентіне сәйкес түрде болған).



Демек, 200 г суда 148 г тұз еріген болса, 100 г суда (заттың ерігіштік коэффициенті 100 г суға қатысты есептеледі) еріген тұз мөлшерін анықтаймыз:

Еріткіш	_____	еріген зат	_____	Тойынған ерітінді
200 г су	_____	148 г CaCl_2	_____	348 г ерітінді
100 г су	_____	x г		

$$x = \frac{100 \cdot 148}{200} = 74 \text{ г}$$

Демек, 100 г суда 74 г CaCl_2 еріп тойынған ерітінді жасалғанда яғни CaCl_2 ның 20°С-тағы ерігіштік коэффициенті 74 г.

Жауабы: 74

2-есеп: NaNO_3 -ның 25°C -тағы ерігіштік коэффициенті 91,6 г. Сол температурада 500 г суға неше грамм NaNO_3 қосылса, тойынған ерітінді жасалады?

Есептің шешуі:

NaNO_3 -ның ерігіштігі (100 г еріткіште ең көп еруі мүмкін болған тұз массасы) 91,6 г екен. Тойынған ерітінді жасау үшін 100 г суға 91,6 г тұз қосылуы белгілі болса, 500 г суға қандай массадағы тұз қосу керектігін анықтаймыз:

Еріткіш	_____	еріген зат	_____	Тойынған ерітінді
100 г су	_____	91,6 г NaNO_3	_____	г 191,6 г ерітінді
500 г су	_____	х г		

$$x = \frac{500 \cdot 91,6}{100} = 458 \text{ г}$$

Демек, 500 г суда 458 г NaNO_3 ерігенде, 25°C -та тойынған ерітінді жасалу мүмкін.

Жауабы: 458 г

3-есеп: Na_2CO_3 -ның 80°C -тағы ерігіштік коэффициенті 45 г. Сол температурада тойынған ерітінді жасалу үшін 144 г Na_2CO_3 -ны неше грамм суда еріту керек?

Есептің шешуі:

Na_2CO_3 -ның ерігіштігі (100 г еріткіште ең көп еруі мүмкін болған тұз массасы) 45 г екен. Тойынған ерітінді жасау үшін 45 г тұзды 100 г суда еріту керектігі белгілі болса, 144 г тұзды қанша мөлшердегі суда еріту керектігін анықтаймыз:

Еріткіш	_____	еріген зат	_____	тойынған ерітінді
100 г су	_____	45 г Na_2CO_3	_____	145 г ерітінді
х г	_____	144 г Na_2CO_3		

$$x = \frac{100 \cdot 144}{45} = 320 \text{ г}$$

Демек, 144 г Na_2CO_3 -ны 320 г суда еріткенде, 80°C -та тойынған ерітінді жасау мүмкін.

Жауабы: 320 г

4-есеп: KCl -ның 20°C -тағы ерігіштік коэффициенті 34 г. 350 г суда 70 г KCl ерітілді. Сол ерітіндіні тойындыру үшін тағы да неше грамм KCl қосу керек?

Есептің шешуі:

KCl -ның ерігіштігі (100 г еріткіште ең көп еруі мүмкін болған тұз массасы) 34 г екен. Тойынған ерітінді жасау үшін 100 г суға 34 г тұз қосылуы белгілі болса, 350 г суға қанша мөлшерде тұз қосуымыз керектігін анықтаймыз:

Еріткіш	еріген зат	Тойынған ерітінді
100 г су	34 г KCl	134 г ерітінді
350 г су	x г	

$$x = \frac{350 \cdot 34}{100} = 119 \text{ г}$$

Демек, 20 °C 350 г суда 119 г тұзды еріткенде тойынған ерітінді жасалуын біліп алдық. Бастапқыда 350 г суда 70 г тұз ерітілген еді. Қосылуы керек болған тұз мөлшері (119-70=49) 49 г-ды құрайды екен. Демек, сол температурада ерітіндіге тағы 49 г KCl қоссақ, тойынбаған ерітінді тойынған ерітіндіге айналады екен.

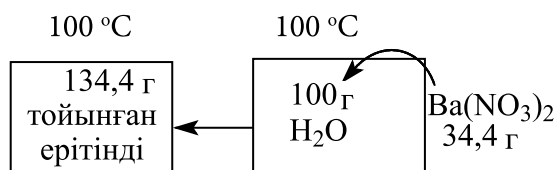
Жауабы: 49

5-есеп: 100°C-тағы Ba(NO₃)₂-ның 336 г тойынған ерітінді 25°C-қа дейін суытылса, неше грамм тұз кристалданады? **S(25°) C=10,5; S(100°C) =34,4**

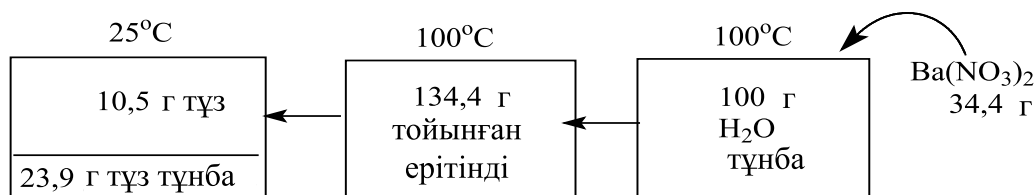
Есептің шешуі:

Қатысты жоғары температурада тұзды ерітіп, одан соң оны төмен температураға дейін суытылғанда тұз молекулалары кристалданады (тұнбаға түседі). Өйткені заттар суда еруіне (ерігіштігіне) температура оң пропорционал, яғни температура қанша жоғары болса, олардың суда ерігіштігі де сонша жоғары болады. Керісінше, температура төмендетілсе, ерігіштік те кемиді де ерітіндіде болған тұздың бір бөлігі ерітіндіден бөлініп, кристалданып тұнбаға түседі.

Ba(NO₃)₂ -ның 100°C-тағы ерігіштігі 34,4 г, яғни 100 г суда 34,4 г тұз ериді. Тойынған ерітінді массасы (100+34,4=134,4) 134,4 г болады.



100° C-та даярланған ерітінді 25 °C-қа дейін суытылса ерігіштік 10,5 г болып, ерітіндіде ерімей қалған тұз тұнбаға түседі. Бастапқы еріген тұз (34,4 г) мөлшерінен, ерітінді суытылғаннан кейінгі ерітіндіде қалған тұз массасын (10,5 г) айырсақ, тұнбаға түскен тұз массасын табуымыз мүмкін.



$$34,4 - 10,5 = 23,9 \text{ г тұз тұнба тойынған}$$

Демек, 100 °C-та даярланган 134,4 г тойынған ерітінді 25 °C-қа дейін суытылғанда 23,9 г тұнба жасалуы белгілі болса, 100°C-тағы 336 г тойынған ерітіндіден қанша мөлшерде тұнба жасалуын анықтаймыз:

Тойынған ерітінді (100 °C) ————— Тұнбаға түскен тұз массасы

$$\begin{array}{l} 134,4 \text{ г} \quad \text{—————} \quad 23,9 \text{ г} \\ 336 \text{ г} \quad \text{—————} \quad x \end{array} \quad x = \frac{336 \cdot 23,9}{134,4} = 59,75 \text{ г}$$

Демек, 336 г тойынған ерітіндіні 100 °C-тан 25 °C-қа дейін суытсақ, 59,75 г $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ тұнбаға түседі екен.

Жауабы: 59,75 г

Тақырып бойынша есептер:

1. 20°C-та 250 г суда 220 г NaNO_3 ерітілгенде тойынған ерітінді жасалса, сол тұздың 20°C-тағы ерігіштік коэффициентін анықта.
2. 30 °C-та 150 г суда 55,5 г KCl ерітілгенде тойынған ерітінді жасалса, сол тұздың 20°C-тағы ерігіштік коэффициентін анықта.
3. KCl -ның 20 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 34. Сол температурада 600 г суға неше грамм KCl қосылса, тойынған ерітінді жасалады?
4. NaCl -дың 80 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 38,4. Сол температурада 150 г суға неше грамм NaCl қосылса, тойынған ерітінді жасалады?
5. K_2SO_4 -тың 40 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 64. Сол температурада тойынған ерітінді жасалу үшін 192 г K_2SO_4 -ні неше грамм суда еріту керек?
6. Na_2SO_4 -дың 30 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 50. Сол температурада тойынған ерітінді жасалу үшін 120 г Na_2SO_4 -ні неше грамм суда еріту керек?
7. NH_4Cl -ның 20 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 37. 250 г суда 50 г NH_4Cl ерітілді. Сол ерітіндіні тойындыру үшін тағы неше грамм NH_4Cl қосу керек?
8. NaNO_3 -ның 20 °C-тағы ерігіштік коэффициенті 88. 300 г суда 200 г NaNO_3 ерітілді. Сол ерітіндіні тойындыру үшін тағы неше грамм NaNO_3 қосу керек?
9. 100 °C-тағы KCl -ның 785 г тойынған ерітіндісі 25 °C-қа дейін суытылса, неше грамм тұз кристалданады? ($S(25^\circ\text{C})=35$; $S(100^\circ\text{C})=57$)
10. 100 °C-тағы KBr -дің 408 г тойынған ерітіндісі 25 °C-қа дейін суытылса, неше грамм тұз кристалданады? ($S(25^\circ\text{C})=66$; $S(100^\circ\text{C})=104$)

15-§. Ерітінді концентрациясы және оны өрнектеу әдістері.

Пайыз концентрация

Белгілі массадағы немесе мөлшердегі ерітіндіде еріген заттың массасын немесе мөлшерін өрнектейтін ұғымды ерітінді концентрациясы деп атайды.

Ерітіндінің құрамында еріген заттың мөлшері болса, мұндай ерітіндінің концентрациясы жоғары болған ерітінді делінеді. Концентрленген ерітінділердің тығыздығы үлкен, әрекетшендігі немесе жабысқақтығы төмен болады. Төмен концентрациялы яғни сұйылтырылған ерітінділерде еріген заттың мөлшері өте кем болғаны үшін, ерітіндінің тығыздығы, әрекетшендігі және жабысқақтығы таза судыкіне жуық болады. Концентрленген ерітінді немесе концентрациясы төмен болған (сұйылтылған) ерітінді сияқты түсініктер (сөздер), ерітінділері еріген заттың мөлшері жөнінде анық мәлімет бермейді. Ерітіндінің концентрациясын анық өрнектеу әдістерінен төмендегілерімен танысамыз.

1. Пайыз концентрация;
2. Моляр концентрация;
3. Қалыпты концентрация.

Пайыз концентрация

Пайыз концентрация ерітінді массасының неше пайызын еріген зат құрайтынын көрсетеді. Басқаша айтқанда, 100 г ерітінді құрамында неше грамм еріген зат бар екендігін көрсетеді. Мысалы, 15 %-ды шекердің ерітіндісі дегенде, 100 г сондай ерітіндіде 15 г шекер және 85 г су бар екенін түсінеміз.

Пайыз концентрация $C\%$ белгісімен өрнектеледі.

Пайыз концентрацияны анықтау үшін еріген заттың массасын (m_1) ерітіндінің жалпы (еріген зат және еріткіш массалары қосындысы) массасына (m_2) бөлінеді. Шыққан санды пайызда өрнектеу үшін 100 %-ға көбейтіріледі.

$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

(1)

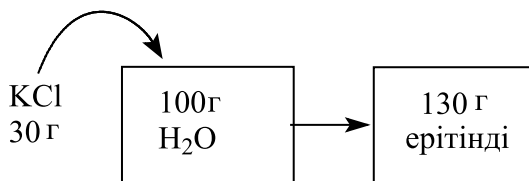
$C\%$ – пайыз концентрация;

m_1 – еріген зат массасы;

m_2 – ерітінді массасы.

1-есеп: 30 г KCl 100 г суда еруінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

Есептің шешуі: 30 г KCl 100 г суда ерітілгенде 130 г (30+100=130) ерітінді жасалады:



Бұл мәліметтерден пайдаланып, ерітіндінің пайыз концентрациясын 1-формула негізінде табамыз:

$$C\% = \frac{30}{30 + 100} \cdot 100\% = 23\%$$

Жауабы: 23 %

Егер есептің шартында ерітінді пайыз концентрациясы ($C\%$) және ерітінді массасы (m_2) берілген болса, мұндай ерітінді даярлау үшін керек

болатын еріген зат массасын табу үшін ерітіндінің пайыз концентрациясын ($C\%$) ерітінді массасына (m_2) көбейтіп 100 %-ге бөлуіміз керек болады.

$$m_1 = \frac{C\% \cdot m_2}{100\%} \quad (2)$$

Ерітіндінің пайыз концентрациясы ($C\%$) және еріген заттың массасы (m_1) берілген болса, неше грамм ерітінді (m_2) жасалуын да анықтау мүмкін. Бұл үшін еріген зат массасын (m_1) 100 %-ға көбейтіп, пайыз концентрацияға бөлуіміз керек болады:

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot 100\%}{C\%} \quad (3)$$

2-есеп: 50 г KNO_3 -ны неше грамм суда еріткенде 40 %-ды ерітінді жасалады?

Есептің шешуі:

100 г 40 %-ды ерітіндіні даярлау үшін, 40 г KNO_3 және 60 г еріткіш (яғни су) керек болса, 50 г KNO_3 үшін неше грамм су керек болуын пропорция арқылы табамыз:

$$\begin{array}{lcl} 40 \text{ г } KNO_3 & \text{—————} & 60 \text{ г } H_2O \\ 50 \text{ г } KNO_3 & \text{—————} & x \end{array} \quad x = \frac{50 \cdot 60}{40} = 75 \text{ г } H_2O$$

Жауабы: 75 г

3-есеп: 150 г суда неше грамм $NaNO_3$ ерітілсе 25 %-ды ерітінді жасалады?

Есептің шешуі:

25 %-ды ерітінді даярлау үшін, масса жағынан 25 г еріген зат және 75 г еріткіш (яғни су) керек болуы белгілі болса, 150 г H_2O -да неше грамм $NaNO_3$ -ны еріту керектігін табамыз:

$$\begin{array}{lcl} & 100 \text{ г ерітінді} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ 75 \text{ г еріткіш } (H_2O) & \text{—————} & 25 \text{ г еріген зат } (NaNO_3) \\ 150 \text{ г еріткіш } (H_2O) & \text{—————} & x \end{array}$$

$$x = \frac{150 \cdot 25}{75} = 50 \text{ г } NaNO_3$$

Жауабы: 50 г

4-есеп: 30 %-ды KBr ерітіндісінен 500 г даярлау үшін неше грамм тұз және неше грамм су керек болады?

Есептің шешуі:

30 %-ды ерітінді даярлау үшін, масса жағынан 30 г еріген зат, 70 г (100–30=70) еріткіш (яғни су) керек болуы белгілі болса, 500 г ерітінді даярлау үшін қанша мөлшерде су және тұз керектігін есептейміз:

$$\begin{array}{ccccc} \text{Еріткіш} & \text{еріген зат} & \text{Ерітінді} \\ 70_{\text{г}} (\text{H}_2\text{O}) & 30_{\text{г}} (\text{KBr}) & 100_{\text{г}} \\ x_2 & x_1 & 500_{\text{г}} \end{array}$$

$$x_1(\text{KBr}) = \frac{500 \cdot 30}{100} = 150 \text{ г}$$

$$x_2 (\text{H}_2\text{O}) = \frac{500 \cdot 70}{100} = 350 \text{ г}$$

Жауабы: 150 г; 350 г

Есептерде еріген заттың массасы берілмей, оның мөлшері берілуі мүмкін. Мұндай жағдайларда еріген заттың мөлшерін (n) оның моляр массасына (M) көбейтіп еріген зат массасын (m_1) анықтап аламыз: $m_1 = n \cdot M$ және есепті орындауды жалғастырамыз.

5-есеп: 0,5 моль Na_2CO_3 97 г суда ерітілуінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

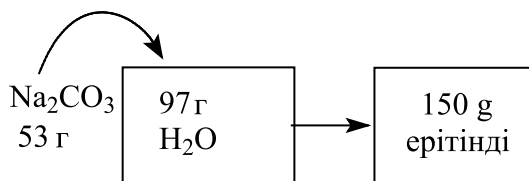
Есептің шешуі:

Алдын еріген заттың массасын тауып аламыз:

$$m = n \cdot M \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$$

$$m (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot 106 = 53 \text{ г}$$

53 г Na_2CO_3 97 г суда ерітілгенде 150 г (53+97=150) ерітінді жасалады:



Ерітілген тұз массасы және жалпы ерітінді массасынан пайдаланып ерітіндінің пайыз концентрациясын 1-формула бойынша табамыз:

$$C_{\%} = \frac{53}{97 + 53} \cdot 100 \% = 35,33 \%$$

Жауабы: 35,33 %

Тақырып бойынша есептер:

1. 25 г NaCl 100 г суда еруінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
2. 20 г KNO₃ 180 г суда еруінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
3. 36 г NaCl-ны неше грамм суда еріткенде 25 %-ды ерітінді жасалады?
4. 80 г NH₄NO₃ неше грамм суда ерітілгенде 20 %-ды ерітінді жасалады?
5. 450 г суда неше грамм K₂SO₄ ерітілсе 10 %-ды ерітінді жасалады?
6. 280 г суда неше грамм KBr ерітілсе 30 %-ды ерітінді жасалады?
7. 10 %-ды KNO₃ ерітіндісінен 250 г даярлау үшін неше грамм тұз және неше грамм су керек болады?
8. 15 %-ды NaNO₃ ерітіндісінен 150 г даярлау үшін неше грамм тұз және неше грамм су керек болады?
9. 0,25 моль Na₂SO₄ 164,5 г суда ерітілуінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
10. 0,4 моль KCl 120,2 г суда ерітілуінен жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

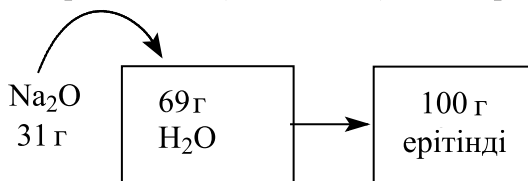
16-§. Пайыз концентрация тақырыбы бойынша есептер және олардың шешуі

Егер суда жақсы еритін және сумен өзара әсерлесіп жаңа зат жасайтын заттар (мысалы Na, Na₂O, SO₃, SO₂, KH, K₂O, NO₂) суға салынса, жасалған ерітіндінің концентрациясы сол реакция нәтижесінде жасалған жаңа зат массасына негізделіп табылады.

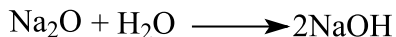
1-есеп: 31 г Na₂O 69 г суға түсірілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.

Есептің шешуі:

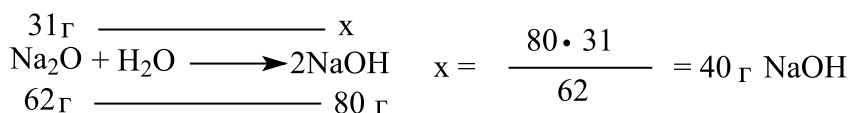
31 г Na₂O 69 г суда ерітілгенде (31+69=100) 100 г ерітінді жасалады:



Na₂O негізді тотық, суға салынғанда сумен қосылу реакциясына кірісіп NaOH -ны жасайды.



Реакция теңдеуі бойынша 62 г Na₂O суға салынғанда 80 г NaOH жасалатыны белгілі болса, 31 г Na₂O-дан жасалатын NaOH массасын табамыз:



Реакциядан соң жасалған ерітіндіде еріген зат NaOH болып, ерітіндінің пайыз концентрациясы сол заттың массасына қатысты есептеледі:

$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

C % – пайыз концентрация;

m₁ – еріген зат массасы;

m₂ – ерітінді массасы.

$$C\% = \frac{40}{31+69} \cdot 100\% = 40\%$$

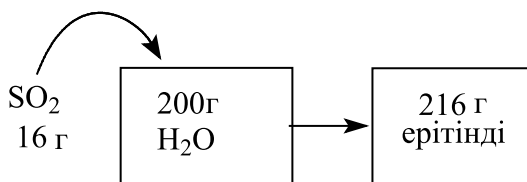
Жауабы: 40 %

2-есеп: 5,6 л (қ.ж.) SO₂ 200 г суға жұттырылуынан жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

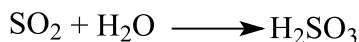
Есептің шешуі: Алдымен SO₂ мөлшерінен пайдаланып оның массасын тауып аламыз:

$$n = \frac{V}{V_M} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль SO}_2 \longrightarrow \begin{array}{l} m = n \cdot M \\ m = 0,25 \cdot 64 = 16 \text{ г SO}_2 \end{array}$$

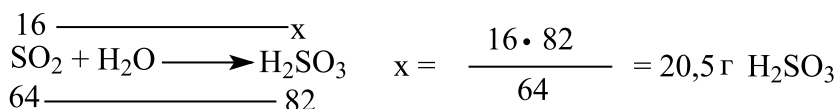
16 г SO₂ 200 г суда ерітілгенде 216 г (16+200=216) ерітінді жасалады:



SO₂ қышқылды тотық, суға түсірілгенде H₂SO₃ жасалады.



Реакция бойынша 64 г SO₂ суға түсірілгенде 82 г H₂SO₃ жасалуы белгілі болса, 16 г SO₂ -дан жасалатын H₂SO₃ массасын табамыз:



Реакциядан соң жасалған ерітіндіде еріген зат H₂SO₃ болып, пайыз концентрация сол зат массасына қатысты есептеледі:

$$C_{\%} = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

C % – пайыз концентрация;

m_1 – еріген зат массасы;

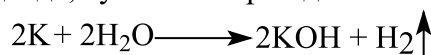
m_2 – ерітінді массасы.

$$C_{\%} = \frac{20,5}{216} \cdot 100\% = 9,4 \%$$

Жауабы: 9,4 %

3-есеп: 100 г суға 58,5 г калий қосылғанда жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

Есептің шешуі: Калий белсенді металл, суға түскен заматта сумен әсерлесіп КОН жасалады да, сутегі газ күйінде бөлініп шығады:



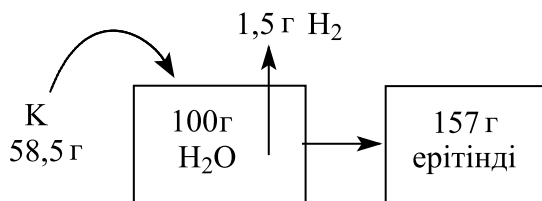
Реакция бойынша 78 г К реакцияға кіріскенде 112 г КОН және 2 г сутегі газы бөлінсе, 58,5 г К реакциясынан жасалған КОН және сутегі массасын анықтаймыз:

$$\begin{array}{rcccl} 58,5 \text{ г} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & x_1 & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & x_2 \\ 2K + 2H_2O & \longrightarrow & 2KOH + H_2 \uparrow \\ 78 \text{ г} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 112 \text{ г} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 2 \text{ г} \end{array}$$

$$x_1(KOH) = \frac{58,5 \cdot 112}{78} = 84 \text{ г}$$

$$x_2(H_2) = \frac{58,5 \cdot 2}{78} = 1,5 \text{ г}$$

58,5 г К 100 г суда ерітілгенде 1,5 г сутегі газ күйінде ерітіндіден шығып кетсе, реакциядан соң жасалған ерітіндінің массасы 157 г ($58,5 + 100 - 1,5 = 157$) болады:



Реакциядан соң жасалған ерітіндіде еріген зат КОН болып, пайыз концентрация сол зат массасына қатысты есептеледі:

$$C_{\%} = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

$C_{\%}$ – пайыз концентрация;
 m_1 – еріген зат массасы;
 m_2 – ерітінді массасы.

$$C_{\%} = \frac{84}{100+58,5-1,5} \cdot 100\% = 53,5 \%$$

Жауабы: 53,5 %

4-есеп: 200 г 5 %-ды және 500 г 20 %-ды NaCl ерітінділері бір ыдысқа салып араластырылуынан жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.

Есептің шешуі: Екі түрлі концентрацияға ие болған NaCl ерітінділерін бір ыдысқа салып араластырылса, жаңа концентрациялы ерітінді жасалады.

Алдын ерітінділердің әрқайсысының құрамында бар болған тұздың массасын тауып аламыз:

1-ерітіндіде 200 г ерітінді массасы 100 %-ды құраса, 5 % еріген тұз массасы қанша екендігін табамыз:

$$\begin{array}{l} 200 \text{ г} \text{ ————— } 100 \% \\ x_1 \text{ ————— } 5 \% \end{array} \quad x_1(\text{NaCl}) = \frac{200 \cdot 5}{100} = 10 \text{ г}$$

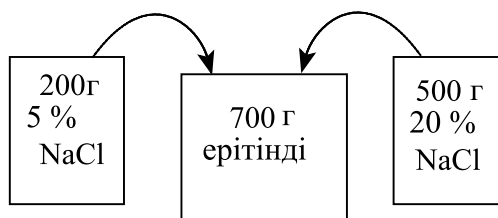
2-ерітіндіде 500 г ерітінді массасы 100 %-ды құраса, 20 % еріген тұз массасының қанша екендігін табамыз:

$$\begin{array}{l} 500 \text{ г} \text{ ————— } 100 \% \\ x_2 \text{ ————— } 20 \% \end{array} \quad x_2(\text{NaCl}) = \frac{500 \cdot 20}{100} = 100 \text{ г}$$

Енді бірінші және екінші ерітінділердегі тұз массаларын қосып жалпы еріген тұз массасын табамыз:

$$10 + 100 = 110 \text{ г жалпы еріген тұз}$$

Бірінші ерітіндінің массасын (200 г) екінші ерітіндінің массасына (500 г) қосып, жаңа ерітіндінің жалпы массасын табамыз: $200+500=700 \text{ г}$



$$200+500=700 \text{ г ерітінді}$$

Жаңа ерітіндінің жалпы массасы және онда еріген тұз массалары белгілі болды, енді ерітінді концентрациясын 1-формула негізінде табамыз:

$$C\% = \frac{10 + 100}{200 + 500} \cdot 100\% = 15,7\%$$

Жауабы: 15,7 %

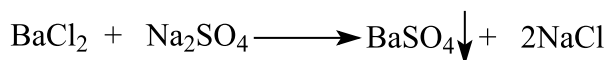
Егер бір ерітіндіге басқа зат қосылған болса, алдын бастапқы ерітіндідегі зат қосылатын затпен реакцияға кіріседі ме, жоқ па анықтап алынады.

Егер есептің шартында берілген заттар өзара реакцияға кіріссе, реакция теңдеуі жазып алынады. Реакция нәтижесінде жасалған зат ерітінді құрамындағы еріген зат ретінде алынады да есептің орындалуы жалғасады.

Егер реакцияда тұнба пайда болса, ерітіндінің жалпы массасынан тұнбаның массасын айыру арқылы ерітінді массасы анықталады. Реакцияда газ бөлінген болса, ерітінді массасынан газ массасын айыру арқылы ерітінді массасы анықталады. Тұнба және газ ерітінді құрамына кірмейді, олар ерітіндіден тыстағы заттар болып есептеледі.

5-есеп: 416 г 20 %-ды BaCl_2 ерітіндісі және 568 г 10 %-ды Na_2SO_4 ерітінділері бір ыдысқа салып араластырылғанда, жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

Есептің шешуі: Осы есеп бір қарағанда біз жоғарыда қарастырған 9-есепке ұқсас сияқты көрінеді, бірақ бұл есепте 9-есептен өзгешелігі, 2 түрлі зат яғни BaCl_2 және Na_2SO_4 ерітінділері өзара араластырылып жатыр. Сол күйде еріген заттар арасында химиялық реакция жүреді де тұнба пайда болады:



Реакция аяқталған соң ерітіндіде NaCl ерітіндіде еріген күйде болып, пайыз концентрация сол заттың массасына қатысты есептеледі.

Алдын BaCl_2 ерітіндісінде еріген заттың массасын және оның зат мөлшерін тауып аламыз:

$$\begin{array}{ccc}
 100 \text{ г ерітінді} & \xrightarrow{\hspace{10em}} & 416 \text{ г} \\
 \swarrow & & \searrow \\
 80 \text{ г еріткіш } (\text{H}_2\text{O}) & & 20 \text{ г еріген зат } (\text{BaCl}_2)
 \end{array}$$

$$x = \frac{20 \cdot 416}{100} = 83,2 \text{ г BaCl}_2$$

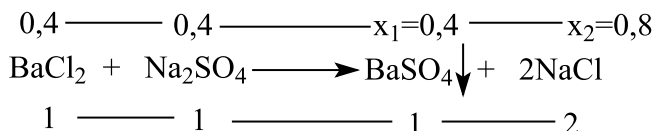
$$n = \frac{m}{M} = \frac{83,2}{208} = 0,4 \text{ моль BaCl}_2$$

Сол кезектілікте Na_2SO_4 ерітіндісінен әрі еріген заттың массасын, әрі оның зат мөлшерін табамыз:

$$\begin{array}{c}
 100 \text{ г ерітінді} \xrightarrow{\hspace{10em}} 568 \text{ г} \\
 \swarrow \quad \searrow \\
 90 \text{ г еріткіш } (\text{H}_2\text{O}) \quad 10 \text{ г еріген зат } (\text{Na}_2\text{SO}_4) \xrightarrow{\hspace{1em}} x \\
 \\
 x = \frac{10 \cdot 568}{100} = 56,8 \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4 \\
 \Downarrow \\
 n = \frac{m}{M} = \frac{56,8}{142} = 0,4 \text{ моль } \text{Na}_2\text{SO}_4
 \end{array}$$

Демек 1-ерітіндіде 0,4 моль BaCl_2 , екінші ерітіндіде 0,4 моль Na_2SO_4 еріген күйде болған яғни заттар 1:1 моль қатынаста болған екен. Жоғарыдағы реакция теңдеуіне негізделіп айтуға болады, яғни реакцияға кірісетін BaCl_2 және Na_2SO_4 заттары стехеометриялық қатынаста (яғни сол реакция соқына дейін жүруі үшін екі зат та жеткілікті мөлшерде) болған.

Енді сол реакция негізінде жасалған BaSO_4 тұнбасының және ерітіндіде қалған NaCl -лардың массаларын тауып аламыз:



$$x_1 = \frac{0,4 \cdot 1}{1} = 0,4 \text{ моль } \text{BaSO}_4$$

$$x_2 = \frac{0,4 \cdot 2}{1} = 0,8 \text{ моль } \text{NaCl}$$

$m = n \cdot M$

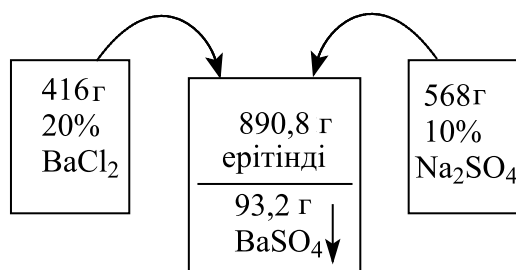
$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,4 \cdot 233 = 93,2 \text{ г}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,8 \cdot 58,5 = 46,8 \text{ г}$$

Жаңа жасалған ерітінді массасын тауып аламыз: бұл үшін бастапқы ерітінділері массаларының қосындысынан жасалған тұнба массасы айырылады.



Жаңа ерітіндінің массасы және онда еріген тұз массалары белгілі болды, енді ерітінді концентрациясын 1-формула негізінде табамыз:

$$C\% = \frac{46,8}{416+568-93,2} \cdot 100\% = 5,25\%$$

Демек BaCl_2 және Na_2SO_4 ерітінділері араластырылған соң 5,25 %-ды NaCl ерітіндісі жасалған екен.

Жауабы: 5,25

Тақырып бойынша есептер:

- 23,5 г K_2O 126,5 г суға түсірілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.
- 6,72 л (қ.ж.) SO_2 80,8 г суға түсірілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.
- 108 г N_2O_5 200 г суға сіңдірілгенде жасалған нитрат қышқылдың пайыз концентрациясын (%) анықта.
- 16,8 л (қ.ж.) CO_2 2000 г суға сіңдірілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
- 100 г суға 46 г натрий қосылғанда жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
- 150 г суға 60 г кальций қосылғанда жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
- 200 г 10 %-ды және 300 г 20 %-ды NaNO_3 ерітінділері бір ыдысқа құйылып араластырылуынан жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.
- 150 г 40 %-ды және 250 г 30 %-ды NH_4NO_3 ерітінділері бір ыдысқа құйылып араластырылуынан жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) есепте.
- 520 г 10 %-ды BaCl_2 ерітіндісі және 710 г 5 %-ды Na_2SO_4 ерітінділері бір ыдысқа құйылып араластырылғанда, жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
- 425 г 20 %-ды AgNO_3 ерітіндісі және 195 г 15 %-ды NaCl ерітінділері бір ыдысқа құйылып араластырылғанда, жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

17-§. Пайыз концентрациясы, ерітінді массасы, мөлшері және тығыздығы арасындағы байланыс

Ерітінді бойынша есептер орындағанда ерітінді мөлшері, ерітінді тығыздығы сияқты түсініктермен қақтығысуымыз мүмкін. Мұндай есептерді орындаудан алдын ерітінді массасы, ерітінді мөлшері және ерітінді тығыздығының бір-біріне қандай байланыстылығын қарастырамыз.

Ерітінді тығыздығын (ρ) анықтау үшін ерітіндінің жалпы массасын (m_2) ерітінді мөлшеріне (V) бөлу керек:

$$\rho = \frac{m_2}{V} \quad (4)$$

Ерітінді массасын (m_2) грамм (г) немесе килограммен (кг); ерітінді мөлшерін (V) миллилитр (мл) немесе литрмен (л); ал ерітінді тығыздығын (ρ) г/мл немесе кг/л-лермен өрнектеуіміз мүмкін.

Сол формула арқылы ерітінді массасын (m_2) анықтау үшін ерітінді тығыздығын (ρ) ерітінді мөлшеріне (V) көбейту керек болады:

$$m_2 = V \cdot \rho \quad (5)$$

Ал ерітінді мөлшерін (V) анықтау үшін, ерітінді массасын (m_2) ерітінді тығыздығына (ρ) бөлуіміз керек болады:

$$V = \frac{m_2}{\rho} \quad (6)$$

1-есеп: Құрамында 44,8 г КОН ұстаған 200 мл ($\rho = 1,12$ г/мл) ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.

Есептің шешуі: Алдын ерітіндінің мөлшері мен тығыздығы мәндерінен пайдаланып ерітіндінің массасын 5-формулаға негізделіп, анықтап аламыз:

$$m_2 = V \cdot \rho = 200 \cdot 1,12 = 224 \text{ г ерітінді}$$

Еріген зат массасы мен ерітіндінің масса мәндері белгілі болды. Енді ерітіндінің пайыз концентрациясын 1-формуладан пайдаланып табамыз:

$$C\% = \frac{44,8}{224} \cdot 100\% = 20 \%$$

Жауабы: 20 %

2-есеп: 177,5 мл ($\rho = 1,2$ г/мл) 40 %-ды Na_2SO_4 ерітіндісі құрамында еріген заттың массасын (г) анықта.

Есептің шешуі: Алдын ерітіндінің мөлшері мен тығыздығы мәндері арқылы ерітіндінің массасын 5-формуладан пайдаланып, анықтап аламыз:

$$m_2 = V \cdot \rho = 177,5 \cdot 1,2 = 213 \text{ г ерітінді}$$

213 г ерітіндінің массасы 100 %-ды құраса, онда еріген 40 % тұз массасын табамыз:

$$\begin{array}{l} 213 \text{ г ерітінді} \text{ ————— } 100 \% \\ x \text{ ————— } 40 \% \end{array} \quad x = \frac{40 \cdot 213}{100} = 85,2 \text{ г Na}_2\text{SO}_4$$

Демек ерітіндіде 85,2 г Na_2SO_4 ерітілген екен.

Жауабы: 85,2 г.

Тақырып бойынша есептер:

1. Құрамында 80 г NaOH ұстаған 300 мл ($\rho = 1,12$ г/мл) ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
2. Құрамында 49 г H_2SO_4 ұстаған 160 мл ($\rho = 1,15$ г/мл) ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) анықта.
3. 200 мл ($\rho = 1,25$ г/мл) 25 %-ды AgNO_3 ерітіндісі құрамында еріген заттың массасын (г) анықта.
4. 240 мл ($\rho = 0,8$ г/мл) 15 %-лы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ерітіндісі құрамында еріген заттың массасын (г) анықта.

18-§. Моляр концентрация

1 л ерітіндінің құрамында еріген заттың мөлшері немесе моляр саны сол ерітіндінің **моляр концентрациясы** деп аталады.

Моляр концентрацияны (C_M) анықтау үшін еріген зат мөлшерін (n) сол ерітіндінің мөлшеріне (V) бөлуіміз керек.

$$C_M = \frac{n}{V}$$

C_M – моляр концентрация (моль/л немесе М)

n – еріген заттың мөлшері (моль)

V – ерітінді мөлшері (л)

Моляр концентрацияның (C_M) өлшем бірлігі моль/л немесе М (моляр) болып табылады. Еріген заттың мөлшерін мольде өлшейміз. Моляр концентрацияда ерітінді мөлшері л-мен өлшенеді.

Сол формуладан еріген зат мөлшерін (n) анықтау үшін ерітінді моляр концентрациясын (C_M) ерітінді мөлшеріне (V) көбейту керек болады.

$$n = C_M \cdot V$$

Сол формуладан ерітінді мөлшерін (V) анықтау үшін еріген зат мөлшерін (n) ерітіндінің моляр концентрациясына (C_M) бөлу керек.

$$V_{\text{ерітінді}} = \frac{n_{\text{еріген зат}}}{C_M}$$

1-есеп: 0,75 моль NaNO_3 суда ерітіліп, 250 мл ерітінді әзірленді. Жасалған ерітіндінің моляр концентрациясын анықта. Ж: 3 М

Есептің шешуі: 0,75 моль NaNO_3 белгілі мөлшердегі суда ерітілген, нәтижеде 250 мл яғни 0,25 л ерітінді жасалған. Сол ерітіндінің моляр концентрациясын анықтаймыз:

$$C_M = \frac{n_{\text{еріген зат}}}{V_{\text{ерітінді}}} = \frac{0,75}{0,25} = 3 \text{ моль/л}$$

Демек 0,75 моль NaNO_3 -ның жасаған 250 мл ерітіндісі 3 моль/л (молярлы) болған.

Жауабы: 3 М

Егер есептің шартында еріген зат массасы берілген болса, алдын еріген зат мөлшерін анықтап аламыз. Бұл үшін еріген зат массасын сол заттың моляр массасына бөлу керек.

$$n_{\text{еріген зат}} = \frac{m_{\text{еріген зат}}}{M_{\text{еріген зат}}}$$

Моляр массаны анықтап алған соң, есепті орындауды жалғастырамыз.

2-есеп: Құрамында 7,3 г HCl бар болған, 0,1 М-лі HCl ерітіндісінің мөлшерін (л) анықта.

Есептің шешуі: Алдын HCl -ның зат мөлшерін тауып аламыз:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m}{M} = \frac{7,3}{36,5} = 0,2 \text{ моль}$$

Табылған зат мөлшерінен пайдаланып HCl ерітіндісінің мөлшерін табамыз:

$$C_M = \frac{n_{\text{еріген зат}}}{V_{\text{ерітінді}}} \implies V = \frac{n}{C_M} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ л}$$

Жауабы: 2 л

3-есеп: Дистирленген суға BaCl_2 қосып, 300 мл 2 М-лі ерітінді даярланды. Қосылған BaCl_2 -нің массасын анықта. Ж: 124,8 г

Есептің шешуі: Ерітіндінің мөлшері мен моляр концентрация мәндерінен пайдаланып BaCl_2 -нің зат мөлшерін тауып аламыз:

$$C_M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C_M \cdot V$$

$$n(\text{BaCl}_2) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$$

BaCl_2 -нің зат мөлшері белгілі болды, енді оның массасын анықтаймыз:

$$m = n \cdot M$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 0,6 \cdot 208 = 124,8 \text{ г}$$

Демек, 300 мл 2 М-лі ерітінді жасалу үшін 124,8 г BaCl_2 ерітілген екен.

Жауабы: 124,8 г

Егер есептің шартында ерітінді мөлшері берілмей, ерітінді массасы және ерітінді тығыздығы берілген болса, алдын ерітінді мөлшерін анықтап аламыз. Ерітінді мөлшерін (V) анықтау үшін ерітінді массасын (m_2) ерітінді тығыздығына (ρ) бөлуіміз керек болады:

$$V = \frac{m_2}{\rho}$$

Есептің шартында ерітінді тығыздығы *г/мл-де* және ерітінді массасы *грамда* берілген болса, бұл формула арқылы есептесек ерітінді мөлшерін *мл-де* анықтаймыз және 1000-ға бөлу арқылы ерітінді мөлшерін литрмен өрнектеуіміз мүмкін да есепті орындауды жалғастырамыз.

Егер ерітінді тығыздығы *кг/л-мен* және ерітінді массасы *кг-мен* берілген болса, бұл формула арқылы есептесек ерітінді мөлшерін литрмен анықтаймыз есепті орындауды жалғастырамыз.

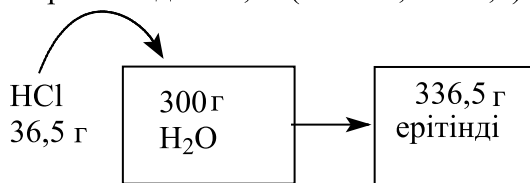
4-есеп: 300 г суға 36,5 г HCl қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,12$ г/мл) моляр концентрациясын (моль/л) анықта.

Есептің шешуі:

Алдын еріген заттың зат мөлшерін тауып аламыз:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m}{M} = \frac{36,5}{36,5} = 1 \text{ моль}$$

300 г суда 36,5 г HCl ерітілгенде 336,5 г ($300+36,5=336,5$) ерітінді жасалады.



Ерітінді массасынан пайдаланып оның мөлшерін анықтаймыз:

$$\rho = \frac{m_{\text{ерітінді}}}{V_{\text{ерітінді}}} = \text{г/мл} \Rightarrow V_{\text{ерітінді}} = \frac{m_{\text{ерітінді}}}{\rho} = \frac{336,5}{1,12} = 300 \text{ мл} = 0,3 \text{ л}$$

Еріген заттың мөлшері және ерітіндінің мөлшері белгілі болды, енді ерітіндінің моляр концентрациясын табамыз:

$$C_M = \frac{n_{\text{еріген зат}}}{V_{\text{ерітінді}}} = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ моль/л}$$

Жауабы: 3,33 М

Тақырып бойынша есептер:

- 1,25 моль CaCl_2 суда ерітіліп, 500 мл ерітінді даярланды. Жасалған ерітіндінің моляр концентрациясын анықта.
- 0,75 моль NH_4Cl суда ерітіліп, 750 мл ерітінді даярланды. Жасалған ерітіндінің моляр концентрациясын анықта.
- Дистирленген суға NaCl қосып, 400 мл 3 М-лі ерітінді даярланды. Қосылған NaCl -дың массасын анықта.
- Дистирленген суға Na_2SO_4 қосып, 200 мл 1,5 М-лі ерітінді даярланды. Қосылған Na_2SO_4 -тің массасын анықта.
- 300 г суға 147 г H_2SO_4 қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,1175$ г/мл) моляр концентрациясын (моль/л) анықта.
- 250 г суға 80 г NaOH қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,1$ г/мл) моляр концентрациясын (моль/л) анықта.
- Құрамында 11,7 г NaCl бар болған, 0,5 М-лі HCl ерітіндісінің мөлшерін (л) анықта.
- Құрамында 16,4 г H_2SO_3 бар болған, 0,25 М-лі ерітіндісінің мөлшерін (л) анықта.

19-§. Қалыпты концентрация

1 л ерітіндінің құрамында еріген заттың эквиваленттік мөлшері сол ерітіндінің **қалыпты концентрациясы** деп аталады.

Қалыпты концентрацияны анықтаудан алдын, еріген заттың эквиваленттік мөлшері не екендігін және қалай анықталуын түсініп алуымыз керек.

Еріген заттың эквиваленттік мөлшерін ($n_{\text{эkv}}$) анықтау үшін еріген заттың массасын (m) еріген заттың эквиваленттік массасына (E) бөлуіміз керек.

$$n_{\text{эkv}} = \frac{m}{E}$$

$n_{\text{эkv}}$ – еріген заттың эквиваленттік мөлшері (г/ экв);

m – еріген заттың массасы (г);

E – еріген заттың эквиваленттік массасы (экв).

1-есеп: 24,5 г H_2SO_4 -нің эквиваленттік мөлшерін (г/экв) анықта.

Алдын H_2SO_4 -ның эквиваленттік массасын тауып аламыз:

$$E_{\text{к-л}} = \frac{M_{\text{к-л}}}{n(H)}$$

$E_{\text{к-л}}$ – қышқылдың эквиваленттік массасы (г);
 $M_{\text{к-л}}$ – қышқылдың моляр массасы (г);
 $n(H)$ – металға орын бере алатын сутегілер саны.

$$E(H_2SO_4) = \frac{M(H_2SO_4)}{n(H)} = \frac{98}{2} = 49$$

Енді сол формула негізінде H_2SO_4 -ның эквиваленттік мөлшерін табамыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} = \frac{24,5}{49} = 0,5 \text{ г/экв}$$

Жауабы: 0,5 г/экв

Қалыпты концентрацияны (C_N) анықтау үшін еріген заттың эквиваленттік мөлшерін ($n_{\text{экв}}$) сол ерітіндінің мөлшеріне (V) бөлуіміз керек.

$$C_N = \frac{n_{\text{экв}}}{V}$$

C_N – қалыпты концентрация (N);
 $n_{\text{экв}}$ – еріген заттың эквиваленттік мөлшері (г/экв);
 V – ерітінді мөлшері (л).

Қалыпты концентрацияның (C_N) өлшем бірлігі N (қалыпты). Қалыпты концентрацияда ерітінді мөлшері л-мен өлшенеді.

Сол формуладан еріген заттың эквиваленттік мөлшерін ($n_{\text{экв}}$) анықтау үшін, ерітіндінің қалыпты концентрациясын (C_N) ерітінді мөлшеріне (V) көбейту керек болады.

$$n_{\text{экв}} = C_N \cdot V$$

Сол формуладан ерітінді мөлшерін (V) анықтау үшін, еріген заттың грамм эквиваленттік мөлшерін ($n_{\text{экв}}$) ерітіндінің қалыпты концентрациясына (C_N) бөлу керек.

$$V = \frac{n_{\text{экв}}}{C_N}$$

2-есеп: 5 л ерітінді құрамында 3 г/экв HCl болса, сол ерітіндінің қалыпты концентрациясын анықта.

Есептің шешуі:

Ерітіндінің мөлшері және еріген заттың эквиваленттік мөлшерінің мәндерінен пайдаланып ерітіндінің қалыптылығын анықтаймыз:

$$C_N = \frac{n_{\text{экв}}}{V_{\text{ерітінді}}} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ N}$$

Демек, ерітіндінің қалыпты концентрациясы 0,6 N екен.

Жауабы: 0,6 N

3-есеп: 5000 г суға 68,4 г $\text{Ba}(\text{OH})_2$ қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,267$ г/мл) қалыпты концентрациясын (N) анықта.

Есептің шешуі:

Алдын, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -ның эквивалент массасын тауып аламыз:

$$E_{\text{негіз}} = \frac{M_{\text{негіз}}}{n(\text{OH})}$$

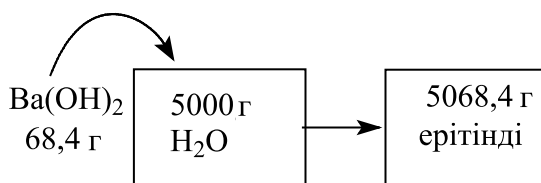
$E_{\text{негіз}}$ – негіз моляр массасы (г);
 $M_{\text{негіз}}$ – негіз эквивалент массасы (гр) (г);
 n – OH топ саны;

$$E(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{M(\text{Ba}(\text{OH})_2)}{n(\text{OH})} = \frac{171}{2} = 85,5$$

Енді еріген заттың эквивалент мөлшерін тауып аламыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} = \frac{68,4}{85,5} = 0,8 \text{ г/экв } \text{Ba}(\text{OH})_2$$

5000 г суда 68,4 г $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ерітілгенде 5068,4 г ($5000+68,4=5068,4$) ерітінді жасалады.



Ерітіндінің массасы және тығыздығының мәндері бізге белгілі, бұл мәліметтер көмегімен ерітіндінің мөлшерін анықтаймыз:

$$\rho = \frac{m_{\text{ерітінді}}}{V_{\text{ерітінді}}} \longrightarrow V_{\text{ерітінді}} = \frac{m_{\text{ерітінді}}}{\rho} = \frac{5017,1}{1,003} = \frac{5068,4}{1,267} = 4000 \text{ мл} = 4 \text{ л}$$

Еріген заттың эквиваленттік мөлшерін ерітіндінің мөлшеріне ($л$) бөліп, ерітіндінің қалыпты концентрациясын табамыз:

$$C_N = \frac{n_{\text{экв}}}{V_{\text{ерітінді}}} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ N}$$

Демек, біз даярлаған ерітіндінің қалыпты концентрациясы $0,2 \text{ N}$ екен.

Жауабы: $0,2 \text{ N}$

4-есеп: $9,8 \text{ г H}_2\text{SO}_4$ -ның $0,2 \text{ N}$ -лы ерітіндісінің мөлшерін ($л$) анықта.

Есептің шешуі: Алдын H_2SO_4 -ның эквиваленттік массасын тауып аламыз:

$$E_{\text{к-л}} = \frac{M_{\text{к-л}}}{n(\text{H})}$$

$E_{\text{к-л}}$ – қышқыл эквивалент массасы (г);
 $M_{\text{к-л}}$ – қышқыл моляр массасы (г);
 $n(\text{H})$ – металға орнын бере алатын сутегілер саны.

$$E(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H})} = \frac{98}{2}$$

Енді H_2SO_4 массасынан пайдаланып оның эквиваленттік мөлшерін табамыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} = \frac{9,8}{49} = 0,2 \text{ г/экв H}_2\text{SO}_4$$

Табылған эквивалент мөлшерді сол ерітіндінің қалыпты концентрациясына бөліп, H_2SO_4 ерітіндісінің мөлшерін табамыз:

$$C_N = \frac{n_{\text{экв}}}{V} \implies V = \frac{n_{\text{экв}}}{C_N} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ л}$$

Жауабы: 1 л

Тақырып бойынша есептер:

- $10,25 \text{ г H}_2\text{SO}_4$ -ның г/экв-тер санын анықта.
- $20,8 \text{ г Al(OH)}_3$ -ның г/экв-тер санын анықта.
- $6,67 \text{ г Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -ның г/экв-тер санын анықта.
- 6 л ерітінді құрамында 3 г/экв NaCl болса, сол ерітіндінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 1 л ерітінді құрамында $2 \text{ г/экв NH}_4\text{Cl}$ болса, сол ерітіндінің қалыпты концентрациясын анықта.

6. 500 г суға 85,5 г $\text{Ba}(\text{OH})_2$ қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,171$ г/мл) қалыпты концентрациясын (N) анықта.

7. 200 г суға 98 г H_2SO_4 қосылуынан жасалған ерітіндінің ($\rho=1,192$ г/мл) қалыпты концентрациясын (N) анықта.

8. 8,2 г H_2SO_3 -ның 0,25 N-лі ерітіндісінің мөлшерін (л) анықта.

9. 12,6 г HNO_3 -ның 0,5 N-лі ерітіндісінің мөлшерін (л) анықта.

20-§. Пайыз және моляр концентрация арасындағы байланыс

Есептің шартында пайыз концентрация белгілі болып, моляр концентрацияны (C_M) анықтау керек болса, пайыз концентрацияның ($C\%$) ерітінді тығыздығына (ρ) және 10-ға көбейтеміз және жасалған санды еріген заттың моляр массасына (M) бөлеміз.

$$C_M = \frac{C\% \cdot 10 \cdot \rho}{M}$$

C_M – моляр концентрация;

$C\%$ – пайыз концентрация;

M – еріген заттың моляр массасы;

ρ – ерітіндінің тығыздығы.

Егер есептің шартында моляр концентрация белгілі болып, пайыз концентрацияны ($C\%$) анықтау керек болса, моляр концентрацияны (C_M) еріген заттың моляр массасына (M) көбейтіп, жасалған санды ерітінді тығыздығын (ρ) 10 -ға бөлген көбейтіндісіне бөлеміз.

$$C\% = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10}$$

C_M – моляр концентрация;

$C\%$ – пайыз концентрация;

M – еріген заттың моляр массасы;

ρ – ерітіндінің тығыздығы.

Бұл формулалар арқылы пайыз концентрация берілгенде моляр концентрацияны, моляр концентрация берілгенде пайыз концентрацияны анықтауымыз мүмкін.

Егер есептің шартында әрі пайыз, әрі моляр концентрация берілген болса, жоғарыдағы формула арқылы сол ерітіндінің тығыздығын анықтауымыз мүмкін. Ерітінді тығыздығын (ρ) анықтау үшін моляр концентрацияны (C_M) еріген заттың моляр массасына (M) көбейтіп, жасалған санды пайыз концентрацияны ($C\%$) 10-ға бөлген көбейтіндісіне бөлеміз.

$$\rho = \frac{C_M \cdot M}{C\% \cdot 10}$$

Егер есептің шартында белгісіз зат ерітіндісінің пайыз, моляр концентрациялары және ерітінді тығыздығы белгілі болса, еріген заттың моляр массасын анықтаймыз және моляр масса арқылы еріген белгісіз заттың атын біліп алуымыз мүмкін. Еріген заттың моляр массасын (M) анықтау үшін

пайыз концентрацияны ($C_{\%}$) ерітінді тығыздығына (ρ) және 10-ға көбейтеміз. Шыққан нәтижені еріген заттың моляр концентрациясына (C_M) бөлеміз.

$$M = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{C_M}$$

1-есеп: 20 %-ды ($\rho=1,25$ г/мл) КОН ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.

Есептің шешуі: Осы есепті пайыз концентрациядан моляр концентрацияға өту формуласынан пайдаланып оңай орындауымыз мүмкін:

$$C_M = \frac{C_{\%} \cdot \rho \cdot 10}{M} = \frac{20 \cdot 1,25 \cdot 10}{56} = 4,46 \text{ M}$$

Жауабы: 4,46 M

2-есеп: 1,5 M-лі ($\rho=1,26$ г/мл) HNO_3 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.

Есептің шешуі: Осы есепті моляр концентрациядан пайыз концентрацияға өту формуласынан пайдаланып оңай орындауымыз мүмкін:

$$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10} = \frac{1,5 \cdot 63}{1,26 \cdot 10} = 7,5 \%$$

Жауабы: 7,5 %

3-есеп: KNO_3 -ның 20,2 %-ды ерітіндісінің моляр концентрациясы 2,5 M болса, сол ерітіндінің тығыздығын анықта.

Есептің шешуі: Ерітіндінің тығыздығын табуда моляр концентрациядан пайыз концентрацияға өту формуласы бізге негізгі формула болып есептеледі. Біз сол формуладан пайдаланып ерітіндінің тығыздығын табу формуласын шығаруымыз мүмкін:

$$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10} \implies \rho = \frac{C_M \cdot M}{C_{\%} \cdot 10} = \frac{2,5 \cdot 101}{20,2 \cdot 10} = 1,25 \text{ г/мл}$$

Демек, KNO_3 ерітіндісінің тығыздығы 1,25 г/мл болған екен.

Жауабы: 1,25 г/мл

4-есеп: 16 %-ды ($\rho=1,4$ г/мл) белгісіз зат ерітіндісінің моляр концентрациясы 4 M-ға тең болса, сол ерітіндіде еріген белгісіз затты анықта.

Есептің шешуі: Еріген заттың моляр массасын (M_r) табуда моляр концентрациядан пайыз концентрацияға өту формуласы бізге негізгі формула болып есептеледі. Біз сол формуладан пайдаланып еріген заттың моляр массасын табу формуласын шығаруымыз мүмкін:

$$C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10} \implies M = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{C_M} = \frac{16 \cdot 10 \cdot 1,4}{4} = 56 \text{ г/моль}$$

Демек еріген заттың моляр массасы 56 г/моль екен, бұл КОН болып табылады. (Түсінік: моляр массасы 56 г/моль болған Fe заты да бар, бірақ Fe суда ерімейді және ерітінді жасамағандығы үшін Fe дұрыс жауап ретінде қабылданбайды.)

Жауабы: КОН

Тақырып бойынша есептер:

1. 5 %-ды ($\rho = 1,26 \text{ г/мл}$) HNO_3 ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.
2. 40 %-ды ($\rho = 1,225 \text{ г/мл}$) H_2SO_4 ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.
3. 3 М-лы ($\rho = 1,275 \text{ г/мл}$) NaNO_3 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
4. 0,5 М-лы ($\rho = 1,19 \text{ г/мл}$) KBr ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
5. NaNO_3 -ның 17 %-ды ерітіндісінің моляр концентрациясы 2,5 М болса, сол ерітіндінің тығыздығын анықта.
6. CaCl_2 -нің 55,5 %-ды ерітіндісінің моляр концентрациясы 6 М болса, сол ерітіндінің тығыздығын анықта.
7. 25 %-ды ($\rho = 1,176 \text{ г/мл}$) белгісіз зат ерітіндісінің моляр концентрациясы 3 М-ға тең болса, сол ерітіндіде еріген белгісіз затты (тарды) анықта.
8. 16 %-ды ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$) белгісіз зат ерітіндісінің моляр концентрациясы 4,8 М-ға тең болса, сол ерітіндіде еріген белгісіз затты анықта.

21-§. Пайыз және қалыпты концентрация арасындағы байланыс

Есептің шартында пайыз концентрация белгілі болып, қалыпты концентрацияны (C_N) анықтау керек болса, пайыз концентрацияны ($C_{\%}$) ерітінді тығыздығына (ρ) және 10-ға көбейтеміз. Шыққан нәтижені еріген заттың эквивалент массасына (E) бөлеміз.

$$C_N = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{M}$$

C_N – қалыпты концентрация;
 $C_{\%}$ – пайыз концентрация;
 E – еріген заттың эквиваленттік массасы;
 ρ – ерітіндінің тығыздығы.

Егер есептің шартында қалыпты концентрация белгілі болып, пайыз концентрацияны ($C_{\%}$) анықтау керек болса, қалыпты концентрацияны (C_N) еріген заттың эквиваленттік массасына (E) көбейтіп, жасалған санды ерітінді тығыздығын (ρ) 10-ға бөлген көбейтіндіге бөлеміз.

$$C_{\%} = \frac{C_N \cdot E}{\rho \cdot 10}$$

C_N – қалыпты концентрация;
 $C_{\%}$ – пайыз концентрация;
 E – еріген заттың эквиваленттік массасы;
 ρ – ерітіндінің тығыздығы.

Бұл формулалар арқылы пайыз концентрация берілгенде моляр концентрацияны, моляр концентрация берілгенде пайыз концентрацияны анықтауымыз мүмкін.

Егер есептің шартында әрі пайыз, әрі қалыпты концентрация берілген болса, жоғарыдағы формула арқылы сол ерітіндінің тығыздығын анықтауымыз мүмкін. Ерітінді тығыздығын (ρ) анықтау үшін қалыпты концентрацияны (C_N) еріген заттың эквиваленттік массасына (E) көбейтіп, жасалған санды пайыз концентрацияны ($C_{\%}$) 10-ға бөлген көбейтіндісіне бөлеміз.

$$\rho = \frac{C_N \cdot E}{C_{\%} \cdot 10}$$

Егер есептің шартында белгісіз зат ерітіндісінің пайыз, қалыпты концентрациялары мен ерітінді тығыздығы белгілі болса, еріген заттың эквиваленттік массасын анықтауымыз және эквиваленттік массасы арқылы еріген белгісіз заттың атын біліп алуымыз мүмкін. Еріген заттың эквиваленттік массасын (E) анықтау үшін пайыз концентрацияны ($C_{\%}$) ерітінді тығыздығына (ρ) және 10-ға көбейтеміз. Жасалған нәтижені еріген заттың қалыпты концентрациясына (C_N) бөлеміз.

$$E = \frac{C_{\%} \cdot 10 \cdot \rho}{C_N}$$

1-есеп: 4 N-лі ($\rho=1,306$ г/мл) H_3PO_4 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.

Есептің шешуі: Осы есепті қалыпты концентрациядан пайыз концентрацияға өту формуласынан пайдаланып оңай орындауымыз мүмкін:

$$E(H_3PO_4) = \frac{M(H_3PO_4)}{n(H)} = \frac{98}{3} = 32,67$$

$$C_{\%} = \frac{C_N \cdot E}{\rho \cdot 10} = \frac{4 \cdot 32,67}{1,306 \cdot 10} = 10 \%$$

Жауабы: 10 %

2-есеп: 10 %-ды ($\rho=1,23$ г/мл) H_2SO_3 ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.

Есептің шешуі: Алдын H_2SO_3 -ның эквиваленттік массасын тауып аламыз:

$$E_{K-л} = \frac{M_{K-л}}{n(H)}$$

$E_{K-л}$ – қышқыл эквиваленттік массасы;

$M_{K-л}$ – қышқыл моляр массасы (г);

n – H -металға орнын бере алатын сутегілер саны.

$$E(H_2SO_3) = \frac{M(H_2SO_3)}{n(H)} = \frac{82}{2} = 41$$

Осы есепті пайыз концентрациядан қалыпты концентрацияға өту формуласынан пайдаланып оңай орындауымыз мүмкін:

$$C_N = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{E} = \frac{10 \cdot 1,23 \cdot 10}{41} = 3 \text{ N}$$

Жауабы: 3 N

Моляр және қалыпты концентрация арасындағы байланыс

Есептің шартында моляр концентрация белгілі болып, қалыпты концентрацияны (C_N) анықтау керек болса, моляр концентрацияны (C_M) еріген заттың құрамындағы катионның валенттілігіне ($Val(kat)$) және еріген зат құрамындағы катионның санына ($n(kat)$) көбейту арқылы оңай табуымыз мүмкін.

$$C_N = C_M \cdot Val(kat) \cdot n(kat)$$

C_N – қалыпты концентрация (N);

C_M – моляр концентрация (M);

($Val(kat)$) – еріген зат құрамындағы катионның валенттілігі (валенттілік);

$n(kat)$ – еріген зат құрамындағы катионның саны

Егер есептің шартында қалыпты концентрация белгілі болып, моляр концентрацияны (C_M) анықтау керек болса, қалыпты концентрацияны (C_N) еріген заттың құрамындағы катион валенттілігі ($Val(kat)$) және еріген зат құрамындағы катион саны ($n(kat)$) көбейтіндісіне бөлеміз.

$$C_M = \frac{C_N}{Val(kat) \cdot n(kat)}$$

C_N – қалыпты концентрация (N);

C_M – моляр концентрация (M);

($Val(kat)$) – еріген зат құрамындағы катионның валенттілігі (валенттілік);

$n(kat)$ – еріген зат құрамындағы катионның саны.

3-есеп: 1,5 M-лі Na_2SO_4 ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.

Есептің шешуі:

Ерітіндінің моляр концентрация мәні белгілі болғанда төмендегі формула арқылы қалыпты концентрацияны анықтауымыз мүмкін: (Na_2SO_4 құрамындағы катион яғни Na валенттілігі 1-ге, индексі 2-ге тең)

$$C_N = C_M \cdot \text{Val}(\text{kat}) \cdot n(\text{kat})$$

$$C_M = 1,5 \cdot (1 \cdot 2) = 3 \text{ N}$$

Демек, 1,5 М-лі Na_2SO_4 -ның қалыпты концентрациясы 3N-ға тең екен.

Жауабы: 3 N

4-есеп: 7,5 N-лі $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.

Есептің шешуі:

Ерітіндінің қалыпты концентрация мәні белгілі болғанда моляр концентрацияны табуымыз мүмкін: ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ құрамындағы катион яғни Al-дің валенттілігі 3-ке, индексі 1-ге тең)

$$C_M = \frac{C_N}{\text{Val}(\text{kat}) \cdot n(\text{kat})} = \frac{7,5}{3 \cdot 1} = 2,5 \text{ N}$$

Демек, 7,5 N-лі $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -нің моляр концентрациясы 2,5 М-ға тең болады.

Жауабы: 2,5 М

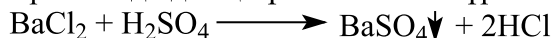
Тақырып бойынша есептер:

- 3,5 N-лі ($\rho = 1,143 \text{ г/мл}$) H_2SO_4 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
- 3 N-лі ($\rho = 1,455 \text{ г/мл}$) K_2CrO_4 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
- 25 %-ды ($\rho = 1,25 \text{ г/мл}$) NH_4NO_3 ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 40 %-ды ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 2,5 М-лі $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 5 М-лі CaCl_2 ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 3 N-лі $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.
- 9 N-лі $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.
- 4 N-лі ($\rho = 1,25 \text{ г/мл}$) NaOH ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
- 3,2 N-лі ($\rho = 1,28 \text{ г/мл}$) CuSO_4 ерітіндісінің пайыз концентрациясын анықта.
- 28 %-ды ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$) KOH ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 26 %-ды ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$) BaCl_2 ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 4 М-лі $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 0,5 М-лі $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$ ерітіндісінің қалыпты концентрациясын анықта.
- 6 N-лі H_2SO_3 ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.
- 2 N-лі H_2PO_3 ерітіндісінің моляр концентрациясын анықта.

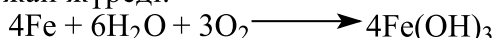
5-БӨЛІМ. РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫ

22-§. Реакция жылдамдығы туралы түсінік

Химиялық реакция – түйіршіктер (молекула, атом, иондар) ден жаңа түйіршіктер жасалу. Кейбір химиялық реакциялар өте тез болады, ал басқалары жай жүргендігінен бірнеше сағатқа немесе бірнеше күнге созылуы мүмкін. Өте жылдам жүретін реакциялар көбінесе копарылыспен жүреді. Порохтың жануы, ішкі жану двигателі цилиндрінде 15:1 қатыста араластырылған ауа мен бензин (сәйкес түрде) нің жануы өте тез жүретін реакцияларға мысал бола алады. Барий хлорид және сульфат қышқылының ерітінділері араластырылғанда да ақ тұнба өте тез мұрсатта жасалады.



Темір мүжілуі өте жай жүреді.



Оның өнімін көру үшін недәуір ұзақ уақыт күту керек.

Реакцияның орташа жылдамдығы – бұл реакцияға кірісетін заттарды немесе реакция нәтижесінде жасалатын өнімнің концентрациясын белгілі уақыт бірлігі ішіндегі өзгерісі. Реакцияның орташа жылдамдығын анықтауда төмендегі формула қолданылады.

$$v = \frac{C_1 - C_2}{t_1 - t_2}$$

C_1 – реакция басталуынан алдыңғы заттың концентрациясы (моль/л);

C_2 – реакция аяқталғаннан кейінгі заттың концентрациясы (моль/л);

t_1 – реакция басталуынан алдыңғы уақыт;

t_2 – реакция аяқталғаннан кейінгі уақыт;

v – реакция орташа жылдамдығы.

немесе

$$v = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

ΔC – белгілі бір заттың концентрацияларының (белгілі уақыт аралығындағы) арасындағы айырмасы (моль/л);

Δt – реакцияны амалға асыру үшін жұмсалған уақыт (минут, секунд, сағат);

v – реакцияның орташа жылдамдығы (моль/л секунд, моль/л минут, моль-л сағат).

Зат мөлшерінің көлемге болған қатынасы моляр концентрацияны өрнектейді.

$$\Delta C = \frac{\Delta n}{V}$$

ΔC – бір заттың концентрацияларының (белгілі уақыт ішіндегі) арасындағы айырмашылық (моль/л)

Δn – белгілі бір заттың мөлшерлері (белгілі уақыт ішіндегі) арасындағы айырмашылық (моль/л)

V – реакция өткізілген ыдыс көлемі (л)

Осы формуланы есепке алсақ, химиялық реакциялардың орташа жылдамдығын анықтау формуласы төмендегі көріністе болады:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$$

Δn – бір заттың мөлшерлері (белгілі уақыт ішіндегі) арасындағы айырмашылық (моль/л)

V – реакция өткізілген ыдыс көлемі (л)

Δt – реакция амалға асыру үшін жұмсалған уақыт (минут, секунд, сағат)

v – реакцияның орташа жылдамдығы моль/л секунд, моль/л минут, моль/л, сағат)

Химияда реакция жылдамдығы “моль/литр·минут” немесе “моль/литр секунд” бірліктерімен өлшенеді.

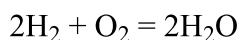
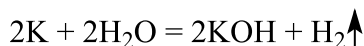
Реакция жылдамдығын анықтау үшін: 1) реакцияда неше моль зат жасалуын немесе жұмсалатынын білу керек; 2) реакция қанша уақытқа созылатынын білу керек; 3) реакция жүргізілетін ыдыс көлемін білу керек.

Реакция жылдамдығына әсер етуші шаралар

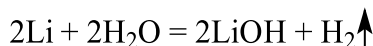
Реакция жылдамдығы бірнеше шараларға байланысты, олардан біріншісі **зат табиғаты болып табылады.**

Сілтілік металдар қатарына кіретін калий және литийдің сумен реакциясында сутегі газын жасау ерекшелігіне ие. Бірақ екі реакция бір-бірінен жылдамдығы бойынша өзгешеленеді.

Калий сумен реакцияға кіріскенде сутегі өте жылдам қарқында бөлініп шыға бастайды және тіптен бөлініп шығысымен жанып кетеді.



Ал литийде мұндай емес, сутегі жайлап, майда көпіршіктер жасай отырып бөліне бастайды.

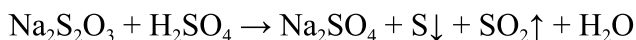


Калий және литийдің әр түрлі жылдамдықта реакцияға кірісуі олардың табиғаты яғни электрон беру қасиетімен түсіндіріледі. Калий атомының радиусы үлкенірек болғандықтан оның электронды беруі литийге қарағанда жылдамырақ жүзеге асады.

Реакцияның жылдамдығы заттардың **концентрациясына** да байланысты.

Мұны тәжірибеде сынап көру үшін 3 пробирка аламыз. Бірінші пробиркаға 3 мл, екіншісіне 2 мл және үшіншісіне 1 мл тиосульфат қышқыл ерітіндісінен құямыз. Кейін әрбір пробиркаға қажетті мөлшерде су қосып әрбір пробиркадағы ерітінді мөлшерін 5 мл-ға жеткіземіз. Яғни 1-пробиркаға 2 мл, 2-сіне 3 мл, ақырғысына 4 мл су құямыз. Әрбір пробиркада 5 мл-ден тиосульфат қышқыл ерітіндісі жасалды. Үш ерітінді арасында тиосульфат қышқылдың концентрациясы ең жоғары болған ерітінді бұл 1-пробиркадағы ерітінді болып табылады. Өйткені сол пробиркаға біз 3 мл тиосульфат қышқыл салғанбыз.

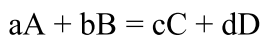
Енді үш пробиркаға (3-ден бастап) аз мөлшерде сульфат қышқыл қосып шығамыз.



Ең алдымен бірінші пробиркада лайлану бақыланады да тұнба жасалады, одан кейін 2-пробиркада сол күйді бақылаймыз, сондай-ақ ең соңында 3-пробиркада реакция жүзеге асқанын көруіміз мүмкін.

Химиялық реакция жүзеге асуы үшін ең алдымен бұл заттардың молекулалары бір-бірлерімен қақтығысулары керек болады. Белгілі мөлшердегі жүйенің (ыдыстың) ішінде бар болған заттардың мөлшері (молекулалары саны) қаншалық көп болса, олардың арасындағы аралық кем болады да олар бір-бірлеріне жолығулары әрі қақтығысуларына азырақ уақыт керек болады. Нәтижеде реакция жылдамырақ жүреді. Сондықтан зат концентрациясы жоғары болған орында реакция жылдамырақ жүреді.

Реакция теңдеуін төменде берілген реакция бойынша қарастырамыз.



Бұл жерде А және В заттар реакцияға кірісетін, С және D заттар жасалатын заттар болып, «a», «b», «c», «d» – сәйкес түрде сол заттардың реакциядағы коэффициенттері болып табылады.

А және В заттардан С және D заттардың жасалу реакциясы тура реакция, ал С және D заттардан А және В заттардың жасалу реакциясы кері реакция деп аталады.

Реакция жылдамдығын реакцияға кірісетін заттардың концентрацияға байланыстылығы төмендегі формуламен сипатталады:

$$v = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b$$

Яғни, реакция жылдамдығы заттар концентрацияларының сол зат коэффициентіне тең болған дәрежедегі мәндері көбейтіндісіне тура пропорционал. Бұл жерде C_A – А заттың моляр концентрациясы. C_B – В заттың моляр концентрациясы, k – жылдамдық константасы.

Сол формула тек газ заттарға тиісті. Қатты заттар үшін концентрация есепке алынбайды. Мұның себебі олар реакцияға бүкіл көлемімен емес, тек әсерлесу көлемімен ғана (сыртқы қабат) реакцияда қатысады.

Көмірдің жану реакциясын бәріміз көргенбіз және бұл үдерісті ұғына аламыз.

Сондықтан $C(\text{қатты}) + O_2(\text{газ}) = CO_2(\text{газ})$ реакцияда, реакция жылдамдығы $v = k \cdot C(O_2)$ немесе $v = k \cdot (O_2)$ көрінісінде өрнектеліп, көмірдің концентрациясы есепке алынбайды. Өйткені реакция көмір буларының тек үстіңгі қабатында жүреді, көмір бөлегінің жалпы массасы бойынша есептеу қате болады. Көмір бөлегін жақсылап майдалап оның сыртқы көлемін арттыру есебіне реакцияны жеделдету мүмкін.

Жылдамдық бойынша есептер және оларды шешу

1-есеп: Мөлшері 3 литр болған ыдыс 11,5 моль аммиакпен толтырылды. 90 секундтан соң $(2NH_{3(r)} \leftrightarrow N_{2(r)} + 3H_{2(r)})$ реакция бойынша ыдыста 2,5 моль аммиак қалды. Реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр мин) анықта.

Есептің шешуі: Реакция жылдамдығын анықтағанда, бірінші кезекте белгілі бір заттың мөлшері (моль) неше бірлікке өзгергендігі анықтап алынады. Есептің шартынан белгілі болуына қарағанда аммиактың мөлшері 11,5 мольден 2,5 мольге дейін кемейіп отыр. Егер екі мөлшер арасындағы айырмашылықты анықтасақ:

$$11,5 \text{ моль} - 2,5 \text{ моль} = 9 \text{ моль}$$

9 мольге айырмашылығы бар екенін анықтаймыз.

Енді есептің шартындағы жылдамдықтың өлшем бірлігіне көңіл бөлеміз, “моль/литр·минут”, демек жылдамдықты дұрыс анықтау үшін алдын уақытты “секунд” өлшем бірлігінен “минут” өлшем бірлігіне өткізіп алу керек.

$$\text{секунд} : 60 = \text{минут}$$

$$90 \text{ секунд} : 60 = 1,5 \text{ минут}$$

Уақыт бірлігін дұрыстап алған соң, жылдамдықтың негізгі формуласы көмегімен реакция орташа жылдамдығын анықтаймыз.

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{9 \text{ моль}}{3 \text{ литр} \cdot 1,5 \text{ минут}} = \frac{9}{4,5} = 2 \text{ моль/литр} \cdot \text{минут}$$

Жауабы: 2 моль/литр·мин

2-есеп: Мөлшері $0,005 \text{ m}^3$ болған реакторда реакция жүруі нәтижесінде 0,1 минут барысында заттың мөлшері 80 мольден, 5 мольге дейін кеміген болса, сол реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр секунд) анықта.

Есептің шешуі: Осы есепті орындауды мөлшерді “ m^3 ” тан “литр” ге өткізуден бастаймыз. $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ литр}$ екені белгілі болды. Сондықтан m^3 -дағы мөлшерді 1000-ға көбейту арқылы литрге өткіземіз.

$$V_{\text{литр}} = V_{\text{м}^3} \cdot 1000$$

$$V_{\text{литр}} = 0,005 \text{ м}^3 \cdot 1000 = 5_{\text{литр}}$$

Мөлшерді керекті бірлікке өткізіп алдық. Енді уақытты “минут”тен “секунд”қа өткізуіміз керек. Өйткені жылдамдықты “моль/литр·сек”та табуымыз керек.

$$t_{\text{секунд}} = t_{\text{мин}} \cdot 60$$

$$t_{\text{секунд}} = 0,1_{\text{мин}} \cdot 60 = 6 \text{ секунд}$$

Уақытты секундқа өткіздік. Енді реакцияға кірісетін зат мөлшері қаншаға өзгергенін анықтаймыз.

$$80 \text{ моль} - 5 \text{ моль} = 75 \text{ моль}$$

Ал енді жылдамдықтың негізгі формуласын пайдаланып, реакцияның орташа жылдамдығын табамыз.

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{75 \text{ моль}}{5 \text{ литр} \cdot 6 \text{ секунд}} = \frac{75}{30} = 2,5 \text{ моль/литр} \cdot \text{минут}$$

Жауабы: 2,5 моль/литр · секунд

3-есеп: $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(\text{г})}$ Осы реакция бойынша азоттың жұмсалыу жылдамдығы 3 моль/л·мин. 8 литрлі ыдыста сол реакция өткізілгенде, азоттың мөлшері 104 мольден 8 мольге дейін кемиді. Реакция неше минутқа созылғанын анықта.

Есептің шешуі: Уақытты табу үшін формуланы уақытқа сәйкестеп өзгерту керек:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} \implies t = \frac{\Delta n}{V \cdot v}$$

Формула дұрыстап алынған соң, реакцияға кірісетін зат мөлшері (моль) қаншаға өзгергенін табамыз.

$$104 \text{ моль} - 8 \text{ моль} = 96 \text{ моль}$$

Енді, уақытқа қатысты дұрысталған формула көмегімен реакция барысын анықтаймыз:

$$t = \frac{\Delta n}{V \cdot v} = \frac{96 \text{ моль}}{8 \text{ литр} \cdot 3 \text{ моль/литр} \cdot \text{мин}} = \frac{96}{24} = 4 \text{ минут}$$

Жауабы: 4 минут

4-есеп: $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ Осы реакция бойынша оттегінің жұмсалыу жылдамдығы 4 моль/литр·мин. 2 литрлі ыдыста сол реакция жүргізілгенде, оттегінің концентрациясы 7 моль/литрден 2 моль/литрге дейін кемиді. Реакцияның секундтардағы барысын анықта.

Есептің шешуі: Байқаған болсаң, бұл есепте зат мөлшерінің орнына оның концентрациясы келтірілген. Бұл есепті шешуде ыдыс мөлшері пайдаланылмайды. Бірінші болып екі концентрация арасындағы айырмашылық анықталады.

$$\Delta C = C_1 - C_2$$

$$7 \text{ моль/литр} - 2 \text{ моль/литр} = \text{моль/литр}$$

Енді реакция жылдамдығының концентрацияға байланысты формуласын пайдаланып уақытты анықтаймыз:

$$v = \frac{\Delta C}{V \cdot t} \implies t = \frac{\Delta C}{V \cdot v}$$

$$t = \frac{\Delta C}{v} = \frac{5 \text{ моль/литр}}{4 \text{ моль/литр} \cdot \text{мин}} = 1,25 \text{ минут} \cdot 60 = 75 \text{ секунд}$$

Демек реакция 75 секундқа созылған.

Жауабы: 75 секунд.

Тақырып бойынша есептер:

1. Мөлшері 4 литр болған ыдыс 18 моль иіс газымен толтырылды. 75 секундтан соң ($2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(г)}$ реакция бойынша) ыдыста 8 моль иіс газы қалды. Реакцияның орташа жылдамдығын моль/литр·мин анықта.

2. Мөлшері 5 литр болған ыдыс 5 моль метан газымен толтырылды. 120 секундтан соң ($\text{CH}_{4(г)} + 2\text{O}_{2(г)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ реакция бойынша) ыдыста 3 моль метан газы қалды. Реакцияның орташа жылдамдығын моль/литр·мин анықта.

3. Мөлшері 0,25 литр болған ыдыс 22 моль хлорид қышқылмен толтырылды. 30 секундтан соң ($\text{HCl} + \text{NaOH} \leftrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ реакция бойынша) ыдыста 7 моль хлорид қышқыл қалған болса, реакция жылдамдығын (моль/литр·сек) анықта.

4. Мөлшері 0,4 литр болған ыдыс 10 моль NH_3 -мен толтырылды. 75 секундтан соң ($2\text{NH}_{3(г)} \leftrightarrow \text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)}$ реакция бойынша) ыдыста 1 моль NH_3 қалған болса, реакция жылдамдығын (моль/литр·сек) анықта.

5. Мөлшері 7 литр болған ыдыс 30 моль сутегі және 25 моль хлормен толтырылды. 20 секундтан соң ($\text{H}_{2(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{HCl}_{(г)}$ реакция бойынша) сутегінің мөлшері 2 мольге дейін кемиді. Реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

6. Мөлшері 8 литр болған ыдыс 25 моль сутегі және 20 моль йодпен толтырылды. 30 секундтан соң ($\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{HI}_{(г)}$ реакция бойынша) йодтың мөлшері 15 мольге шейін кемиді. Реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

7. Мөлшері $0,009 \text{ м}^3$ болған реакторда 45 секунд барысында реакция жүруі нәтижесінде ($\text{CH}_{4(г)} + 2\text{O}_{2(г)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ реакция бойынша) метанның мөлшері 25 мольден 4,75 мольге дейін кемиді. Сол реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) тап.

8. Мөлшері $0,005 \text{ м}^3$ болған реакторда 90 секунд барысында реакция жүруі нәтижесінде $\text{CH}_4_{(г)} + 2\text{O}_{2(г)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ реакция бойынша метанның мөлшері 9 мольден 3 мольге дейін кемиді. Сол реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) тап.

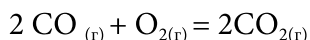
23-§. Реакция жылдамдығына қысым, мөлшер және температураның әсері. Катализатор туралы түсінік

Қысым өзгеруі тек қана жабық жүйеде жүретін реакцияларға ықпал жасайды.

Мөлшердің өзгеруі қысымның өзгеруіне себеп болады. Яғни мөлшер кемігенде қысым артады. Мөлшер неше рет кемісе, қысым сонша рет артады және сол жүйе ішіндегі барлық газ заттардың моляр концентрациялары да сонша есеге артады. Ал мөлшер артқанда қысым кемиді, бұл газ заттар концентрациясының азаюына себеп болады.

Қысым және мөлшер газ зат концентрациясының өзгеруін есепке алсақ, бұл шаралардың әсерін концентрация өзгеруі ретінде қабылдап, жылдамдықтың концентрацияға байланысты болған формуласы көмегімен реакция жылдамдығы неше рет өзгеруін анықтауға болады.

Мысал үшін төмендегі реакцияны қарастырайық:



Осы реакцияны жүзеге асыру үшін мөлшері 6 л болған арнаулы ыдысқа (реакторға) 12 моль иіс газы және 18 моль оттегі заттары салынады.

Енді сол ыдыстағы заттардың моляр концентрацияларын анықтап аламыз:

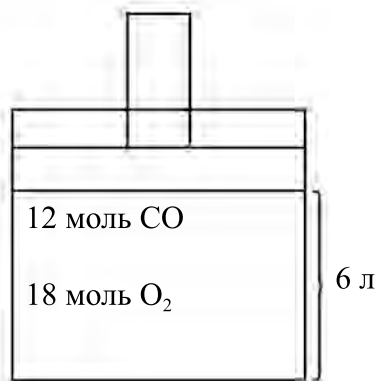
$$\text{CO)} = \frac{n}{V} = \frac{12}{6} = 2 \text{ моль/литр}$$

$$\text{(O}_2) = \frac{n}{V} = \frac{18}{6} = 3 \text{ моль/литр}$$

Егер сол реакцияның жылдамдық константасы 1-ге тең ($k = 1$) болса, реакция жылдамдығы төмендегі мәнге ие болады:

$$v = k \cdot [\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2] = 1 \cdot 2^2 \cdot 3^1 = 12$$

Мөлшерді 3 рет кемітсек, яғни ыдыс мөлшерін 2 литрге дейін кемітеміз: Нәтижеде қысым 3 рет артады және заттар концентрациялары да 3 рет артады, яғни:



$$C(\text{CO}) = \frac{n}{V} = \frac{12}{2} = 6 \text{ моль/литр}$$

$$C(\text{O}_2) = \frac{n}{V} = \frac{18}{2} = 9 \text{ моль/литр}$$

Нәтижеде реакция жылдамдығы артады:

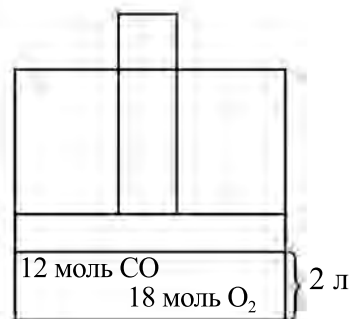
$$v = k \cdot [\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2] = 1 \cdot 6^2 \cdot 9 = 1 \cdot 36 \cdot 9 = 324$$

және ол қазір 324-ге тең. Яғни реакция

$$v_2 : v_1 = 324 : 12 = 27$$

есе жылдамдады.

Жүйенің мөлшері артқанда жүйе ішіндегі қысым кемиеді және газ заттар концентрацияда кемеіп бұл реакция жылдамдығының баяулауына себеп болады.



Реакция жылдамдығына температураның әсері

Реакция жылдамдығының температураға байланыстылығы Вант Гофф заңы көмегімен түсіндіріледі. Ол төмендегі сипатқа ие:

Температура әр 10°-қа (Кельвин K° немесе Цельсий C°) өзгертілгенде (арттырылғанда немесе кемеітілгенде) реакция жылдамдығы 2 – 4 есе өзгереді (артады немесе азаяды). Температура артса реакция жеделдейді, температура төмендегенде реакция баяулайды. Температураның әр 10°C (немесе 10°K) өзгерісінде жылдамдықты неше есе өзгеруін көрсететін сан **реакцияның температура коэффициенті** деп аталады. Егер температура 10°C-қа артқанда жылдамдық 4 есе артса, сол реакция үшін температура **коэффициенті** “4”-ке тең болады.

Температураның жылдамдыққа болған әсерін төмендегі формуламен өрнектеуге болады.

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

v_2 және v_1 – реакцияның t_1 және t_2 температурадағы (сәйкес түрде) жылдамдықтары;

γ – реакцияның температура коэффициенті

t_1 және t_2 – температуралар.

Катализатор

Химиялық реакцияның жылдамдығы онда катализатор қатысу, қатыспауына да байланысты. Катализатордың қатысу реакциясының жылдамдауын төмендегі тәжірибеде қарастырамыз:

Пробиркаға аз мөлшерде H₂O₂ (сутегі пертотық) салып қыздырамыз. Оттегі бөлініп шығып жатқандығын тексеру мақсатында пробиркаға қыздырылған таяқша түсіріп көреміз. Таяқша жанбайды. Бұл оттегі бөлінбей жатқандығынан емес, сондай-ақ реакция жай жүргені үшін, бөлініп жатқан оттегінің мөлшері кем болып қызып тұрған таяқшаны жандыру үшін жеткілікті еместігінен болады.

Егер пробиркаға аз мөлшерде марганец (IV) тотығын ұнтақ күйінде майдалап салсақ, сол заматта бөлініп жатқан көпіршіктер саны бірден көбейеді, сол пробиркаға қыздырылған таяқшаны салсақ ол жарқын жалынмен жана бастайды. Марганец (IV) тотығы оттегі бөлініп шығу жылдамдығын бірнеше есеге арттырады. Реакция аяқталып болған соң пробиркада қалған марганец (IV) тотығы мөлшері өзгермегенін сезу мүмкін. Катализатор реакция барысында жұмсалмайды.

Реакция жылдамдығын арттыратын, сонымен бірге реакция барысында жұмсалмай қалатын заттар **катализаторлар** деп аталады.

Жоғарыда атап өткеніміздей, химиялық реакцияны жүзеге асыру үшін, алдымен реакцияға кірісетін заттар бір-бірімен қақтығысулары керек болады. Бірақ кез келген қақтығысудан реакция туа бермейді. Реакция жүзеге асуы үшін заттар белсенді күйде болуы керек. Затты тыныш күйінен белсенді күйге өткізу үшін керек болатын энергия белсену энергиясы деп аталады. Катализаторлар заттардың белсену энергиясын азайтап береді. Нәтижеде энергия кем болса да заттар белсене алады және жедел реакцияға кіріседі. Нәтижеде реакция жылдамдығы артады.

Катализатор қатысуымен жүретін реакцияларды **каталитикалық реакциялар** деп атайды.

Су да кей реакцияларда катализатор міндетін атқаруы мүмкін. Мысалы, құрғақ күйдегі алюминий және йод заттары араластырылса, алюминий йодид өте төмен жылдамдықта жасалады. Реакциялық ұнтаққа су тамызылса реакция қарқынды жүре бастайды.

Платина металы көптеген реакцияларда өте маңызды катализатор болып есептеледі. Заманалық автомобиль двигателінде катализатордың қолданылуы жанармайды толық жағуға, сонымен бірге айнала ортаның ластануының алдын алуға жәрдем береді.

Адамдар бұрыннан түрлі катализаторлардан пайдаланған. Мысалы, біз күнделік тұрмысымызда қамырды ашытуға ашытқыдан пайдаланамыз. Бұл жерде ашытқы бактериялары ажыратушы фермент маңызды орынға ие. Ол көмірсутегілерді (біз қамырға қосатын шекерді) шұғыл түрде көміртек (IV) тотық және этил спиртіне ыдырайды. Жасалатын көміртек (IV) тотығы қамырдан анағұрлым жеңіл болғандықтан жоғарыға қарай әрекет жасайды, бірақ жабысқақ қамыр қатпарларының бәріне өте алмай олардың арасында қалып кетеді. Нәтижеде қамыр ішінде кеуектер жасалады, яғни қамыр көтеріледі.

Ақуыз табиғатты биологиялық катализаторлар **ферменттер** деп аталады.

Ферменттер дерлік әрбір ағзада болады, жасушаларда жүретін үдерістерді жеделдетеді. Сутегі пертотық ерітіндісін сақтайтын пробиркаға кезектестіріп алдын ет бөлігін, кейін сәбіз бөлігін, кейін картоптың бір бөлігін түсірсек, пробиркада жүретін реакция арқылы оттегі бөлініп шыға бастайды. Бұл реакция *каталаза* ферменті ісі арқасында жүзеге келеді. Ферменттер реакция жылдамдығын жақсы арттырғанымен, қыздыруға төзімсіз болып есептеледі. Алдыңғы реакцияны суда қайнатып пісірілген ет бөлігі, сәбіз немесе картоппен қайталап көрсек реакция болмайды. Өйткені қайнату кезінде *каталаза* ферменті ыдырап кетеді.

Реакция жылдамдығын баяулататын заттар *ингибиторлар* деп аталады.

Қорыта айтқанда, реакция жылдамдығы:

1. Заттар табиғатына;
2. Газ және сұйық заттар концентрациясына;
3. Жабық жүйедегі үдерістер: қысым және мөлшерге;
4. Температураға;
5. Катализатор қатысуына және қатты зат реакцияға кірісетін болса, оның ұштасу бетіне байланысты.

1-есеп: 50°C -та $\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)}$ сол жүйеде дұрыс реакция жылдамдығы 3 моль/литр·мин-қа тең. Егер реакцияның температура коэффициенті 4-ке тең болса, 70°C -тағы реакция жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

Есептің шешуі: Көріп тұрғанымыздай, температуралар арасындағы айырмашылық 20°C -ты құрап жатыр.

Яғни $70^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$. Егер реакция жылдамдығы температура әр 10° артқанда 4 есе жылдамдаса, онда температураның 20° -қа артуы реакция жылдамдығын “ $\cdot 4 \cdot 4 = 16$ ” (әр 10° үшін 4 есе, демек 20° үшін 2 рет 4 еседен, жалпы алғанда 16 есе) есе артуына себеп болады.

Жылдамдық 16 есе артса, қазір ол $3 \text{ моль/мин} \cdot 16 = 48 \text{ моль/л} \cdot \text{мин}$ -қа тең болды.

Жауабы: 48 моль/литр·мин

2-есеп: 60°C -та оң реакция жылдамдығы 1,5 моль/л·мин-қа тең. Реакцияның температура коэффициенті 2-ге тең болса, 90°C -тағы реакция жылдамдығын (моль/мин) анықта.

Есептің шешуі:

1-болып температуралар арасындағы айырмашылықты анықтаймыз:

$$90^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$$

Егер температуралар айырмашылығын 10-ға бөлсек, температура коэффициенті үшін дәрежені анықтап аламыз.

$$\frac{t_2 - t_1}{10} = \frac{90 - 60}{10} = 3$$

Енді температура коэффициенті үшін дәреже анықталып алынған соң v_2 -ні анықтауға да болады.

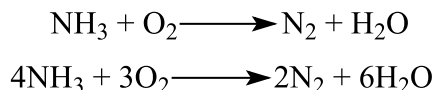
$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$$v_2 = 1,5 \cdot 2^{\frac{90 - 60}{10}} \implies v_2 = 1,5 \cdot 2^3 \implies v_2 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ моль/л мин}$$

Жауабы: 12 моль/ л мин

3-есеп: Аммиактың жану үдерісінде: $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ жүйенің қысымы 2 есе арттырылса, тура реакция жылдамдығы неше есе артады?

Есептің шешуі: Қысым өзгергенінде реакция жылдамдығының неше есе артуы, реакцияда қатысатын заттар коэффициенттеріне байланысты. Сондықтан бірінші кезекте реакцияны теңестіріп аламыз.



Енді тура реакцияға мән береміз. Бұл жерде тура реакция төмендегіше өрнектеледі:



Көріп тұрғанымыздай, тура реакцияда 2 зат: аммиак және оттегі қатысып жатыр. Есеп шартында бұл заттардың бастапқы концентрациялары көрсетілмеген. Сондықтан олардың концентрацияларын 1 моль/л-ден деп қабылдаймыз. Бұл амал көмегімен біз алдағы есеп-қысаптарды жеңілдетеміз.

(Заттар концентрациялары 2 моль/л немесе 5 моль/литр-ден деп те алуға болады, бірақ 2 және 5 сандарын кейін келе белгілі бір санға көбейту, 1-ді дәл сол санға көбейтуден қиындау.) Заттар концентрациялары 1 моль/л-ден болғанда (тепе-теңдік константасы да 1-ге тең болса, әрине) реакция жылдамдығы әдетте 1 моль/л мин-қа тең болады.

Енді қысым 2 есе артты. Яғни заттар концентрациялары да 2 есе артуын есепке алған күйде:

Реакция жылдамдығы төмендегі формула арқылы табылады.

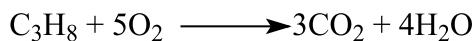
$$\begin{aligned}v &= k [\text{NH}_3]^4 [\text{O}_2]^3 \\ v &= 1 \cdot 2^4 \cdot 2^3 = 1 \cdot 16 \cdot 8 = 128 \text{ моль/литр} \cdot \text{мин}\end{aligned}$$

Реакцияның бастапқы жылдамдығы 1 моль/литр · мин екендігін есепке алсақ, реакция жылдамдығы:

$$\frac{128}{1} = 128 \text{ есе артты}$$

4-есеп: Пропанның жану үдерісінде $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ реакция жылдамдығы константасы 2-ге тең; қысым 3 есе арттырылса, тура реакцияның жылдамдығы нешеге тең болады?

Есептің шешуі: Бірінші кезекте реакцияны теңестіріп аламыз:



Енді реакцияның жылдамдық константасын 2-ге, заттар концентрацияларын 1 моль/литр-ге тең болған деп есептесек, бастапқы реакция жылдамдығы:

$$v_1 = k \cdot [\text{C}_3\text{H}_8]^1 \cdot [\text{O}_2]^5 = 2 \cdot 1^1 \cdot 1^5 = 2$$

Заттар концентрацияларын 1 моль/литрден қалдыру үлкен қолайлылықтар туғызады.

Енді қысымды өзгертеміз. Бұл концентрациялардың өзгеруіне себеп болады. Қысым 3 есе артса:

$$[C_3H_8] \text{ 1 моль/литр} \cdot 3 = 3 \text{ моль/литр}$$

$$[O_2] \text{ 1 моль/литр} \cdot 3 = 3 \text{ моль/литр}$$

Енді:

$$v_2 = k \cdot [C_3H_8]^1 \cdot [O_2]^5 = 2 \cdot 3^1 \cdot 3^5 = 2 \cdot 3 \cdot 243 = 1458$$

Реакцияның қазіргі жылдамдығы 1458

Жауабы: 1458

Тақырып бойынша есептер:

1. 40 °C-та $2NH_{3(r)} \leftrightarrow N_{2(r)} + 3H_{2(r)}$ сол жүйеде оң реакция жылдамдығы 2,5 моль/л·мин-қа тең. Егер бұл реакцияның температура коэффициенті 3-ке тең болса, 60 °C-тағы реакция жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

2. 60 °C-та $2CO_{(r)} + O_{2(r)} \leftrightarrow 2CO_{2(r)}$ Осы жүйенің тура реакция жылдамдығы 3 моль/л·мин-қа тең. Егер сол реакцияның температура коэффициенті 3-ке тең болса, 90 °C-тағы реакция жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

3. Егер иіс газының жану реакциясының жылдамдығы 33 °C-та 0,5 моль/л·мин-қа тең болса, 53 °C температурадағы реакция жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта. Реакцияның температура коэффициенті 4-ке тең.

4. Егер метанның жану реакциясының жылдамдығы 40 °C-та 5 моль/л·мин-қа тең болса, 20 °C температурадағы реакция жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта. Реакцияның температура коэффициенті 5-ке тең.

5. Хлорид қышқылдың жану реакциясында: $HCl_{(r)} + O_{2(r)} \rightarrow H_2O_{(r)} + Cl_{2(r)}$ жүйе қысымы 2 есе арттырылса, тура реакция жылдамдығы неше есе артады?

6. Метанның жану реакциясында: $CH_{4(r)} + O_{2(r)} \leftrightarrow CO_{2(r)} + H_2O_{(r)}$ жүйе қысымы 4 есе арттырылса, тура реакция жылдамдығы неше есе артады?

24-§. Жылдамдық тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешулері

1-есеп: Мөлшері 6 литр болған ыдыс 20 моль азот (II) тотық және 14 моль оттегімен толтырылды. 15 секундтан соң ыдыста 6,5 моль оттегі қалды. Реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

Есептің шешуі: Бұл жерде біз алдын бастапқы және соңғы мөлшерлері белгілі болған газды бөліп аламыз. Есептің шарты бойынша оттегі үшін ғана бастапқы (14 моль) және реакциядан кейінгі (6,5 моль) мөлшерлер белгілі екендігі көрініп тұр. Енді есепті орындауды сол оттегі арқылы жалғастырамыз. Оттегінің мөлшерлері арасындағы айырмашылықты (өзгешелікті) табамыз:

$$14 \text{ моль} - 6,5 \text{ моль} = 7,5 \text{ моль}$$

Уақыт өлшем бірлігіне назар аударамыз. Уақыт секундтармен берілген, “моль/л·мин”-тегі жылдамдықты анықтау үшін уақытты минут бірлігіне өткізіп аламыз.

$$15 \text{ секунд} : 60 = 0,25 \text{ минут}$$

Енді негізгі формуланы пайдаланып реакцияның орташа жылдамдығын анықтаймыз:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{7,5 \text{ моль}}{6 \text{ литр} \cdot 0,25 \text{ минут}} = \frac{7,5}{1,5} = 5 \text{ моль/литр} \cdot \text{минут}$$

Жауабы: 5 моль/литр·мин

2-есеп: Белгілі бір реакцияда сутегінің жұмсалыу жылдамдығы 2,5 моль/л·мин. 6 литрлі ыдыста сол реакция жүргізілгенде, сутегінің массасы 100 г-нан 10 г-ға дейін кеміген болса, реакцияның секундтардағы барысын анықта.

Есептің шешуі: Есептің шартында реакция жылдамдығы “моль/л·мин”-та өлшенген. Сондықтан сутегінің массаларын бір-бірінен айырып, реакция барысында жұмсалған сутегі массасын табамыз. Кейін бұл массадаан сутегінің мөлшерін (**моль**) табамыз.

$$\Delta m = m_1 - m_2 \quad \Delta m = 100 \text{ г} - 10 \text{ г} = 90 \text{ г}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{90 \text{ г}}{2 \text{ гр/моль}} = 45 \text{ моль}$$

Реакцияға кіріскен сутегі мөлшері табылған соң, уақытты төмендегі формула арқылы табамыз:

$$t = \frac{\Delta n}{V \cdot v} = \frac{45 \text{ моль}}{6 \text{ литр} \cdot 2,5 \text{ моль/л} \cdot \text{мин}} = \frac{45}{15} = 3 \text{ минут}$$

Біз қазір реакция барысын анықтадық. Айта кеткен жөн, уақыт өлшем бірлігі жылдамдықтағы уақытпен бірдей болады. Бізде жылдамдық “моль/л·мин”-та берілгені үшін, формула арқылы сол “**мин**”тардағы уақытты анықтадық. Енді есептің талабы бойынша оны секундтарға өткіземіз.

$$t_{\text{сек}} = t_{\text{мин}} \cdot 60 \quad t_{\text{сек}} = 3 \text{ мин} \cdot 60 = 180 \text{ секунд}$$

Жауабы: 180 секунд.

3-есеп: Белгілі бір реакцияда метанның жұмсалыу жылдамдығы 2,2 моль/л·мин болса, 30 секунд барысында метанның массасы 102,8 г-нан 50 г-ға дейін кеміді. Реакция жүргізілген ыдыс көлемін тап.

Есептің шешуі: Жұмсалған метан мөлшерін табамыз:

$$102,8 \text{ г} - 50 \text{ г} = 52,8 \text{ г} \quad 52,8 \text{ г} : 16 = 3,3 \text{ моль}$$

Уақытты минуттарға айналдырамыз:

$$30 \text{ секунд} : 60 = 0,5 \text{ минут}$$

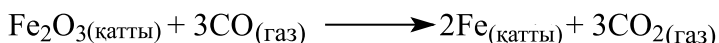
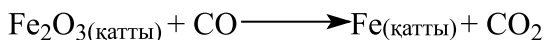
Енді төмендегі формула арқылы реактор мөлшерін анықтаймыз:

$$V = \frac{\Delta n}{v \cdot t} = \frac{3,3}{2,2 \cdot 0,5} = \frac{3,3}{1,1} = 3 \text{ л} \quad \textbf{Жауабы: Көлемі 3 л}$$

4-есеп: Темір (III) тотығын көміртек (II) тотықпен тотықсыздандырып темір алу реакциясының

$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{қатты})} + \text{CO}_{(\text{газ})} \rightarrow \text{Fe}_{(\text{қатты})} + \text{CO}_{2(\text{газ})}$ жылдамдығы 8-ге тең. Сол жүйе қысымы 4 есе кемітілсе, тура реакция жылдамдығы нешеге тең болады?

Есептің шешуі: Бірінші кезекте реакцияны теңестіріп аламыз.



Заттар концентрациялары 1 моль/литрден болғанда реакция жылдамдығы:

$$v_1 = k \cdot [\text{CO}]^1 = 8 \cdot 1^3 = 8$$

-ді құрайды, темір тотығы үшін концентрация есепке алынбағанында мән бер. Әрқашан қатты заттар үшін концентрация есепке алынбайды. Өйткені қатты заттарға қысым әсер етпейді.

Енді қысым 4 есе кемісе, газ зат(тар)дың концентрациясы да 4 есе кемиеді.

$$[\text{CO}] = 1 \text{ моль/л} : 4 = \frac{1}{4} \text{ моль/л}$$

Бұл концентрацияны бөлшек күйінде қалдырамыз

$$v_2 = k \cdot [\text{CO}]^3 = 8 \cdot [1/4]^3 = 8 \cdot (1/64) = 8 : 64 = 0,125$$

Реакцияның қазіргі жылдамдығы 0,125

Жауабы: 0,125

Тақырып бойынша есептер:

1. Көлемі 0,75 литр болған ыдыс 127,5 г аммиак және 310,25 г хлорид қышқылмен толтырылды. 0,1 минуттен соң ыдыстағы аммиактың массасы 51 г-ға дейін кемиеді. Реакцияның орташа жылдамдығын (моль/литр·мин) анықта.

2. Белгілі бір реакцияда йодтың жұмсалыу жылдамдығы 0,8 моль/литр·мин. 2,5 литрлі ыдыста реакция жүргізілгенде йодтың массасы 1000 г-нан 111 г-ға дейін кеміген болса, реакция неше минут жалғасқанын анықта.

3. Белгілі бір реакцияда этанның (C_2H_6) жұмсалыу жылдамдығы 1,6 моль/литр·мин. 240 секунд барысында реакция жүруі нәтижесінде этанның массасы 584 г-нан 200 г-ға дейін кемиеді. Реакция жүргізілген реактор мөлшерін (литр) анықта.

4. Белгілі бір реакцияда ас тұзының жұмсалыу жылдамдығы 1,25 моль/литр·мин. 120 секундтық реакция барысынан соң ас тұзының массасы 1 кг-нан 268,75 г-ға дейін кемиеді. Реакция жүргізілген ыдыс көлемін (литр) тап.

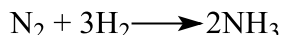
5. Метанның жану реакциясы $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ жылдамдығы 5-ке тең. Егер жүйе қысымы 3 есе арттырылса, реакция жылдамдығы нешеге тең болады?

6-БӨЛІМ. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

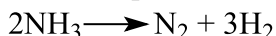
25-§. Қайтымды және қайтымсыз реакциялар.

Химиялық тепе-теңдік

Ыдысқа азот және сутегіні саламыз да ыдыстың қақпағын жабамыз. Белгілі жағдай туғанда азот және сутегі молекулаларының өзара ықпалдасып, аммиак молекуласын жасай бастайды.



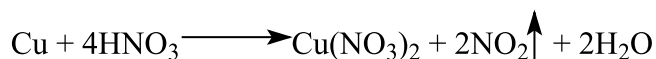
Нәтижеде ыдыста азот және сутегінің мөлшері кемейіп, аммиактың мөлшері артып барады. Сонымен бірге азот және сутегі молекулаларының бір-бірімен әсерлесу ықтималдығы кемиді. Енді азот және сутегіден аммиак жасалуының орнына, аммиак молекуласы ыдырап, азот және сутегі молекулалары жасала бастайды. Яғни реакция кері бағытта барады.



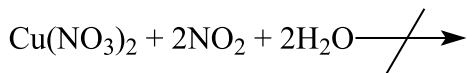
Химиялық реакцияларды 2 топқа бөлу мүмкін:

1. Қайтымды реакциялар;
2. Қайтымсыз реакциялар.

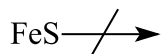
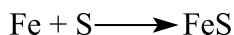
Тек бір бағытта жүретін және реакцияға кірісетін бастапқы заттар ақырғы өнімдерге толық айналатын реакциялар **қайтымсыз реакциялар** деп аталады. Қайтымсыз реакциялардың ерекшелігі – бұл реакция нәтижесінде жасалған өнімдер ыдырап немесе өзара реакцияға кірісіп бастапқы заттарды жасамайды. Мыс металының концентрленген нитрат қышқылмен реакциясында алынған өнімдерден, яғни азот (IV) тотық, мыс (II) нитрат және су:



ны өзара реакцияға кірістіріп металл күйіндегі мысты алып болмайды.



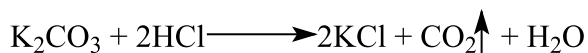
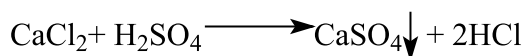
Сондай-ақ темір мен күкіртті реакцияға кірістіріп алынған темір (II) сульфид сол температурада тағы да темір металды және күкіртке ыдырамайды.



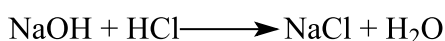
Сондықтан бұл реакциялар қайтымсыз реакциялар болып есептеледі. Олар бастапқы заттардан бірі таусылмағанша, яғни соңына дейін жалғасады.

Төмендегі жағдайларда химиялық реакциялар қайтымсыз болады:

1. Реакция өнімдері реакция шеңберінен тұнба немесе газ күйде шығып кетсе, мысалы:



2. Кем иондалатын қосылыс, мәселен, су жасалса,

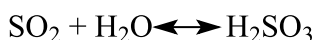


3. Реакция барысында үлкен мөлшерде энергия бөлінсе, мысалы, магнийдің жануы:

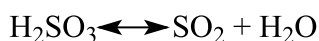


Бір уақыттың өзінде бір-біріне кері екі бағытта жүретін реакциялар қайтымды реакциялар деп аталады.

Қайталанатын реакцияларда химиялық үдеріс қарама-қарсы жақта болады. Яғни, алдын реакция өнімдері және сол минутта реакция өнімдерінен бастапқы заттар да жасалады. Қайталанатын реакциялардың теңдеулерінде сол және оң бөліктері арасында қарама-қарсы жақтарға бағытталған екі стрелка қойылады. Күкірт (IV)-тотығы сумен реакцияға кірісіп, сульфит қышқыл жасайды:

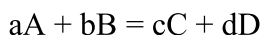


Бұл реакцияда жасалатын сульфид қышқылдың ерітіндідегі мөлшері артып баруы арқылы кері реакция да жүре бастайды.



Солдан оңға әрекеттенетін реакция **тура реакция**, оңнан солға әрекеттенетін реакция **кері реакция** деп аталады.

Реакция басталған соң бастапқы заттар жұмсалып, олардың мөлшері кемиді де өнімдердің мөлшері артып барады. Мұнда тура реакция жылдамдығы жоғары болады. Өнімдердің мөлшері артып баруымен кері реакция жылдамдығы да арта түсіп, белгілі уақыттан кейін бұл реакциялардың жылдамдығы теңелгенде химиялық тепе-теңдік орнайды. Оң реакция жылдамдығымен кері реакция жылдамдығы теңелген күй **химиялық тепе-теңдік** деп аталады. Химиялық тепе-теңдік қайталанатын реакцияларда болады, қайтымсыз реакцияларда тепе-теңдік туралы айту орынсыз.



$$v_{\text{тура}} = k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$

$$v_{\text{keri}} = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

$$v_{\text{тура}} = v_{\text{keri}}$$

$$k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

$$K_T = \frac{k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d}{k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b}$$

K_T -тепе-теңдік константасы.

v_1 – тура реакция жылдамдығы, v_2 – кері реакция жылдамдығы ($v_1 = v_2$) k_1 және k_2 лар тура және кері реакциялардың жылдамдық константалары. $[A]$, $[B]$, $[C]$ және $[D]$ заттардың концентрациялары (моль/л) болып, **a** , **b** , **c** және **d** олардың коэффициенттері.

Тепе-теңдік константасы экспериментальдық жолмен анықталады. Оның сан мәні берілген температурадағы тепе-теңдік күйіне баға береді. Тепе-теңдік константасының мәні қанша үлкен болса, реакцияда өнім мөлшерлері көп, егер оның мәні кіші болса, бастапқы зат(тар)дың мөлшері көптігін көрсетеді. Тепе-теңдік константасы заттардың концентрацияларына байланысты емес, бастапқы заттардың мөлшерлері кемейсе, тиісті өнім мөлшері артады, яғни бір заттың концентрациясы өзгеруі, басқа заттардың концентрациялары өзгеруіне себеп болады. Тепе-теңдік константасы температураға байланысты.

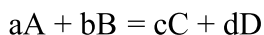
Демек, химиялық тепе-теңдік күйінде бастапқы заттар концентрацияларының көбейтіндісі реакциядан кейінгі жасалған заттар концентрацияларының көбейтіндісіне тең болады.

Химиялық тепе-теңдік уақытында әрекет тоқтамайды, уақыт бірлігі ішінде қанша өнім ыдыраса, дәл сонша өнім жасалады. Химиялық тепе-теңдік динамикалық (әрекетшілдік) ерекшелікке ие болғандықтан ол сыртқы шаралар әсерімен өзгереді.

Тақырып бойынша есептер мен олардың шешуі:

1-есеп. $A+2B=C+D$ реакция бойынша тепе-теңдік орнаған соң заттардың тепе-теңдік концентрациялары төмендегіше: $[A]=0,4$ моль/л, $[B]=0,5$ моль/л, $[C]=0,25$ моль/л, $[D]=0,8$ моль/л болса, тепе-теңдік константасын анықта.

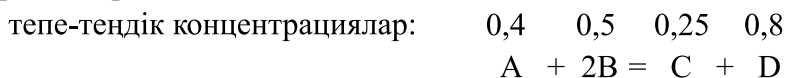
Есептің шешуі: Тепе-теңдік күйінде тұрған жүйеде заттардың моляр концентрациялары берілген. Сол мәндер негізінде тепе-теңдік константасын төмендегі формула арқылы табуымыз мүмкін.



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

Реакция бойынша кіші әріптермен (a,b,c,d) заттар коэффициенті келтірілген және олар тепе-теңдік константасын табу үшін дәрежеге көтеріледі. (Түсінік: Егер реакция бойынша заттар алдында коэффициент қойылмаған болса, бұл жерде коэффициент бірге тең деп есептеледі. Кез келген санның бірінші дәрежесі сол санның өзіне тең есептеледі. Мысалы, $2^1=2$; $3^1=3$)

Есептің шарты бойынша берілген реакция және заттардың тепе-теңдік концентрациялары негізінде тепе-теңдік константасын есептейміз:



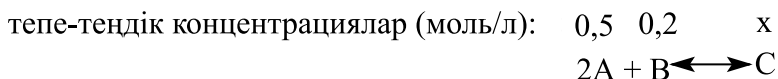
$$K_T = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{[0,25]^1 \cdot [0,8]^1}{[0,4]^1 \cdot [0,5]^2} = 2$$

Демек $A+2B=C+D$ реакция бойынша тепе-теңдік константасы 2-ге тең екен, яғни бұл реакцияда кері реакция жылдамдығы тура реакция жылдамдығынан екі есе үлкен болған екен.

Жауабы: 2

2-есеп. $2A + B \leftrightarrow C$ реакция тепе-теңдік күйінде бастапқы заттар концентрациялары $[A]=0,5$ моль/л; $[B]=0,2$ моль/л-ге тең болса тепе-теңдік күйіндегі C заттың концентрациясын (моль/) тап ($K_M=1$).

Есептің шешуі: реакция бойынша A және B заттардың тепе-теңдік концентрациялары мен тепе-теңдік константасының мәндері белгілі, сол мәндер негізінде C заттың тепе-теңдік концентрациясын табамыз:



$$K_T = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \quad 1 = \frac{x}{[0,5]^2 \cdot [0,2]^1} \quad 0,25 \cdot 0,2 = x$$

$x = 0,05$

Демек, C заттың тепе-теңдік концентрациясы 0,05 моль/л-ге тең болған.

Жауабы: 0,05 моль/л

Тақырып бойынша есептер:

1. $A+B=C+D$ реакция бойынша тепе-теңдік орнаған соң заттардың тепе-теңдік концентрациялары төмендегіше: $[A]=0,25$ моль/л, $[B]=0,4$ моль/л, $[C]=0,2$ моль/л, $[D]=0,5$ моль/л болса, тепе-теңдік константасын анықта.

2. $A+B=2C+D$ реакция бойынша тепе-теңдік орнаған соң заттардың тепе-теңдік концентрациялары төмендегіше: $[A]=0,08$ моль/л, $[B]=0,4$ моль/л, $[C]=0,4$ моль/л, $[D]=0,5$ моль/л болса, тепе-теңдік константасын анықта.

3. $3A+B=C+2D$ реакция бойынша тепе-теңдік орнаған соң заттардың тепе-теңдік концентрациялары төмендегіше: $[A]=0,1$ моль/л, $[B]=0,5$ моль/л, $[C]=0,03$ моль/л, $[D]=0,4$ моль/л болса, тепе-теңдік константасын анықта.

4. $A + B \leftrightarrow C$ реакция тепе-теңдік күйінде бастауыш заттар концентрациялары $[A]=0,4$ моль/л; $[B]=0,25$ моль/л-ге тең болса тепе-теңдік күйіндегі C заттың концентрациясын (моль/) тап ($K_M=2$).

5. $A + 2B \leftrightarrow C$ реакция тепе-теңдік күйінде бастауыш заттар концентрациялары $[A]=0,5$ моль/л; $[B]=2$ моль/л-ге тең болса тепе-теңдік күйіндегі C заттың концентрациясын (моль/) тап ($K_M=1$).

6. $2A + B \leftrightarrow C$ реакция тепе-теңдік күйінде бастауыш заттар концентрациялары $[A]=1,5$ моль/л; $[B]=3$ моль/л-ге тең болса тепе-теңдік күйіндегі C заттың концентрациясын (моль/) тап ($K_M=0,1$).

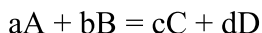
26-§. Химиялық тепе-теңдік және оған әсер ететін шаралар

Химиялық тепе-теңдік күйіне реакцияға кірісетін заттардың концентрациясы, температура, ал газ тәрізді заттар үшін қысым да әсер етеді. Бұл параметрлерден бірі өзгергенде тепе-теңдік бұзылады және реакцияға кірісетін барлық заттардың концентрациялары жаңа тепе-теңдік орнағанға дейін өзгере береді, Бұл тепе-теңдік концентрациялардың басқа мәндерінде орнайды. Реакция жүйесінің бір тепе-теңдік күйінен басқасына өтуі **химиялық тепе-теңдіктің ығысуы** (немесе жылжуы) деп аталады.

Тепе-теңдіктің ығысуы 1884 жылы табылған Ле-Шателье принципіне сүйенеді. Ле-Шателье принципі төмендегіше сипатталады: **Химиялық тепе-теңдік күйінде тұрған жүйеде сыртқы жағдайлардан бірі (температура, қысым немесе концентрация) өзгертілсе, тепе-теңдік сыртқы әсерді кемітетін реакция жаққа ығысады.**

Температура, заттар концентрациясы және қысымның өзгеруі химиялық тепе-теңдікті ығыстыруы мүмкін.

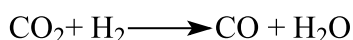
Химиялық тепе-теңдікке концентрацияның әсері. Тепе-теңдіктен тұрған жүйеде бір заттың мөлшерін арттырсақ, тепе-теңдік сол заттың мөлшерін кемітетін жаққа ығысады және керісінше, зат мөлшерін кемейгенде тепе-теңдік сол заттың мөлшерін көбейтетін жаққа ығысады. Пікірімізді төмендегі тепе-теңдікте тұрған жүйеде қарастырамыз:



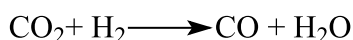
Сол тепе-теңдікте тұрған жүйеге A және B заттарды қоссақ олардың концентрациясы артады, Бұл оң реакцияның жылдамдығының артуына себеп болады да тепе-теңдік оң жаққа ығысады, өйткені кері реакция

жылдамдығы өзгермей қалған болады, $v_{\text{тура}} = v_{\text{кері}}$. Жүйеден А және В заттар сыртқа шығарылса, яғни олардың концентрациясы кемейтірілсе, тура реакцияның жылдамдығы кемиді, кері реакция болса өзінің алдыңғы жылдамдығын сақтап қалған күйде тепе-теңдікті солға ығыстырады,

$v_{\text{тура}} < v_{\text{кері}}$. Енді кез келген амалдағы реакцияға осы күйді қолданып көреміз: көміртек (IV) тотығы және сутегіден, көміртек (II) тотық және су жасалуы реакциясын қарастырамыз. Бұл жерде де химиялық тепе-теңдік күйінде тұрған жүйедегі бастапқы заттардан (теңдеудің сол жағында тұрған CO_2 және H_2) бірінің концентрациясы артса оң реакцияның жылдамдығы артады, яғни химиялық тепе-теңдік сол заттың жұмсалуын қамтамасыз етуші жаққа ығысады. Нәтижеде бастауыш (сол жақтағы) заттар көбірек жұмсала бастайды да тепе-теңдік оңға ығысады. Демек, тепе-теңдіктегі

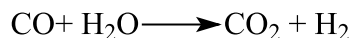


жүйеге қосымша CO_2 берілсе, онда Ле-Шателье принципіне сәйкес, жүйе CO_2 -ның концентрациясын кемітуге әрекеттенеді, яғни химиялық тепе-теңдік оңға (тура реакция жаққа) ығысады



реакция жаққа ығысады. Реакцияның оң жағындағы бір заттың (H_2O немесе CO) мөлшері кемітілсе де сол үдеріс болады яғни химиялық тепе-теңдік оң реакция жаққа (H_2O және CO жасалуы жаққа) ығысады.

Теңдеудің оң жағындағы кез келген заттың концентрациясы арттырылса, кері реакцияның жылдамдығы артады. Тепе-теңдік солға ығысады. Мысалы, жоғарыдағы реакцияда CO -ның концентрациясы арттырылса, жүйе CO -ның концентрациясын кемейтуге әрекеттенеді, яғни химиялық тепе-теңдік

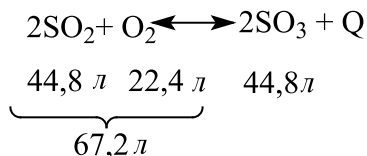


реакция жаққа ығысады. Демек, бір зат концентрациясының өзгеруімен барлық заттардың концентрациясы өзгереді, нәтижеде тепе-теңдік бір жаққа ығысады. Бірақ тепе-теңдік константасы өзгермейді.

Химиялық тепе-теңдікке қысымның әсері

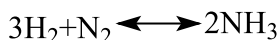
Химиялық реакцияда газ күйіндегі заттар қатысса, қысым да маңызға ие болады, өйткені қысымның өзгеруі газ заттар үшін концентрацияның өзгеруі болып табылады. Қатты заттарға қысым әсер етпейді. Тепе-теңдіктің ығысуына қысымның әсерін анықтау үшін теңдеудің сол және оң бөліктеріндегі газ күйіндегі заттардың молекулалар санын есептеп шығу керек. Тепе-теңдікте тұрған жүйенің қысымы арттырылса, химиялық тепе-теңдік аз сандағы молекула жасалатын реакция жаққа, яғни мөлшердің азаюына кемуіне себеп болатын реакция жаққа ығысады. Ал қысым

төмендегенде көп санды молекулалар жасалатын реакция жаққа ығысады. Мысалы:



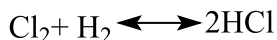
Реакция теңдеуі негізіндегі есептеулерден белгілі болған тура реакция әрекеттенгенде (заттардан сай түрде: 2 моль SO_2 және 1 моль O_2 алынған болса) мөлшер 67,2 литрден 44,8 литрге дейін кемиді. Демек, қысымның арттырылуы мөлшердің кемеюіне себеп болады және оң реакцияны тездетеді.

Тағы бір мысалды қарастырамыз:



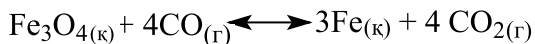
Бұл реакцияның оң жағында екі молекула, ал сол жағында төрт молекула бар. Сол ыдыстың қысымы арттырылса, химиялық тепе-теңдік молекула кем жаққа, яғни оң жаққа, аммиак жасалатын жаққа ығысады. Ал қысым кемітілгенде молекула көп жаққа, яғни аммиак ыдырайтын жаққа ығысады.

Егер қайтымды реакция теңдеуінде сол бөліктегі молекулалар саны оң бөліктегі молекулалар санына тең болса, мұндай тепе-теңдіктегі жүйеге қысымның өзгеруі әсер етпейді. Мысалы,



реакцияның тепе-теңдік күйіне қысымның өзгеруі әсер етпейді, өйткені реакцияның оң және сол жағында екеуден (тең санды) молекула бар.

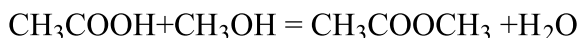
Темір аралас тотықтың Fe_3O_4 иіс газы CO -мен реакциясында темір және карбонад ангидрид жасалады. Бірінші қарағанда реакцияның екі жағындағы молекулалар саны әр түрлі, сол жақта $1+4=5$ және оң жақта $3+4=7$. Бірақ қатты заттарға (Fe_3O_4 және Fe) қысым әсер етпейтінін есепке алған күйде, тек газ заттар (CO және CO_2) коэффициенттері қосындыларын салыстырсақ (4 және 4) олардың өзара тең екендігіне, сол себепті реакция тепе-теңдігіне қысым әсер етпейтініне көз жеткіземіз. Қатты заттарға қысым әсер етпейтіндігін естен шығармауымыз керек!



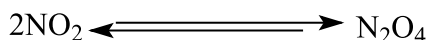
$$\nu_{\text{тура}} = k_1 \cdot [\text{CO}]^4 ; \quad \nu_{\text{кері}} = k_2 \cdot [\text{CO}_2]^4$$

Тепе-теңдікті кез келген бағытта ығыстыру Ле Шателье принципіне негізделген, тепе-теңдікті ығыстыру химияда үлкен рөл ойнайды. Аммиак синтез жасау және өнеркәсіптегі басқа көптеген үдерістер, тепе-теңдікті

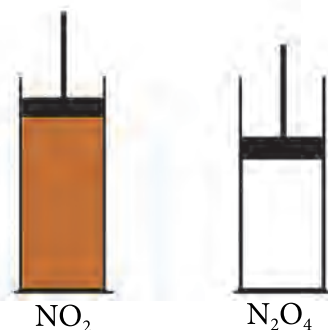
алынатын өнім құнарлылығы үлкен болатын жаққа ығыстыру тәсілдерін қолдану арқылы жүзеге асырылған. Көптеген үдерістерде химиялық тепе-теңдікті реакция өнімдері жасалу жағына ығыстыру үшін жасалатын заттар реакция шеңберінен шығарып жіберіледі. Мысалы, этерификация реакциясында тепе-теңдікті метилацетат жасау жағына ығыстыру үшін жүйеге суды сіңдіретін сульфат қышқыл енгізіледі.



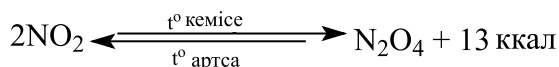
Азот (IV) тотық қара бауыр түсті газ. Оның диамері (N_2O_4) түссіз зат, бөлме температурасында екеуі тепе-теңдік күйінде болады.



Бұл жүйенің қысымын арттырса тепе-теңдік оң жаққа, яғни N_2O_4 жасалатын жаққа ығысады. Бұл құбылысты жүйенің реңсізденуінен бақылау мүмкін. Керісінше, қысым кемейсе жүйенің реңі қоңыр түске еніп қалады, бұл тепе-теңдіктің сол жаққа ығысуын дәлелдейді.



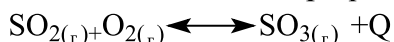
Химиялық тепе-теңдікке температураның әсері. Температураның артуы тек тепе-теңдікке ғана емес, сондай-ақ тепе-теңдік константасына да әсер етеді. Тепе-теңдікке температураның әсерін көруден алдын реакцияның экзотермиялық немесе эндотермиялық екендігін есепке алуымыз тиіс, өйткені температураның өзгеруі тепе-теңдікті реакцияның жылулық эффектін қарап немесе оң жаққа, немесе сол жаққа ығыстырады. Тепе-теңдіктегі жүйенің температурасы кемейтірілсе, Ле-Шателье принципіне қарай, жылулық шығумен жасалатын реакция күшейеді, яғни химиялық тепе-теңдік экзотермиялық реакция жаққа ығысады. Егер тепе-теңдіктегі жүйенің температура көтерілсе, Ле-Шателье принципіне қарай, жылулық сіңдірілуімен жасалатын реакция күшейеді, яғни химиялық тепе-теңдік эндотермиялық реакция жаққа ығысады. Мысалы:



Бұл екі зат арасындағы тепе-теңдікке тек қана қысым емес, сондай-ақ температура да әсер етеді. Олардың екеуі – $9,3^\circ\text{C}$ -пен $+144^\circ\text{C}$ температура арасында тепе-теңдікте тұрады. Егер температура – $9,3^\circ\text{C}$ -қа дейін суытылса, онда жүйеде NO_2 жоғалып, онда тек қана N_2O_4 қалады. Егер жүйе $+144^\circ\text{C}$ -қа дейін қыздырылса, жүйеде N_2O_4 жоғалып, NO_2 жүйедегі бірегей газға айналады.

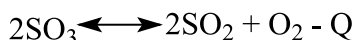
Температураның көтерілуі жылу сіңдірілуімен болатын реакцияны тездетеді.

Мысалы, күкірт (IV) тотықты тотықтырып, күкірт (VI) тотық алу экзотермиялық реакция болып, қайталанатын үдеріс болып есептеледі:



Күкірт (VI) тотығының жасалу өнімін арттыру яғни тепе-теңдікті оң жаққа ығыстыру үшін температураны төмендету керек болады:

Егер температура артса тепе-теңдік эндотермиялық реакция жаққа ығысады яғни кері реакцияны тездетеді:



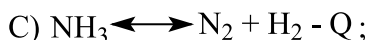
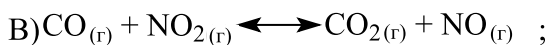
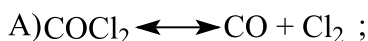
Химиялық тепе-теңдікке катализатордың әсері.

Катализаторлар тура реакцияның да, кері реакцияның да жылдамдығын бірге арттырады және сол себепті тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді, тек қана тепе-теңдіктің тезірек орнауына жәрдем береді.

Тақырып бойынша тест тапсырмалары:

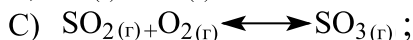
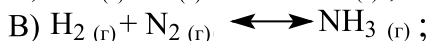
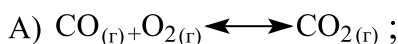
1. Төмендегі қайтымды жүйеде $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \longleftrightarrow 2\text{NO}_2$ қысымның арттырылуы химиялық тепе-теңдікке қалай әсер етеді? 1) оңға ығыстырады; 2) солға ығыстырады; 3) ығыстырмайды; 4) бастапқыда тепе-теңдік өзгермейді, одан соң солға ығысады А) 1; В) 2; С) 3; D) 4.

2. Қайсы реакцияның тепе-теңдігі қысым арттырылғанда өзгермей қала береді ?



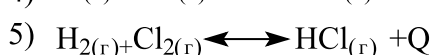
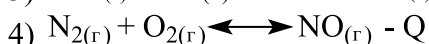
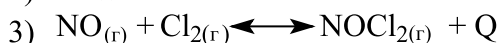
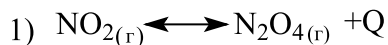
D) B; C.

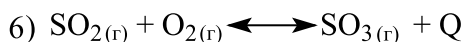
3. Теңдеулері келтірілген жүйелердің қайсысында қысым кемігенде тепе-теңдік сол жаққа ығысады?



D) барлығы.

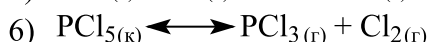
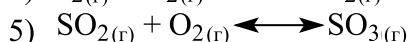
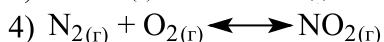
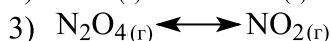
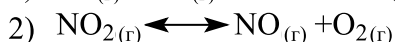
4. Тепе-теңдік күйіндегі төмендегі үдерістердің қайсысына қысым өзгеруі әсер етпейді?





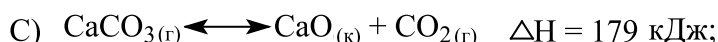
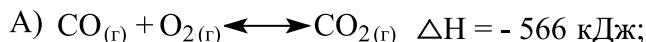
A) 2, 4; B) 1, 2; C) 1, 3; D) 4, 5.

5. Қысымның артуы тепе-теңдіктің оң жаққа ығысуына себеп болатын жүйелерді таңда.



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

6. Температураның артуымен тепе-теңдік солға ығысатын реакцияларды көрсет.



D) A; C.

7. $\text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{к})} + 4\text{CO}_{(\text{r})} \longleftrightarrow 3\text{Fe}_{(\text{к})} + 4\text{CO}_{2(\text{r})} \quad \Delta H = -43,7 \text{ кДж};$ төмендегі реакцияда тепе-теңдік қайсы шаралар әсерімен сол жаққа ығысады?

1) температураның төмендеуі; 2) температураның көтерілуі; 3) қысымның кемуі; 4) қысымның артуы 5) катализатор енгізілуі. A) 1, 3; B) 1, 4; C) 1; D) 2.

8. Реакция тепе-теңдігін оңға ығыстыратын шараларды тап. $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{S}_{(\text{к})} \longleftrightarrow \text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} + Q$ 1) қысымның артуы; 2) қысымның төмендеуі; 3) сутегі сульфид мөлшерінің кемуі; 4) сутегі концентрациясын арттыру. A) 1, 2; B) 1, 3; C) 3, 4; D) 2, 3; E) 3, 4.

9. Теңдеуі $\text{HBr}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \longleftrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{Br}_{2(\text{r})} + Q$ болған реакциядағы тепе-теңдікті оң жаққа ығыстыру үшін қайсы шаралардан пайдалану мүмкін?

1) сутегі бромид концентрациясын арттыру; 2) температураны төмендету; 3) температураны арттыру; 4) сутегі бромид концентрациясын кеміту; 5) қысымды арттыру; 6) қысымды кеміту. A) 1, 3, 6; B) 1, 4, 5; C) 1, 2, 5;

D) 2, 3, 5.

27-§. Химиялық тепе-теңдік тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі

Тепе-теңдік бойынша есептерді шешуде, бастапқы заттар мөлшерін анықтау үшін:

✓ Реакцияны теңестіріп, барлық заттар алдындағы коэффициенттерді таңдау;

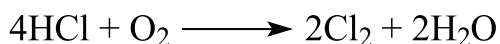
- ✓ Жасалған заттардың тепе-теңдік концентрациясынан пайдаланып коэффициенттер арқылы жұмсалған заттар мөлшерін анықтау;
- ✓ Жұмсалған және тепе-теңдік концентрацияларын қосумен бастапқы заттар концентрациясын анықтау;
- ✓ Бастапқы заттардың моляр концентрациясынан пайдаланып $n = C_M \cdot V$ теңдеу арқылы олардың мөлшерін анықтау керек.

Жоғарыда айтылған амалдарды сақтаған күйде химиялық тепе-теңдікке тиісті есептерді шешуге әрекет етеміз.

1-есеп. $\text{HCl} + \text{O}_2 = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ реакция мөлшері 8 литр болған ыдыста жүргізілді. Химиялық тепе-теңдік құрылғанда заттар концентрациялары $[\text{HCl}] = 0,7$, $[\text{O}_2] = 0,6$ және $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4$ моль/л-ді құрады. Бастауыш заттар мөлшерін (моль) анықта.

A) 0,8; 0,2; B) 12; 6,4; C) 1,5; 0,8; D) 6,4; 1,6.

- ✓ Реакцияны теңестіреміз, бұл үшін хлорид қышқыл алдына 4, хлор және су молекулаларының алдына 2 коэффициенттер қойылады.



- ✓ Демек, реакция теңдеуі негізінде 0,4 моль/литр су жасалғанда 0,8 моль/литр хлорид қышқыл және 0,2 моль/литр оттегі жұмсалады екен.

- ✓ Хлорид қышқылдың бастапқы концентрациясы:

0,7 моль/литр (тепе-теңдік) + 0,8 моль/литр (жұмсалған) = 1,5 моль/литрді, ал оттегінікі 0,6 моль/литр (тепе-теңдік) + 0,2 моль/литр (жұмсалған) = 0,8 моль/литрді құрайды.

- ✓ Заттар мөлшерін табуда моляр концентрациясы мөлшерге көбейтіледі, яғни $1,5 \times 8 = 12$ моль, $0,8 \times 8 = 6,4$ моль.

Демек, бұл тесте балама жауаптардағы

A) 0,8; 0,2 – жұмсалған заттар концентрациялары (моль/л),

B) 12; 6,4 – бастапқы заттар мөлшерлері (моль),

C) 1,5; 0,8 – бастапқы заттардың концентрациялары (моль/л),

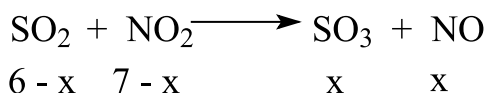
D) 6,4; 1,6 – жұмсалған заттардың мөлшерлері (моль/л).

Тесттің дұрыс жауабы – B

2-есеп. $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$ реакцияда SO_2 және NO_2 -нің бастапқы концентрациясы 6 және 7 моль/литр болса, SO_2 -ның тепе-теңдік концентрациясын (моль/литр) есепте ($K_M = 1$).

A) 8,73; B) 2,77; C) 3,27; D) 10,77.

Реакция теңдеуіндегі коэффициенттер тең болғаны үшін жұмсалған зат мөлшері жасалған зат мөлшеріне тең болады. Демек, SO_2 және NO_2 -лардың бастапқы концентрациялары 6 және 7 моль/литр болса, тепе-теңдік концентрациясы тиісті 6-х және 7-х болады. Тепе-теңдік константасы бірге тең болғаны үшін теңдеудің екі жағын теңестіреміз.



$$(6-x)(7-x) = x^2$$

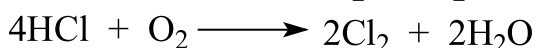
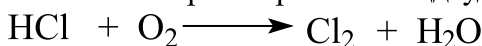
$$42 - 6x - 7x + x^2 = x^2$$

$$x = 3,23$$

Демек, SO_2 -ның тепе-теңдік концентрациясы $6-x=6-3,23=2,77$ -ге тең болса, NO_2 -ның тепе-теңдік концентрациясы $7-x=7-3,23=3,77$ -ге тең болады. Осы тестің жауабы В.

3-есеп. Хлорид қышқылдың жану реакциясында $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; белгілі уақыттан соң тепе-теңдік құрылды. Тепе-теңдік күйінде ($K_M = 1$) заттардың концентрациялары $[\text{HCl}] = 1$ моль/литр; $[\text{Cl}_2] = 3$ моль/литр және $[\text{H}_2\text{O}] = 3$ моль/литр болса, оттегінің тепе-теңдік күйіндегі концентрациясын анықта.

Есептің шешуі: Алдын реакцияны теңестіріп аламыз. Өйткені коэффициенттер тепе-теңдік константасы үшін түзілетін теңдеуде есепке алынады.



Енді, тепе-теңдік константасы (K_T) 1-ге тең екеніне негізделіп реакцияның оң және сол жағындағы заттарды тепе-теңдік күйіндегі концентрацияларының көбейтіндісі (табиғи түрде концентрациялар көбейтілуден алдын коэффициентке тең болған дәрежеге арттырылады) тең деп есептейміз. Және сол негізде концентрациялары белгілі заттардың концентрацияларынан, ал оттегі үшін “х” (өйткені оның концентрациясы белгісіз) -тен пайдаланып төмендегі теңдеуді түзіп аламыз және оны шешеміз.

$$[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2] = [\text{Cl}_2]^2 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$$

$$1^4 \cdot x = 3^2 \cdot 3^2$$

$$1x = 9 \cdot 9$$

$$1x = 27$$

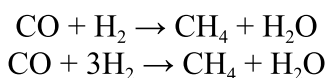
$$x = 27 : 1 = 27$$

Демек, оттегінің тепе-теңдік күйіндегі концентрациясы 27 моль/литрге тең.

Жауабы: 27 моль/л

4-есеп. Көміртек (II) тотық және сутегіден метан синтез жасау реакциясында: $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Барлық заттардың тепе-теңдік концентрациялары сәйкес түрде: $[\text{CO}] = 0,9$ моль/литр; $[\text{H}_2] = 0,7$ моль/литр; $[\text{CH}_4] = 0,4$ моль/литр; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4$ моль/литрге тең болса, көміртек (II) тотығы және сутегінің реакциядан алдыңғы (бастапқы) концентрацияларын (моль/литр) анықта.

Есептің шешуі: Әдеттегідей, жұмысты реакцияны теңестіріп алудан бастаймыз.



Реакцияны теңестіріп алған соң төмендегі жұмыстарды амалға асырамыз.

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	...	...	0	0
Жұмсалы/Жасалу	...	...	...	...
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Осындай 3 қатар құраймыз және әрбір қатарға өзіне сай (тиісті) мәліметтерді енгіземіз. Белгілі болғанындай есептің шартында айтып өтілген “*Барлық заттардың тепе-теңдік концентрациялары сәйкес түрде:*

$[\text{CO}] = 0,9$ моль/л; $[\text{H}_2] = 0,7$ моль/л; $[\text{CH}_4] = 0,4$ моль/л; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4$ моль/л” мәліметтер осы “**Тепе-теңдік**” қатарына енгізілді.

Сондай-ақ біз реакция өнімдері болып есептелген метан және су үшін бастауыш концентрацияларды “0 моль/литр”-ден белгілеп алдық. Өйткені реакция басында ешқандай өнім болмайды. Олар реакция жүрісі барысында біртіндеп жасалады. Егер есептің шарты бойынша реакциялық жүйеде өнімдер алдыннан бар болмаса, мұндай жағдайда есептің шартындағы концентрациялар бастауыш концентрациялар қатарына тікелей енгізіледі.

Енді кейінгі басқыштарға өтеміз. Егер метан және судың бастауыш концентрациясы “0 моль/литр”-ден еді, кейін тепе-теңдік концентрациялары 0,4 моль/л-ге теңесті. Демек, реакция барысында олардың әрқайсысынан 0,4 моль/л-ден жасалды.

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	...	...	0	0
Жұмсалы/Жасалу	...	...	+0,4	+0,4
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Кейін жұмсалы және жасалу қатарлары арасындағы коэффициенттерге байланысты болған пропорциональдықты іске қосамыз:

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	...	...	0	0
Жұмсалы/Жасалу	...	...	+0,4	+0,4
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Яғни, сол тік төртбұрыш ішіндегі коэффициенттері тең болған заттарда бірдей сандар жайғасады. Белгілі болғанындай, көміртек (II) тотық, метан және судың коэффициенттері тең. Демек олардан жұмсалған, жасалған концентрациялар да тең болады. Яғни көміртек (II) тотығынан 0,2 моль зат жұмсалған.

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	...	...	0	0
Жұмсалы/Жасалу	-0,4	...	+0,4	+0,4
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Енді сутегінің қандай концентрациясы жұмсалғанын табамыз.

Көріп тұрғанымыздай, оның реакциялық коэффициенті 3-ке тең. Яғни оның коэффициенті кез келген заттың коэффициентінен 3 есе үлкен. Оның жұмсалған концентрациясы да, қалған заттар жұмсалы немесе жасалу концентрацияларынан 3 есе үлкен болады. $0,4 \cdot 3 = 1,2$

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	...	...	0	0
Жұмсалы/Жасалу	-0,4	-1,2	+0,4	+0,4
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Заттардың бастапқы концентрацияларын анықтау үшін жұмсалып кеткен концентрациялар тепе-теңдік күйіндегі концентрацияларға қосылады.

$$0,9 + 0,5 = 1,3 \text{ моль/л CO}$$

$$0,7 + 1,2 = 1,9 \text{ моль/л H}_2$$

	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$			
Бастауыш	1,3	1,9	0	0
Жұмсалы/Жасалу	-0,4	-1,2	+0,4	+0,4
Тепе-теңдік	0,9	0,7	0,4	0,4

Тақырып бойынша тестер:

1. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ реакцияда химиялық тепе-теңдік құрылғанда заттар концентрациялары $[\text{NH}_3] = 0,4$; $[\text{O}_2] = 0,65$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,3$ моль/литрді құрайды. Реакция мөлшері $0,005 \text{ м}^3$ болған ыдыста жүргізілген болса, бастапқы заттар мөлшерін (моль) есепте.

A) 0,6; 0,8; B) 1,0; 0,75; C) 3,0; 4,0; D) 0,2; 0,15.

2. $\text{NH}_{3(r)} + \text{Cl}_{2(r)} = \text{N}_{2(r)} + \text{HCl}_{(r)}$ реакция мөлшері $0,009 \text{ м}^3$ болған ыдыста жүргізілді. Химиялық тепе-теңдік құрылғанда заттар концентрациялары $[\text{NH}_3] = 0,4$; $[\text{Cl}_2] = 0,2$; $[\text{HCl}] = 0,6$ моль/литр болса, бастауыш заттар мөлшерін (моль) есепте.

A) 0,2; 0,3; B) 0,6; 0,5; C) 5,4; 4,5; D) 1,8; 2,7.

3. $\text{CH}_{4(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} = \text{CO}_{(r)} + \text{H}_{2(r)}$ реакция мөлшері 9 литр болған ыдыста жүргізілді. Химиялық тепе-теңдік құрылғанда заттар концентрациялары

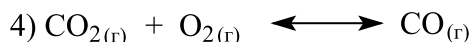
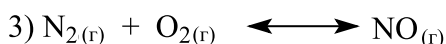
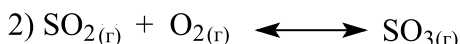
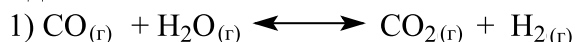
$[\text{CH}_4]=0,5$; $[\text{H}_2\text{O}]=0,3$; $[\text{H}_2]=0,6$ моль/л болса, бастауыш заттар мөлшерінің (моль) қосындысын есепте.

A) 1,2; B) 10,8; C) 0,8; D) 7,2.

4. $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} = \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$ реакцияның тепе-теңдік константасы 850°C -та 1-ге тең. CO және H_2O -лардың бастауыш концентрациялары 6 және 8 моль/литр болса, олардың тепе-теңдік күйіндегі концентрацияларын (моль/литр) анықта.

A) 3,4; 3,4; B) 2,6; 4,6; C) 9,4; 11,4; D) 1,2; 3,4.

5. Төмендегі берілген реакциялардың қайсысында қысымның артуы тепе-теңдікке әсер етпейді?



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

6. Күкірт (IV) тотық және азот (IV) тотық арасында жүретін $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$ реакцияда; белгілі уақыттан соң тепе-теңдік құрылды. Тепе-теңдік күйінде ($K_M=1$) заттардың концентрациялары $[\text{SO}_2] = 4$ моль/л; $[\text{SO}_3] = 3$ моль/л және $[\text{NO}] = 3$ моль/л болса, азот (IV) тотығының тепе-теңдік күйіндегі концентрациясын анықта.

7. Көміртек (IV) тотығы және сутегі арасында жүретін $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ реакцияда; белгілі уақыттан соң тепе-теңдік құрылды. Тепе-теңдік күйінде ($K_M=1$) заттардың концентрациялары: $[\text{CO}_2] = 12$ моль/л; $[\text{CO}] = 6$ моль/л және $[\text{H}_2\text{O}] = 6$ моль/л болса, сутегінің тепе-теңдік күйіндегі концентрациясын анықта.

8. Сутегі және азоттан аммиак синтез жасау реакциясында: $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$

Барлық заттардың тепе-теңдік концентрациялары сәйкес түрде: $[\text{N}_2] = 0,5$ моль/л; $[\text{H}_2] = 0,1$ моль/л; $[\text{NH}_3] = 0,8$ моль/л-ге тең болса, азот және сутегінің реакциядан алдыңғы (бастапқы) концентрацияларын (моль/литр) анықта.

9. $\text{A}(\text{r}) + \text{B}(\text{r}) = \text{C}(\text{r}) + \text{D}(\text{r})$ жүйеде заттардың тепе-теңдік күйіндегі концентрациялары (моль/л) теңдеуге сәйкес түрде 8, 6, 4 және 12-ге тең. Жүйеге В заттан 2 моль қосылған соң, В және D заттардың жаңа тепе-теңдік концентрацияларын (моль/л) есепте (реакция мөлшері 1 л болған ыдыста жүргізілді).

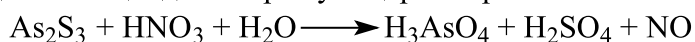
A) 3,5; 4,5; B) 7,5; 12,5; C) 5,5; 12,5; D) 7,5; 11,5.

10. $\text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \text{CO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$ жүйеде заттардың тепе-теңдік күйіндегі концентрациялары (моль/л) теңдеуге сәйкес түрде 6, 3, 2, 9-ға тең. Тепе-теңдік күйіндегі жүйеден 2 моль CO_2 шығарып жіберілді. H_2O және H_2 -лердің жаңа тепе-теңдік концентрацияларын (моль/л) есепте (реакция мөлшері 1 л болған ыдыста жүргізілді). A) 4; 11; B) 2; 10; C) 4,5; 7,5; D) 6; 11.

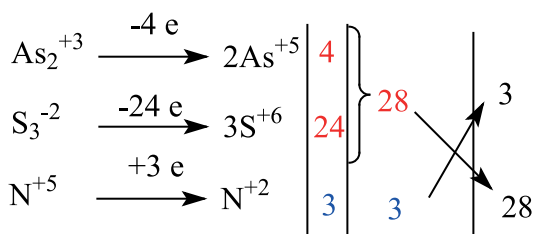
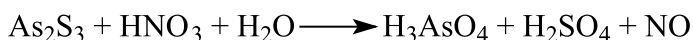
7-БӨЛІМ. ТОТЫҚТАНУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

28-§. Тотықтану-тотықсыздану реакцияларын жарты реакция тәсілімен теңестіру

8-сынып химия кітабында жай және күрделі заттар құрамындағы элементтердің тотықтану дәрежесін анықтау, тотықтану-тотықсыздану реакциялары және олардың түрлері туралы толық мәлімет берілгені үшін бұл кітабымызда тақырыпты жалғастырып, реакция теңдеулерін жарты реакция тәсілінде теңестіру, тотықтырушы мен тотықсыздандырушының эквиваленттік салмақтарын табу және ерітінді деңгейінің тотықтану-тотықсыздану реакциясына қандай әсер етуін қарастырамыз.



Осы реакция теңдеуін жарты реакция тәсілі бойынша теңестіруді қарастырамыз. Бұл үшін сол реакциядағы тотықтырушыны және тотықсыздандырушыны анықтап аламыз. Бұл теңдеуде тотықтырушы нитрат қышқыл, ал тотықсыздандырушы мышьяк сульфид болып есептеледі. Электрондық баланс тәсілімен теңестіруде тотықтаушы құрамындағы N^{+5} ионы 3 электрон қабылдап, N^{+2} ионына дейін тотықсызданды деп қабылданатын еді. As_2S_3 құрамындағы As^{+3} ионы 2 электрон беріп, As^{+5} күйіне дейін, ал S^{-2} ионы 8 электрон беріп, S^{+6} күйіне дейін тотықтанды деп алынатын еді:

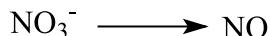


Сол электрондар сандары негізінде коэффициенттерді анықтап алатын едік. Есептеп табылған, бірақ ерітінді құрамында шындығында қолданыста бар болмаған N^{+5} , As^{+3} , S^{-2} иондарын қолданатын едік.

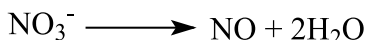
Жарты реакция тәсілі бойынша тотықтану-тотықсыздану үдерісінде қатысатын затты ерітіндіде шынында бар болған иондардан пайдаланып теңестіріледі.

Мысалы, HNO_3 заты ерітіндіде H^+ және NO_3^- иондарын жасайды. Ал As_2S_3 иондарға диссоциацияланбайды. Біз баланс түзгенімізде сол шынайы, ерітінді құрамында бар болған NO_3^- ионынан пайдаланамыз. Екі жақтағы электрондар санын теңестіру үшін ерітіндіде шынында бар болған су молекуласы және сутегі иондарынан пайдаланамыз.

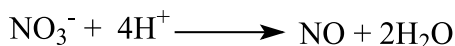
Алдын тотықтырушы ионын (NO_3^-) қарастырамыз.



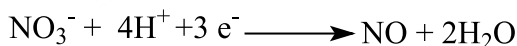
Теңдеудің сол жағында 3 оттегі атомы бар. Ал оң жағында 1 оттегі атомы. Теңдеудегі оттегі атомдарын теңестіріп алу үшін, қышқылды деңгейде оттегі кем жаққа керекті мөлшерде оттегінің өзінде сақтаған су молекуласы қосылады. Яғни оң жаққа 2 су молекуласын қосамыз.



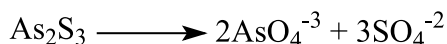
Енді сутегі атомдарын теңестіреміз. Теңдеудің сол жағында сутегі атомдары жоқ. Ал оң жағында 4 сутегі атомы бар. Теңдеудегі сутегі атомдарын теңестіріп алу үшін, қышқылды ортада сутегі керекті мөлшерде сутегінің өзінде сақтаған сутегі ионы қосылады. Яғни сол жаққа 4 сутегі ионын қосамыз.



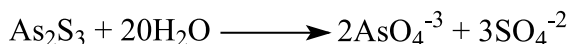
Сол жақтағы түйіршіктердің зарядтарын арифметикалық қосындысы +3-ке, ал оң жақтағылардікі 0-ге тең. Сол жаққа 3 электрон қоссақ, екі жақтағы зарядтар тең болады.



Енді тотықсыздану қасиетіне ие болған As_2S_3 -ның өзгеруін қарастырамыз.



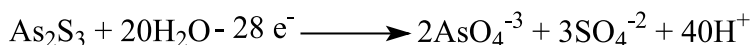
Бұл жерде оң жақтағы оттегі атомдарының саны 20, сол жақта оттегі атомы жоқ. Сондықтан 20 оттегі атомын өзінде сақтаған 20 су молекуласын сол жаққа қосамыз.



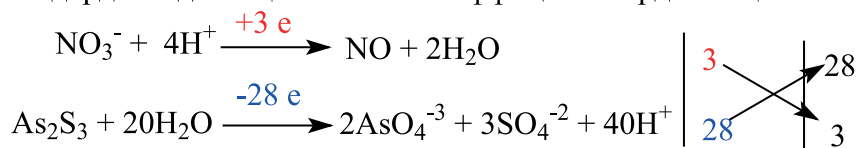
Реакцияның сол жағында 40 сутегі атомы бар, оң жақта сутегі атомы жоқ. Сутегі атомдарын да теңестіру үшін оң жаққа 40 сутегі ионын қосамыз.



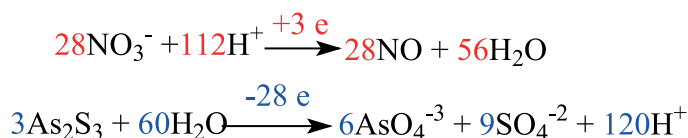
Сол жақтағы түйіршіктердің зарядтарының арифметикалық қосындысы 0-ге тең. Ал оң жақтағы түйіршіктер зарядтарының қосындысы +28-ге тең. Екі жақтағы зарядтарды теңестіру үшін сол жақтан 28 электронды алып тастасақ, екі жақта зарядтар тең болады.



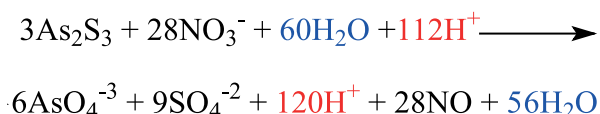
Енді тотықтырушы және тотықсыздандырушылардың ионды теңдеулерін біріктіріп, оларды алған немесе берген электрондары санын теңестіру жолымен бұл иондарды алдына қойылатын коэффициенттерді анықтап аламыз:



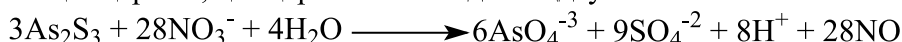
Анықталған коэффициенттерді тиісті теңдеулерге қойып шығамыз:



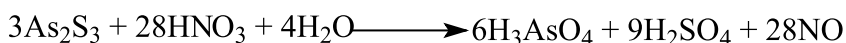
Енді тотықтырушы және тотықсыздандырушы ионды теңдеулерді біріктіріп жазып аламыз.



Реакцияның сол және оң жақтарындағы су молекулалары және сутегі иондарын қысқартып, қысқартылған ионды теңдеу жасаймыз.

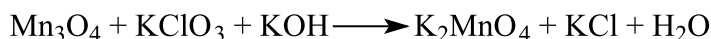


Ион және молекулалардың алдындағы коэффициенттерін, молекулалардың алдына қоямыз және молекуляр теңдеу түземіз:



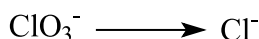
Нәтижеде тотықтану-тотықсыздану реакциясы теңдеуін көруіміз мүмкін.

Сілтілік ортада тотықтану-тотықсыздану реакциясын жарты реакция тәсілінде теңестіруді төмендегі мысалда қарастырамыз:



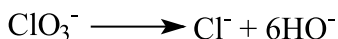
Бұл теңдеуде тотықтырушы калий хлорат (KClO_3), ал тотықсыздандырушы марганец қос тотық (Mn_3O_4) есептеледі.

Жарты реакция тәсілінде алдын тотықтаушы ионын (ClO_3^-) қарастырамыз.

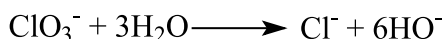


Бұл реакцияда да оттегі және сутегі атомдарын теңестіру үшін ерітіндіде бар болған су молекулалары және гидрототық (OH^-) иондарынан пайдаланамыз. Теңдеудің сол жағында 3 оттегі атомы бар. Ал оң жағында оттегі атомы жоқ. Теңдеудегі оттегі атомдарын теңестіріп алу үшін, сілті-

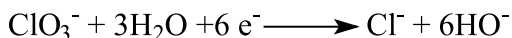
лік ортада оттегі кем жаққа гидрототық ионы қосылады. Гидрототық ионы қосылғанда кем жаққа 2 есе көбірек оттегі сақтаған гидрототық ионы қосылады. Яғни оң жаққа 6 гидрототық ионын қосамыз.



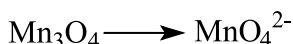
Сілтілік жағдайда сутегі атомдарын теңестіріп алу үшін, сутегі жоқ немесе кемдеу болған жаққа неше сутегі атомы қосу керек болса, сонша сутегінің өзінде сақтаған су молекулалары қосылады.



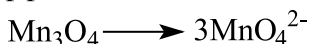
Сол жақтағы түйіршіктердің арифметикалық қосындысы -1-ге, ал оң жақтағылардікі -7-ге тең. Сол жаққа 6 электрон қоссақ, екі жақтағы зарядтар тең болады.



Енді тотықсыздандыру қасиетіне ие болған Mn_3O_4 -ның өзгеруін қарастырамыз.



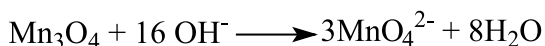
Алдын марганец элементінің атомдары санын теңестіру үшін оң жақтағы MnO_4^{2-} ионы алдына 3 коэффициентін қоямыз:



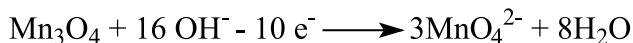
Енді оң жақта 12 оттегі атомы бар, ал сол жақта 4 оттегі атомы бар. Сол жақта оттегі атомы 8-ге кем болғандықтан, сол жаққа керегінен екі есе көбірек, яғни 16 оттегі атомы бар болған 16 OH^- ионын қосамыз:



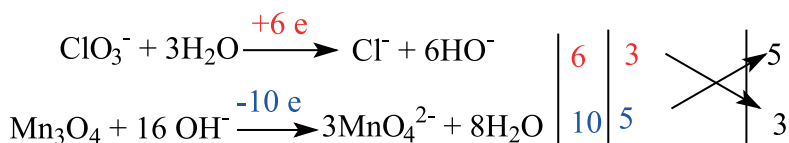
Енді теңдеуде сутегі атомдар санын теңестіру үшін оң жаққа 8 су молекуласын қосамыз:



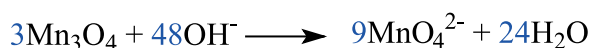
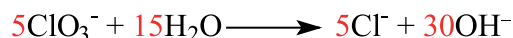
Сол жақтағы түйіршіктердің зарядтарының арифметикалық қосындысы -16-ға тең. Ал оң жақтағы түйіршіктердің зарядтарының қосындысы -6-ға тең. Екі жақтағы зарядтарды теңестіру үшін сол жақтан 10 электронды алып тастасақ, екі жақта зарядтар тең болады.



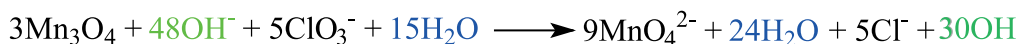
Енді тотықтырушы және тотықсыздандырушы иондардың теңдеулерін біріктіріп, оларды алған немесе берген электродтары санын теңестіру жолымен бұл иондардың алдына қойылатын коэффициенттерді анықтап аламыз:



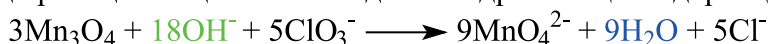
Анықталған коэффициенттерді тиісті теңдеулерге қойып шығамыз:



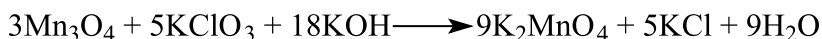
Енді тотықтырушы және тотықсыздандырушы ионды теңдеулерді біріктіріп жазып аламыз.



Реакцияның сол және оң жақтарындағы су және гидрототық иондарын қысқартып аламыз: Яғни сол жақта 15 су молекулалары, оң жақта 24 су молекуласы бар екен. Оларды қысқартсақ, реакцияны оң жаққа 9 су молекуласы артып қалады. Тап осындай гидрототық иондарының да қысқарту нәтижесінде реакцияның сол жағында 18 гидрототық иондары қалады.



Бұл теңдеу тотығу-тотықсыздану реакциясының қысқа ионды теңдеуі болды. Енді бастапқы реакциядан пайдаланып, реакция теңдеуін жазамыз. Ал ион және молекулалардың алдындағы коэффициенттерін молекуланың алдына қоямыз.



Нәтижеде тотығу-тотықсыздану реакциясы теңескенін көруіміз мүмкін.

Сұрақ және тапсырмалар:

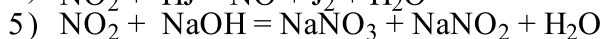
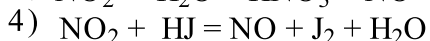
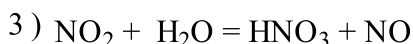
1. Азот атомының тотығу дәрежесі тек +5-ке тотыққандарын таңда.

- 1) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{NO}$
- 3) $\text{NO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NO}_2 + \text{H}_2 = \text{NO} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$
- 6) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$

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

2. Азот атомының тотығу дәрежесі тек +2-ге тотықсызданғанын таңда.

- 1) $\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$
- 2) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$



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

3. Төмендегі реакцияда сол жақ коэффициенттері қосындысы нешеге тең?

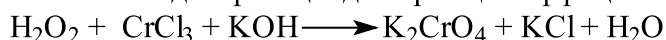


A) 22 B) 9 C) 21 D) 13.

4. Төмендегі реакцияның оң жағындағы заттар коэффициенттер қосындысы нешеге тең? $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

A) 23 B) 35 C) 49 D) 58

5. Төмендегі реакцияда барлық коэффициенттер қосындысы нешеге тең?



A) 13 B) 15 C) 18 D) 31 E) 16

6. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \longrightarrow$ Осы реакцияның сол жағындағы коэффициенттерінің қосындысын есепте.

A) 5; B) 10; C) 7; D) 6.

29-§ Тотығу және тотықсыздану реакцияларының ерітінді деңгейіне байланыстылығы

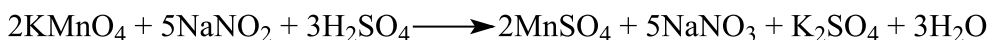
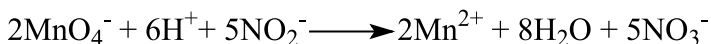
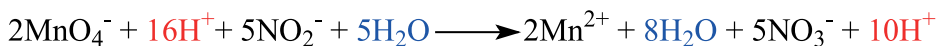
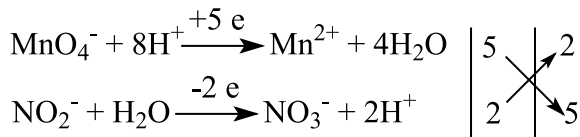
Қызғыш-күлрең түсті калий перманганаттың сулы ерітіндісінің тотықтырушылық қасиетіне ерітіндіні деңгейінің әсерін зерттеу үшін үш пробирка алып, олардың бәріне бірдей мөлшерде тотықтыру қасиетіне ие болған калий перманганат ерітіндісі және тотықсыздандыру қасиетіне ие болған натрий нитрит ерітіндісін саламыз. Бірінші пробиркаға 1-2 тамшы сульфат қышқыл ерітіндісінен, екіншісіне 1-2 тамшы дистилденген су және үшінші пробиркаға 1-2 тамшы калий гидрототық ерітіндісінен қосамыз. Бірінші пробиркада ерітінді реңсіз күйге енеді. Екінші пробиркада қою қоңыр тұнба жасалады. Үшінші пробиркада жасыл реңді ерітінді пайда болады. Демек, бұдан көруге болады, ерітінді деңгейіне қарай тотығу-тотықсыздану реакцияларында әр түрлі заттар жасалуы мүмкін екен және бұл заттар ерітіндіге түрлі рең береді.

Енді әрбір пробиркада қандай үдеріс болғанын қарастырайық. Алдын үш пробиркада да калий перманганат ерітіндісі бар еді. Перманганат ионы (MnO_4^-) ерітіндіге қызғыш-күлгін түс береді. Сондықтан үш пробирка да қызғыш-күлгін реңде еді. Әрбір пробиркада қандай үдеріс болғанын білу үшін реакция тендеулерін жазып аламыз.

Бірінші пробиркада:

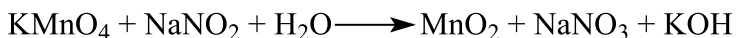


Реакцияны жарты реакция тәсілі бойынша теңестіреміз.

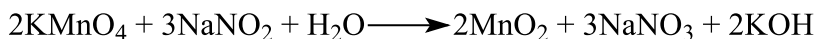
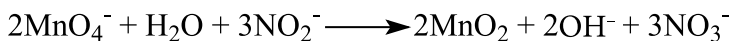
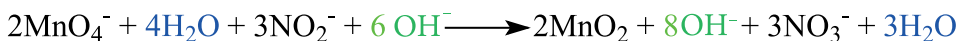
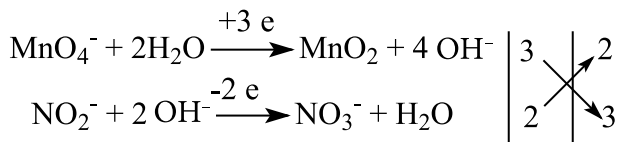
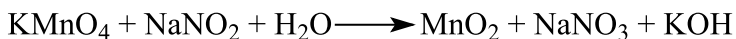


Реакциядан белгілі болды, пробиркадағы ерітіндіге қызғыш-күлгін рең беріп тұрған перманганат ионы (MnO_4^-) реакция аяқталған соң Mn^{2+} ионына айналды. Mn^{2+} ионы түссіз болғаны үшін, реакция амалға асқанда бірінші пробиркада түссіз ерітінді пайда болады. Бұл үдеріс перманганат (MnO_4^-) ионын Mn^{2+} ионына өтуіне байланысты болып, бұған ерітінді ортасы әсер етеді. Демек, қышқылды ортада перманганат ионы (MnO_4^-) Mn^{2+} ионына айналады.

Екінші пробиркада:



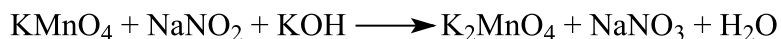
Калий перманганат және натрий нитрит ерітінділері арасындағы реакция бейтарап ортада жүргізілгенде перманганат ионы (MnO_4^-) 3 электрон қабылдап алып, марганец (IV) тотық (MnO_2) күйіне дейін тотықсызданады. Ал тотықсызданушы нитрит ионы, бастапқы реакция сияқты нитрат ионына дейін тотығады.



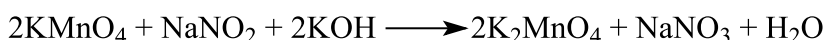
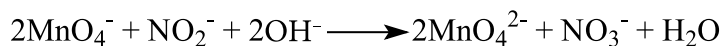
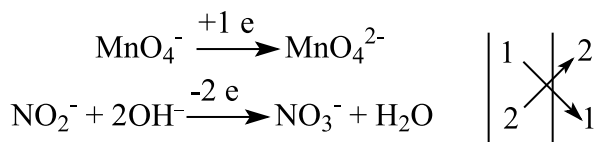
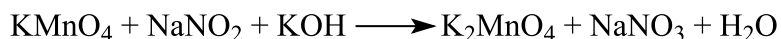
Реакциядан көруге болады, пробиркадағы ерітіндіге қызғыш-күлгін рең беріп тұрған перманганат ионы (MnO_4^-) реакция аяқталған соң марганец (IV) тотыққа (MnO_2) айналады. Марганец (IV) тотық қою қоңыр реңді тұнба

болғаны үшін екінші пробиркада қою қоңыр тұнба жасалды. Бұл үдеріске ерітінді ортасы әсер етеді. Демек, бейтарап ортада перманганат (MnO_4^-) ионы марганец (IV) тотық (MnO_2)қа айналады.

Үшінші пробиркада:

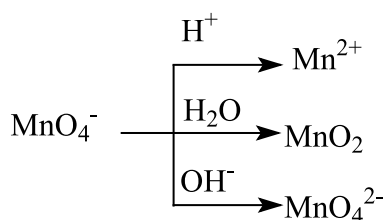


Калий перманганат және натрий нитрит ерітінділері арасындағы реакция сілтілік ортада жүргізілгенде перманганат ионы (MnO_4^-) 1 электрон қабылдап алып, манганат ионына дейін (MnO_4^{2-}) тотықсызданады. Ал тотықсыздандыратын нитрид ионы, алдыңғы реакция сияқты нитрат ионына дейін тотығады.



Реакциядан көруге болады, пробиркадағы ерітіндіге қызғыш-күлгін рең беріп тұрған перманганат (MnO_4^-) ионы реакция аяқталған соң манганат (MnO_3^{2-}) ионына айналды. Манганат (MnO_4^{2-}) ионы ерітіндіге жасыл рең бергені үшін үшінші пробиркадағы ерітінді жасыл реңге кірді. Бұл үдеріс перманганат (MnO_4^-) ионын манганат (MnO_4^{2-}) ионына өтуіне байланысты болып, бұған ерітінді ортасы әсер етеді. Демек, сілтілік ортада перманганат (MnO_4^-) ионы манганат (MnO_4^{2-}) ионына айналады.

Перманганат (MnO_4^-) ионын тотықтыру қасиеті ерітіндінің деңгейіне байланысты болып, қышқылдық ортада тотықтыру қасиеті күштірек көрінеді және 5 электрон алып, +2 ионға дейін тотықсызданады. Нейтрал ортада орташа тотығу қасиеті көрінеді және 3 электрон алып, MnO_2 -ға дейін тотықсызданады. Ал сілтілік ортада тотықтыру қасиеті күшсіздеу көрінеді және 1 электрон алып, MnO_4^{2-} ионына дейін тотықсызданады.



Сұрақ және тапсырмалар:

1. Калий перманганаттың сульфат қышқыл қатысуындағы натрий пертотықпен реакциясында 5,6 л (қ.ж.) газ бөлінді. Реакцияда қатысқан калий перманганат массасын (г) есепте. А) 24,2; В) 15,8; С) 62,4; D) 50,6.

2. Хром (III) сульфат калий гидрототық қатысуында сутегі пертотықпен әсереткенде 19,4 г калий хромат жасалды. Реакцияда қатысқан тотықтырушының массасын (г) есепте. А) 5,1 В) 13,6 С) 10,2 D) 6,8

3. 5 %-ды 204 г сутегі пертотық ерітіндісінің сілтілік жағдайда алтын(III) хлоридпен реакциясында жасалған алтынның массасын (г) есепте. А) 35,6 В) 32 С) 39,4 D) 21.

4. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакциясында 1 моль тотықтырушымен неше моль тотықсыздандырушы реакцияға кіріседі?

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$$

А) 2; В) 6; С) 3; D) 12.

5. 200 г 36,5 %-ды хлорид қышқыл ерітіндісі калий перманганатпен тотығады. Реакцияда қатысқан тотықтырушы және жасалған газдың мөлшерін (моль) есепте. А) 0,2; 0,5. В) 2, 5; С) 0, 25; 0, 625 D) 39, 5; 44, 38.

6. $\text{P}_4\text{S}_7 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ осы тотығу- тотықсыздану реакциясында барлық заттар коэффициенттері қосындысын анықта.

А) 153; В) 91; С) 63; D) 154.

30-§. Тотығу-тотықсыздану реакцияларында заттардың эквиваленттік салмақтарын анықтау

Тотықтырушының эквиваленттік салмағын анықтау үшін тотықтырушының моляр массасын, сол тотықтырушының бір молін қабылдап алған электрондары санына бөлінеді.

Ал тотықсызданушының эквиваленттік салмағын анықтау үшін тотықсызданушының моляр массасын, оның бір молін берген электрондарының санына бөлінеді.

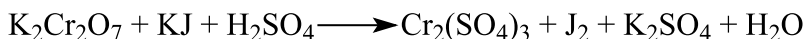
$$E = \frac{M}{n e^-}$$

E – тотықтырушы немесе тотықсызданушының эквиваленті;

M – тотықтырушы немесе тотықсызданушының моляр массасы;

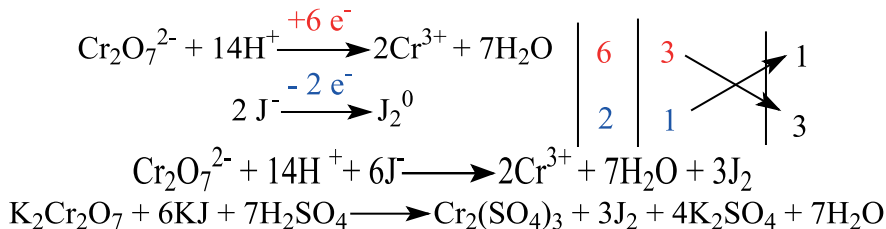
$n e^-$ – тотықтырушы немесе тотықсызданушының алған не берген электрондарының саны.

Мысалы:



Осы реакциядағы тотығушы және тотықсызданушы заттардың эквивалент-тік салмақтарын анықтауды қарастырамыз.

Алдын бұл реакцияны теңестіріп аламыз.



Жоғарыдағы реакцияда $K_2Cr_2O_7$ тотықтырушы болып, ал KJ тотықсыздандырушы болып табылады.

Бір моль тотықтырушы ($K_2Cr_2O_7$) 6 электрон қабылдап алды. Оның эквиваленттік салмағын анықтау үшін моляр массасын (294) 6-ға бөлеміз.

$$E(K_2Cr_2O_7) = \frac{M(K_2Cr_2O_7)}{n e^-} = \frac{294}{6} = 49$$

2 моль тотықсыздандырушы (KJ) 2 электрон берген. Эквиваленттік салмағын анықтау үшін 1 моль тотықсыздандырушы берген электрондарын есептеп алуымыз керек болады:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ моль тотықсыздандырушы} \text{ ————— } 2 \text{ электрон} \\ 1 \text{ моль тотықсыздандырушы} \text{ ————— } x \end{array} \quad x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ электрон}$$

Тотықсыздандырушының эквиваленттік салмағын анықтау үшін моляр массасын (166) бірге бөлеміз.

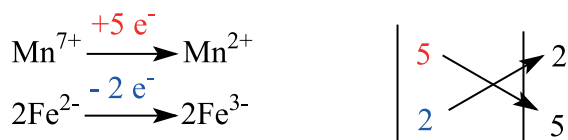
$$E(KJ) = \frac{M(KJ)}{n e^-} = \frac{166}{1} = 166$$

Жауабы: Тотықтырушының эквивалентті салмағы 49, тотықсыздандырушының эквиваленттік салмағы 166 екен.

Тағы бір мысалды қарастырамыз:



Осы реакциядағы тотықтырушы және тотықсыздандырушы заттардың эквиваленттік салмағын реакцияны теңестірместен де анықтау мүмкін. Бұл үшін тотықтырғыш қабылдаған және тотықсыздандырушы алған электрондарын анықтап аламыз.

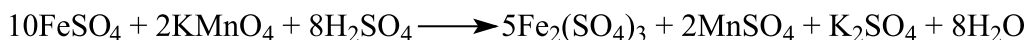


Тотықтырушы құрамындағы 1 моль Mn^{7+} ионы 5 электрон қабылдап алып, Mn^{2+} күйіне өтті. Демек, бір моль тотықтырғыш ($KMnO_4$) 5 электрон қабылдап алды. Оның эквиваленттік салмағын анықтау үшін моляр массасын (158) 5-ке бөлеміз.

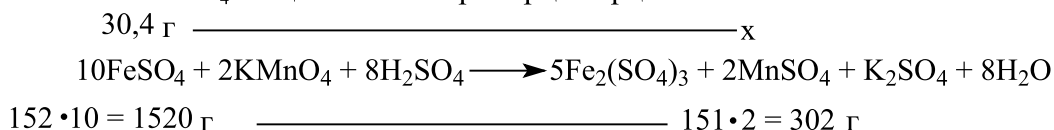
$$E(KMnO_4) = \frac{M(KMnO_4)}{n e^-} = \frac{158}{5} = 31,6$$

Тотықсыздандырушы құрамындағы 2 моль Fe^{2+} ионы 2 электрон беріп, Fe^{3+} күйіне өтті. Демек, 2 моль тотықсыздандырушы ($FeSO_4$) 2 электрон берген. Эквиваленттік салмағын анықтау үшін 1 моль тотықсыздандырушының берген электрондарын есептеп алуымыз керек болады:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ моль тотықсыздандырушы} \text{ ————— } 2 \text{ электрон} \\ 1 \text{ моль тотықсыздандырушы} \text{ ————— } x \end{array} \quad x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ электрон}$$



Реакцияны теңестіріп алдық, енді реакция негізінде 30,4 г FeSO_4 -ден жасалған MnSO_4 -ның массасын пропорция арқылы табамыз:

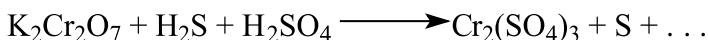
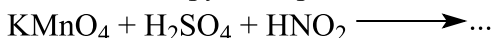


$$x = \frac{30,4 \cdot 302}{1520} = 6,04 \text{ г } \text{MnSO}_4$$

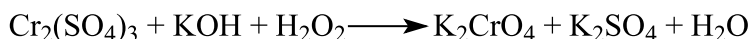
Демек бұл есепті орындау үшін эквиваленттік массадан пайдалану дұрыс және оңай тәсіл екендігін біліп алдық.

Сұрақ және тапсырмалар:

1. Төмендегі реакция теңеулерін теңестір және ондағы тотықтырушы және тотықсыздандырушылардың эквиваленттік массаларын анықта.



2. Төмендегі реакция теңеулеріндегі тотықтырушы және тотықсыздандырушылардың эквиваленттік массаларын анықта.



3. Калий бихромат сульфат қышқыл қатысуында метанолмен реакцияға кіріскенде 27,6 г құмырсқа қышқылы жасалды. Реакцияда қатысқан тотықтырушының массасын (г) есепте.

4. Құрамында 27,65 г калий перманганат болған ерітінді арқылы сульфат қышқыл қатысуында 27,2 г сутегі сульфид өткізілгенде жасалған күкірт массасын (г) тап.

5. Калий йодид сульфат қышқыл қатысуында натрий пертотықпен реакцияға кіріскенде 7,62 г кристалл зат бөлінеді. Реакцияда қатысқан тотықтырушының массасын (г) есепте.

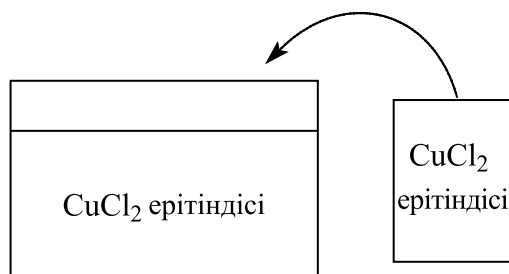
6. Калий перманганат сульфат қышқыл қатысуында натрий оксалатпен реакцияға кіріскенде 22 г карбонат ангидрид жасалды. Реакцияда қатысқан тотықтырушының массасын (г) есепте.

8-БӨЛІМ. ЭЛЕКТРОЛИЗ

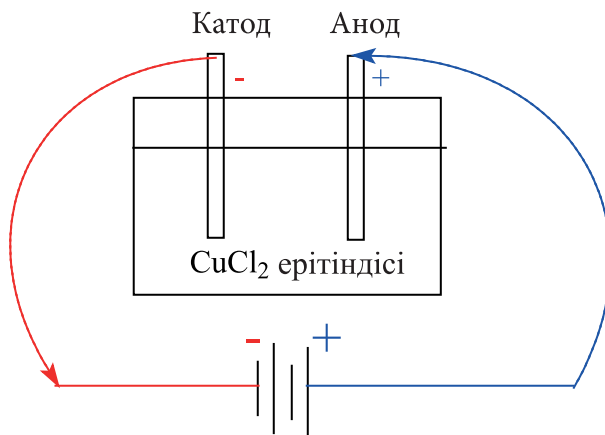
31-§. Электролиз туралы түсінік. Ерітінді және балқыма электролизі

Электролиз үдерісі қандай үдеріс екендігін біліп алу үшін төмендегі тәжірибені қарастырамыз.

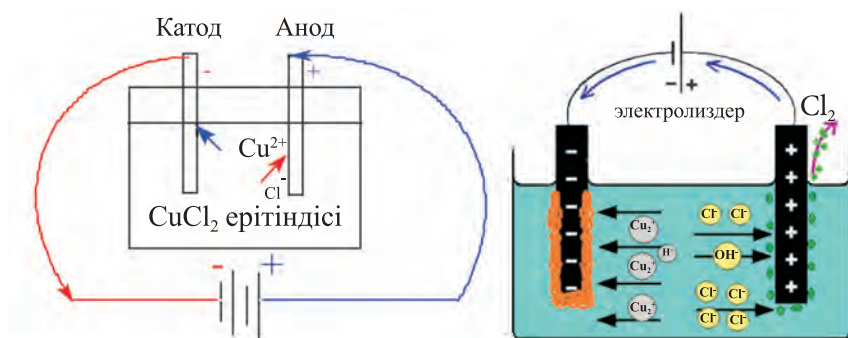
Электролиз үдерісін өткізу үшін шамаланған арнаулы ыдыс (*электролизор* немесе *электролиздік ванна*) аламыз. Оның ішіне мыс (II) хлорид ерітіндісінен саламыз.



Сол ыдысқа электродтарды түсіреміз. Бірінші электродқа электр тогының теріс полюсі, екіншісіне оң полюсі қосылады. Теріс полюс қосылған электрод катод және оң полюс қосылған электрод анод деп аталады.



Катод және анодты тұрақты ток көзіне қоссақ, реакция жүреді. Яғни мыс (II) хлорид құрамындағы оң зарядталған Cu^{2+} катиондары теріс зарядталған катод жаққа жылжиды. Ал теріс зарядталған Cl^- аниондары оң зарядталған анод жаққа жылжиды.



Ерітіндідегі оң иондар (Cu^{2+}) катодқа барып электрондар қабылдайды да бейтарап атомдарға (Cu) айналады, теріс иондар (Cl^-) анодқа барып зарядсызданып (Cl_2) электрондарын береді. Нәтижеде катодта тотықсыздану, анодта тотығу үдерісі жүзеге келді. Яғни **электролиз үдерісі** жасалды.

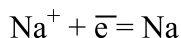
Ерітіндіде немесе балқымада электр тогы әсерімен жүретін тотығу-тотықсыздану үдерісі электролиз деп аталады.

Электролиз сөзі электр тогы әсерімен ыдырау мағынасын білдіреді. Электролиз үдерісінде электр энергиясы есебіне химиялық реакция амалға асады.

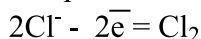
Электролиз үдерісі тек ерітіндіде ғана емес, сондай-ақ балқымада да амалға асуы мүмкін. Яғни қатты заттарды жоғары температура әсерімен сұйық агрегаттық күйге өткізіп электролиз үдерісін амалға асыру мүмкін. Бұндай электролиз балқыма **электролизі** деп аталады.

Балқыма электролизінде әдетте тотық, сілті және тұздардың балқымалары арқылы электр тогы өткізіледі.

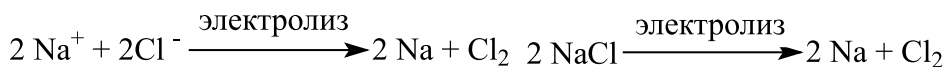
Мысалы, **натрий хлоридтың балқымасына** (NaCl 801°C -та балқиды) инерт (көмір) электродтар батырылса және тұрақты электр тогы өткізілсе, онда иондар электродтарға: Na^+ катиондары — катодқа, Cl^- аниондары — анод жаққа жылжиды. Na^+ иондары катодқа жеткеннен кейін одан электрондар алады да тотықсызданады:



ал хлорид иондары Cl^- электрондарды анодқа беріп тотығады:



Нәтижеде катодта натрий металы, ал анодта хлор бөлініп шығады.



Көбінесе электролиттер балқыған күйде электролиз жасалынады. NaCl -сәйкес келді электролиттер балқытылғанда ионды кристалл торлары бұзылады. Жасалған балқыма тәртіпсіз жылжушы иондардан құралған болады.

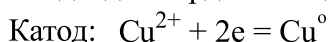
Ерітінді электролизін өткізу үшін алдын ерітінді даярлап алынады, одан соң электролиз үдерісі амалға асырылады.

Ерітінді электролизінде сілті, қышқыл және тұздардың судағы ерітіндісі арқылы электр тогы өткізіледі.

Химияда сулы ерітінділерді яғни еріткіш ретінде су алынған ерітінділердің электролизі үлкен маңызға ие.

Судағы ерітінділер электролизі. Біз судағы ерітінділер электролизінде электродтарда болатын үдерістер туралы сөз қозғаймыз. Сулы ерітінділер электролизінде электролиттің иондарынан тыс реакцияларда сутегі иондары немесе гидрототықтар да қатысуы мүмкін. Бұл иондар судың диссоциациялануы нәтижесінде жасалады. Жасалатын иондар тиісті электродтарға қарай жылжиды. Катодқа электролиттің катиондары мен сутегі (H^+), анодқа электролиттің аниондары мен гидрототық иондары (OH^-) жақындап келеді.

Жоғарыда мыс (II)-хлоридтің судағы ерітіндісі электролизі судағы ерітінді электролизіне мысал болады. Ерітіндідегі Cu^{2+} және Cl^- иондары тиісті электродтарға қарай жылжиды да оларда төмендегі үдерістер жасалады:



Ерітінді электролизінде катодта әрқашан да металл атомы бөлінбейді. Металл атомының орнына H_2 газ күйінде бөлінуі де мүмкін. Катодта металл немесе сутегі бөлінуін анықтау үшін орыс ғалымы Н.Н. Бекетов ұсынған **металдардың активтік қатарынан пайдаланамыз.**

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H_2 , Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Осы қатарда сутегіні де көруіміз мүмкін. Бұл қатарда металдардың активтілігі сутегіге қатысты алынған. Сутегіден оң жақта жайғасқан металдар пассив металдар болып есептеледі. Сутегіден сол жақта жайғасқан металдар сутегіден актив болып есептеліп, реакцияда сутегінің орнын басуы мүмкін. Сутегіден сол жақта тұрған металдар да сондай-ақ 2 топқа бөлінеді: актив және орташа актив металдар.

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg,	Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb,	H_2 , Cu, Hg, Ag, Pt, Au
Актив металдар	Орташа металдар	Пассив металдар

Сөйтіп, бұл қатардағы металдарды активтілігіне қарай 3 топқа бөлу мүмкін:

1. Актив металдар (Li-ден Al-ға дейін);
2. Орташа актив металдар (Al-дан H_2 -ге дейін);
3. Пассив металдар (H_2 -дан онда жайғасқан металдар).

Металдардың активтік қатарындағы металдарды 3 топқа бөлу электролиз үдерісінде маңызды мәнге ие. Қайсы металл тұзының немесе негізінің ерітіндісі электролиз үдерісінде қатысуына қарай электролиз үдерісінде катодта қандай зат жасалуын анықтау мүмкін.

1. Актив металл тұздары ерітінділері электролиз жасалынса, катодта сутегі бөлінеді.

2. Орташа актив металдар электролиз үдерісінде қатынасса, катодта металл және сутегі бөлінеді.

3. Пассив металдар электролиз үдерісінде қатысса, катодта металл бөлінеді.

Электролиз реакцияларында анодта қандай зат жасалуын да алдын ала анықтау мүмкін. Бұл үшін реакцияда қатысатын анионға қаралады. Анион ретінде көбінесе қышқыл қалдығы алынады. Қышқылдар тақырыбынан бізге белгілі, қышқылдардың құрамында оттегі атомы бар немесе жоқтығына қарай 2 топқа бөлуге болады.

1. Оттекті қышқылдар: H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_3 , HClO_4 және с.с.

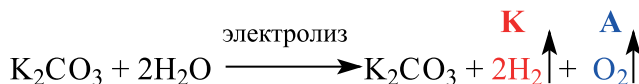
2. Оттексіз қышқылдар: HCl , HBr , HI , H_2S , HF және с. с.

Құрамында оттекті қышқыл қалдығы немесе фторид (F^-) анионын сақтаған тұз ерітіндісі электролиз жасалғанда, анодта су молекулалары тотығып оттегі заты бөлініп шығады.

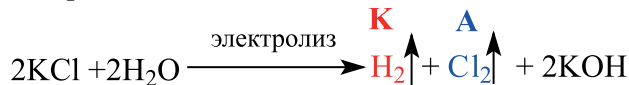
Егер электролиз реакциясында оттегісіз қышқыл қалдығын (фторид анионынан (F^-) тыс) сақтаған зат қатысатын болса, бұл электролиз реакциясында анодта қышқыл қалдығы құрамындағы бейметалл молекуласы бөлінеді. Мысалы, хлорид ионынан (Cl^-) хлог молекуласы (Cl_2); бромид ионынан (Br^-) бром молекуласы (Br_2); йодид ионынан (I^-) йод молекуласы (I_2); сульфид ионынан (S^{2-}) күкірт молекуласы (S);

Жоғарыдағы мәліметтерді білген күйде ерітінді электролизі реакцияларын 6 топқа бөлуіміз мүмкін.

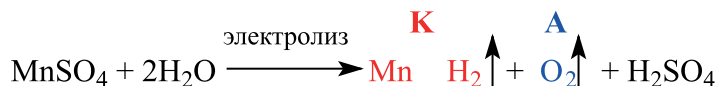
1. Актив металл және оттекті қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда, **катодта сутегі, анодта оттегі бөлініп шығады**. Яғни тек су электролизге ұшырайды. Нәтижеде тұздың концентрациясы артады (судың мөлшері кему есебінен):



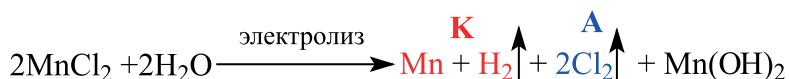
2. Актив металл және оттексіз қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда, **катодта сутегі, анодта бейметалл бөлініп шығады** да ерітіндіде сілті жасалады:



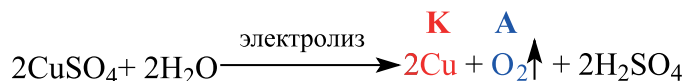
3. Орта актив металл және оттекті қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда, **катодта металл және сутегі, ал анодта оттегі бөлініп шығады** да қышқыл жасалады:



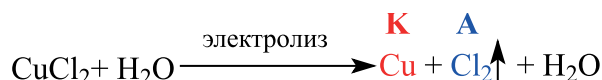
4. Орта актив металл және оттексіз қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда, **катодта металл және сутегі, ал анодта бейметалл бөлініп шығады** да негіз жасалады:



5. Пассив металл және оттекті қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда, катодта металл, ал анодта оттегі бөлініп шығады да қышқыл жасалады:



6. Пассив металл және оттексіз қышқыл қалдығынан құралған тұздар ерітіндісі электролиз жасалғанда тек тұз электролизге ұшырайды, ал су өзгеріссіз қалады. **Катодта металл, анодта бейметалл бөлініп шығады.**



		Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be	Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb	Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au
Ерітінді	Оттегілі	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me} +$ $\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Me} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
	Оттексіз	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeOH} + \text{Me} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Me} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Балқыма	Оттекті	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} + \text{O}_2 + \text{SO}_3$	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} +$ $\text{O}_2 + \text{SO}_3$	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} + \text{O}_2 + \text{SO}_3$
	Оттексіз	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$

Электролиз химия өнеркәсібінде және түсті металлургияда маңызды мәнге ие. Алюминий, мырыш, магний және басқа бірталай металдар электролиз тәсілімен алынады. Бұдан тыс электролиз тәсілімен сутегі, хлор, оттегі және басқа бейметалдарды да алу мүмкін.

Бір металды басқа металл қабатымен қаптағанда да электролиз тәсілінен пайдаланылады. Мысалы, бұйымдарды никельдеуде анод никельден даярланады, ал никельденуші бұйым катод болады. Екі электрод та никель тұзы ерітіндісіне түсіріледі. Электролиз нәтижесінде катод никель металымен қапталады. Никель, хром, алтын қаптама бұйымдарға тек әдемі көрініс беріп қана қоймай, сондай-ақ оларды химиялық жейілуден (коррозиядан) де сақтайды; бұдан тыс, бұл тәсілмен кез келген пішіндегі бұйымды қаптау мүмкін.

Сұрақ және тапсырмалар:

1. KCl ерітіндісі және балқымасының электролизі реакциясының теңдеуін жаз және теңестір.
2. Төмендегі заттардың ерітінділерінің электролиз реакция теңдеулерін және теңестір. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_3PO_4 , NiF_2 , KOH, HCl, HClO_3 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.
3. Төмендегі заттардың балқымаларының электролиз реакция теңдеулерін жаз және теңестір. Li_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, AlBr_3 , HI, BaO, CuSO_4 .
4. BaI_2 ерітіндісі электролизінен жасалған ерітінді CuSO_4 ерітіндісі электролизінен жасалған ерітіндімен араластырылды. Сол үдерістердің барлық реакция теңдеулерін жаз.

32-§. Электролиз заңдары

Электролиз заңдарын ағылшын ғалымы М.Фарадей тапқан.

* Фарадейдің 1-заңы: Электролиз барысында электродтарда бөлініп шығатын заттың массасы электролит ерітіндісі арқылы өткен электр тогының мөлшеріне тура пропорционал болады:

* Фарадейдің 2-заңы: Егер әр түрлі электролиттер ерітінділері арқылы бірдей мөлшерде электр тогы өткізілсе, электродтарда бөлініп шығатын заттардың массасы, сол заттың эквивалент салмақтарына тура пропорционал болады.

Фарадейдің заңдарына (заңына) сәйкес, бірнеше электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы 1 F электр тогы жүргізілсе, электродтарда тотыққан немесе тотықсызданған заттардың мөлшерлері олардың эквиваленттік мөлшерлеріне тең болады. Мысалы, бір ыдысқа AgNO_3 , екінші ыдысқа CuSO_4 , үшінші ыдысқа FeCl_3 ерітіндісі салынып, әрбір ыдысқа 1 F (фарад) немесе 96500 кулон электр тогы әсер еттірілсе, әрбір ыдыста катод және анодта 1 г/экв зат жасалады. Ал 1 г/экв зат неше грамм болуын анықтау үшін, олардың эквиваленттік мөлшерлерін ($n_{\text{экв}}$) тиісті заттың эквиваленттік салмақтарына (E) көбейтуіміз керек болады. Яғни бірінші ыдыста 108 г ($1 \cdot 108 = 108$ г) күміс және 8 ($1 \cdot 8 = 8$ г) г оттегі, екінші ыдыста 32 ($1 \cdot 32 = 32$ г) г мыс және 8 г ($1 \cdot 8 = 8$ г) г оттегі, үшінші ыдыста 18,66 г ($1 \cdot 18,66 = 18,66$ г) темір және 35,5 ($1 \cdot 35,5 = 35,5$ г) г хлор бөлініп шығады. 96500 кулон Фарадей саны деп аталады және F әрпімен белгіленеді.

Фарадейдің бірінші және екінші заңдары үшін төмендегі формула келіп шығады:

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500}$$

m – бөлініп шыққан заттың массасы (г)
 E – заттың эквиваленттік салмағы
 t – электролиз жалғасқан уақыт (секунд)
 I – ток күші (Ампер)

Жоғарыдағы формуланы төмендегіше өрнектеу де мүмкін:

$$\frac{m}{96500} = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500} \Rightarrow \frac{m}{E} = \frac{I \cdot t}{96500}$$

Заттың массасын (m) оның эквивалентіне (E) қатысы сол заттың эквиваленттік мөлшерін ($n_{\text{эkv}}$) өрнектейді.

$$n_{\text{эkv}} = \frac{m}{E}$$

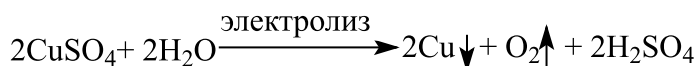
$n_{\text{эkv}}$ – еріген заттың эквиваленттік мөлшері (г/эkv)
 m – еріген заттың массасы (г)
 E – еріген заттың эквиваленттік массасы(эkv)

Осы формулаға негізделіп, массаның эквивалентке қатынасын эквивалент-тік мөлшермен алмастырсақ, төмендегі формула жасалады:

$$n_{\text{эkv}} = \frac{I \cdot t}{96500}$$

1-есеп: 500 г 32 %-ды CuSO_4 ерітіндісінен мысты толық бөліп алу үшін 5 А ток күшін неше секунд барысында өткізу керек?

Есептің шешуі: CuSO_4 ерітіндісі электролиз жасалғанда катодта мыс, анодта оттегі бөлінеді:



Бастапқыда 500 г ерітіндідегі CuSO_4 -ның массасын тауып аламыз:

$$\begin{array}{l} 500\text{г} \text{ ————— } 100\% \text{ ерітінді} \\ x \text{ ————— } 32\% \text{ CuSO}_4 \end{array} \quad x = \frac{500 \cdot 32}{100} = 160 \text{ г CuSO}_4$$

Демек 160 г CuSO_4 толық электролиз реакциясына кіріскен екен. Енді сол массадан пайдаланып, 5 А ток күшін қанша уақыт барысында (секунд) ерітіндіден өткізілгенін анықтаймыз:

$$E(\text{CuSO}_4) = \frac{M_{\text{тұз}}}{n \cdot V} = \frac{160}{1 \cdot 2} = 80$$

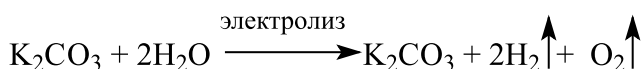
$$t = \frac{m \cdot F}{E \cdot I} = \frac{160 \cdot 96500}{80 \cdot 5} = 38600 \text{ секунд}$$

Демек 500 г 32 %-ды ерітіндіден мысты толық бөліп алу үшін 5 А ток күші 38600 секунд барысында CuSO_4 ерітіндісінен өткен екен.

Жауабы: 38600

2-есеп: 500 г 23 %-ды K_2CO_3 ерітіндісінен неше ампер ток күшін 4825 минут барысында өткізілгенде K_2CO_3 -ның массалық үлесі 50 %-ға тең болады?

Есептің шешуі: K_2CO_3 құрамындағы металл яғни калий актив металл болып оның оттекті қышқыл қалдығымен жасалған тұздарының ерітіндісі электролиз жасалғанда тек су электролизге ұшырайды, ал тұз өзгеріссіз қалады:



Бастапқыда 500 г ерітіндідегі K_2CO_3 -ның массасын тауып аламыз:

$$\begin{array}{l} 500 \text{ г} \text{ ————— } 100 \% \text{ ерітінді} \\ x \text{ ————— } 23 \% \text{ } \text{K}_2\text{CO}_3 \end{array} \quad x = \frac{500 \cdot 23}{100} = 115 \text{ г } \text{K}_2\text{CO}_3$$

Электролиз үдерісінде тек су электролизге ұшыраған, ал 115 г K_2CO_3 -ның массасы өзгеріссіз қалады. Нәтижеде ерітіндіде судың массасы кеміп, K_2CO_3 -ның концентрациясы артады. Электролизден соң ерітіндіде 50 % тұз бар екендігі белгілі болса, электролизден кейін жасалған ерітіндінің массасын тауып аламыз:

$$\begin{array}{l} x \text{ ————— } 100\% \text{ ерітінді} \\ 115 \text{ г } \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ ————— } 50\% \end{array} \quad x = \frac{115 \cdot 100}{50} = 230 \text{ г ерітінді}$$

Бастапқы ерітінді массасынан электролизден соң жасалған ерітінді массасын айырып электролизге ұшыраған су массасын тауып аламыз:

$$500 - 230 = 270 \text{ г су электролизге ұшыраған}$$

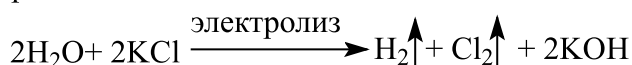
Демек, 270 г H_2O электролизденген екен. Енді сол массадан пайдаланып, 4825 минут неше ампер ток ерітіндіден өткізілгенін анықтаймыз:

$$I = \frac{m \cdot F}{E \cdot t} = \frac{270 \cdot 1608,33}{9 \cdot 4825} = 10 \text{ А}$$

Жауабы: 10

3-есеп: 250 г 8,94 %-ды KCl ерітіндісінен 3 А ток күші 9650 секунд барысында өткізілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын (%) тап.

Есептің шешуі: KCl ерітіндісі электролиз жасалғанда катодта сутегі, ал анодта хлор газдары бөлініп шығады:



Бастапқыда 250 г ерітіндідегі KCl -ның массасын тауып аламыз:

$$\frac{250 \text{ г}}{x} = \frac{100\% \text{ ерітінді}}{8,96\% \text{ KCl}} \quad x = \frac{250 \cdot 8,96}{100} = 22,35 \text{ г KCl}$$

Енді KCl-ның эквиваленттік мөлшерін тауып аламыз:

$$E(\text{KCl}) = \frac{M_{\text{KCl}}}{n \cdot V} = \frac{74,5}{1 \cdot 1} = 74,5$$

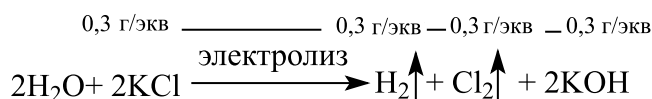
$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} = \frac{22,35}{74,5} = 0,3 \text{ г/экв}$$

Демек бастапқы ерітіндіде 0,3 г/экв KCl болған екен. Енді сол ерітіндіден өткен эквиваленттік ток мөлшерін анықтаймыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{9650 \cdot 3}{96500} = 0,3$$

Табылған мәндерден қорытынды жасауымыз мүмкін, ерітіндіде 0,3 г/экв KCl болған және ерітіндіден 0,3 эквиваленттік мөлшерде ток өткен. Демек KCl-ның ерітіндісінен өткізілген ток KCl-ны толық электролизге ұшырату үшін жеткілікті мөлшерде болған екен. Электролизден соң ерітіндіде еріген зат болып КОН есептеледі және пайыз концентрация сол зат массасына қатысты есептеледі.

Электролиз реакциясында 0,3 г/экв KCl жұмсалған болса, 0,3 г/экв сутегі, 0,3 г/экв хлор және 0,3 г/экв КОН жасалады (*Түсінік: эквивалент мөлшер, реакцияға кіріскен және жасалған заттар үшін ортақ болады*):



Енді КОН-тың массасын тауып аламыз:

$$E(\text{KOH}) = \frac{M_{\text{KOH}}}{n(\text{OH})} = \frac{56}{1} = 56$$

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} \implies m = n_{\text{экв}} \cdot E$$

$$m = 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ г КОН}$$

Енді электролизден соң жасалған ерітінді массасын анықтаймыз.

Бұл үшін ерітіндіден газ күйінде шығып кеткен сутегі және хлор массаларын тауып аламыз:

$$E(\text{H}_2) = \frac{A}{V} = \frac{1}{1} = 1$$

$$m = n_{\text{экв}} \cdot E$$

$$m = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ г H}_2$$

$$E(\text{Cl}_2) = \frac{A}{V} = \frac{35,5}{1} = 35,5$$

$$m = 0,3 \cdot 35,5 = 10,65 \text{ г Cl}_2$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ г H}_2 \\ m = 0,3 \cdot 35,5 = 10,65 \text{ г Cl}_2 \end{array} \right\} 10,95 \text{ г газдар} \uparrow$$

Енді бастапқы ерітінді массасынан газдар массасын ажыратып электролизден кейін жасалған ерітінді массасын анықтаймыз:

$$250 - 10,95 = 239,05 \text{ г ерітінді}$$

Еріген зат және ерітінді массалары мәндерінен пайдаланып ерітіндінің пайыз концентрациясын анықтаймыз:

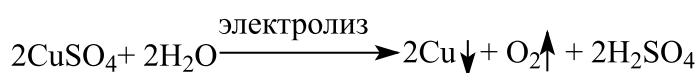
$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\% = \frac{16,8}{239,05} \cdot 100\% = 7\%$$

Демек электролизден жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясы 7 % болған екен.

Жауабы:7

4-есеп: 31,25 г $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ құрамды кристаллогидрат 300 г суда ерітілді. Жасалған ерітіндіден мысты толық айырып алу үшін 5 А ток күшті 4825 секунд барысында өткізілген болса, кристаллогидрат құрамындағы судың мөлшерін (n) тап.

Есептің шешуі: Мыс сульфат электролиз реакциясын жазып аламыз:



Бастапқыда мыс сульфатты электролиз жасау үшін жұмсалған токтың эквиваленттік мөлшерін тауып аламыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{4825 \cdot 5}{96500} = 0,25$$

Осы 0,25 эквиваленттік мөлшер ток тек мысты айырып алу үшін жұмсалған, яғни сол ток тек мыс сульфат үшін жұмсалған.

Енді табылған эквиваленттік мөлшерден пайдаланып оның массасын анықтап аламыз:

$$E(\text{CuSO}_4) = \frac{M \text{ CuSO}_4}{n \cdot V} = \frac{160}{1 \cdot 2} = 80$$

$$m = n_{\text{экв}} \cdot E$$

$$m = 0,25 \cdot 80 = 20 \text{ г CuSO}_4$$

Енді кристаллогидрат массасынан мыс (II) сульфат массасын айырып кристаллогидрат құрамындағы судың массасын тауып аламыз:

$$31,25 - 20 = 11,25 \text{ г H}_2\text{O кристаллогидрат құрамында бар болған.}$$

Енді судың эквиваленттік мөлшерін тауып аламыз:

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{E} = \frac{11,25}{9} = 1,25 \text{ г/экв}$$

Демек кристаллогидрат құрамында 0,25 г/экв CuSO_4 -ке 1,25 г/экв су тура келген болса, 1 моль CuSO_4 -ға неше моль су тура келуін анықтаймыз:

$$\begin{array}{ccc} \text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} & & \\ 0,25 & \text{---} & 1,25 \\ 1 \text{ моль} & \text{---} & x=5 \end{array}$$

Демек, кристаллогидрат құрамындағы судың мөлшері (n) 5 мольге тең болған екен.

Жауабы: 5

Сұрақ және тапсырмалар:

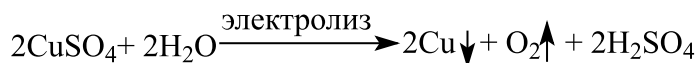
1. 607 г 10 %-ды AuCl_3 ерітіндісінен алтынды толық айырып алу үшін 4 А ток күшін неше секунд барысында өткізу керек?
2. 500 г 17 %-ды AgNO_3 ерітіндісінен күмісті толық айырып алу үшін 2 А ток күшін неше секунд барысында өткізу керек?
3. 600 г 30 %-ды Na_2CO_3 ерітіндісінен неше ампер ток күшін 96500 секунд барысында өткізілгенде Na_2CO_3 -ның массалық үлесі 35,3 %-ға тең болады?
4. 580 г 10 %-ды K_2SO_4 ерітіндісінен неше ампер ток күшін 53,61 сағат барысында өткізілгенде K_2SO_4 -ның массалық үлесі 14,5 %-ға тең болады?
5. 250 г 5,85 %-ды NaCl ерітіндісінен 5 А ток күші 4825 секунд барысында өткізілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын тап.
6. 200 г 33,2 %-ды KJ ерітіндісінен 4 А ток күші 9650 секунд барысында өткізілгенде жасалған ерітіндінің пайыз концентрациясын тап.
7. 22,3 г $\text{MnSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ құрамды кристаллогидрат 500 г суда ерітілді. Жасалған ерітіндіден марганецті толық айырып алу үшін 2 А ток күші 9650 секунд барысында өткізілген болса, кристаллогидрат құрамындағы судың мөлшерін (n) тап?
8. 70,4 г $\text{CdSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ құрамды кристаллогидрат 350 г суда ерітілді. Жасалған ерітіндіден кадмийді толық айырып алу үшін 8 А ток күші 4825 секунд барысында өткізілген болса, кристаллогидрат құрамындағы судың мөлшерін (n) тап?

33-§. Электролиз тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі

1-есеп. Бірінші электролизирда 1 моль, екінші электролизирда 2 моль мыс(II) сульфатқа ие ерітінділер арқылы 4 фарадей ток өткенде катодтарда

жасалған заттар массаларын (г) да анықта.

Есептің шешуі: 1) Алдын электролиз теңдеуі жазылады:



Есепті шешкенде Фарадейдің (II) – заңынан пайдаланылады.

2) 1 – электролизатор үшін 1 моль тұз бар болғандығынан оған 2 Фарадей ток жұмсалды, ал қалған 2 Фарадей ток сол ерітіндідегі су электролизі үшін жұмсалады. Соған негізделіп, 1-электролизатор катодындағы H_2 және Cu массалары табылады.

$$\begin{aligned} 2 \cdot 1 &= 2 \text{ г } \text{H}_2 & 2 \cdot 32 &= 64 \text{ г } \text{Cu} \\ 64 + 2 &= 66 \text{ г } & & \text{зат айырылған} \end{aligned}$$

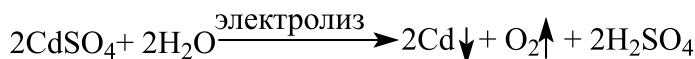
3) 2 – Электролизаторда 2 моль тұз болғаны үшін оған 4 Фарадей ток толық жұмсалып кетеді. Демек, су электролизі үшін ток жетіспейді, мұнда ток тек Cu айырылуы үшін жұмсалады.

$$2 - \text{электролизаторда: } 4 \cdot 32 = 128 \text{ г } \text{Cu} \text{ айырылды}$$

Жауабы: 1-электролизаторда 66 г; 2 – электролизаторда 128 г.

2 – есеп. 458,7 г суда 73,3 г Na_2SO_4 және CdSO_4 қоспасы ерітілді. Кадмийді түгелдей айырып алу үшін ерітіндіден 2 А күшке ие болған ток 24125 секунд барысында өткізілген болса, қоспадағы тұздардың массаларын тап.

Есептің шешуі: 1) Электролиз теңдеуі шешіледі:



2) Электрохимиялық эквиваленттік моль табылады:

$$N = \frac{Q}{F} = \frac{24125 \cdot 2}{96500} = 0,5 \quad Q = It$$

3) Бұдан Cd -ның массасы табылады: $m = E \cdot N = 56 \text{ экв} \cdot 0,5 = 28$

4) Cd массасынан CdSO_4 табылады

$$\begin{array}{ccc} 208 \text{ г } \text{CdSO}_4 & \text{—————} & 112 \text{ г } \text{Cd} \\ x & \text{—————} & 28 \text{ г } \text{Cd} \end{array} \quad x = \frac{28 \cdot 208}{112} = 52 \text{ г } \text{CdSO}_4$$

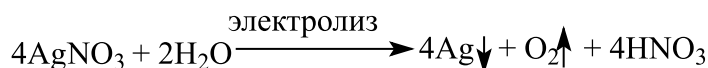
5) жалпы масса 73,3 г болғандықтан Na_2SO_4 массасы: $m = 72,3 - 52 = 21,3$ г екендігі шығады.

Жауабы: 52 г CdSO_4 ; 21,3 г Na_2SO_4

3 – есеп. 200 мл 0,1 М $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ және 300 мл 0,1 М AgNO_3 ерітінділерінің қоспасы 4 А ток күшімен 965 секунд барысында электролиз жасалынды.

Электролиз аяқталған соң ерітіндідегі тұздың массасын (г) тап.

Есептің шешуі: 1) Реакция теңдеулері жазылады:



2) Алдын моляр концентрацияны табу формуласынан тұздардың массалары анықталады.

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 188 \cdot 200}{1000} = 3,76 \text{ г } \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 170 \cdot 300}{1000} = 5,1 \text{ г } \text{AgNO}_3$$

3) Бекетов қатарында Ag, Cu-дан кейін тұрғаны үшін бастапқыда күміске кеткен ток күші анықталады:

$$I = \frac{m \cdot F}{E \cdot t} = \frac{5,1 \cdot 96500}{170 \cdot 965} = 3 \text{ A}$$

Демек, Ag айырылып шығуы үшін 2 А ток кеткен болса, Cu шығуы үшін: 4А – 3А = 1А ток күші қалады.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{94 \cdot 1 \cdot 195}{96500} = 0,94 \text{ г } \text{Cu}$$

Бастапқы $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -дан электролизге ұшыраған тұз массасы айырылса, қалған тұздың массасы шығады:

$$3,76 - 0,94 = 2,82 \text{ г } \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$$

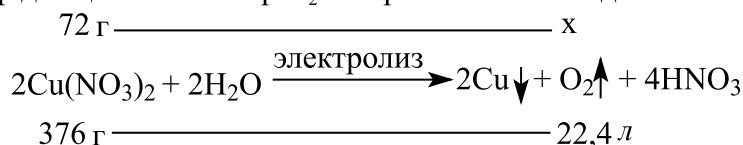
Жауабы: 2,82 г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

4-есеп. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 600 г 12 %-ды ерітіндісі электролиз жасалғанда анодта 29,55 литр (0°C, 101,3 kPa) газ айырылды. Электролизден соң ерітіндідегі заттың массалық үлесімен (%) анықта.

Есептің шешуі: 1) Тұздардың массалары табылады:

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 600 \cdot 0,12 = 72 \text{ г}$$

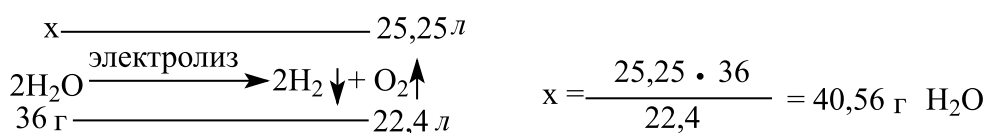
2) 72 г тұздан қанша мөлшер O_2 ажыралғаны табылады:



$$x = \frac{72 \cdot 22,4}{376} = 4,3 \text{ л } O_2$$

Анодта 29,55 литр газ ажыралғанына негізделіп, 29,55 литр – 4,3 литр = 25,25 литр судан ажыралған O_2 деп қабылданады.

3) Бұдан электролизге ұшыраған су массасын табамыз:



4) Қалған ерітіндінің салмағы анықталады. Бұл үшін, реакция теңдеуінен катод және анодта ажыралған зат массалары табылады.



$$x_2 = \frac{72 \cdot 32}{376} = 6,13 \text{ г } O_2$$

$$x_3 = \frac{72 \cdot 252}{376} = 48,25 \text{ г HNO}_3$$

5) Енді ерітіндінің массасын табамыз:

$$m(\text{ерітінді}) = 600 - (24,5 + 6,13 + 40,58) = 528,79 \text{ г}$$

6) Табылған қышқыл концентрациясын (%)да анықтаймыз:

$$C\% = \frac{48,25}{528,79} \cdot 100\% = 9,12\%$$

Жауабы: 9,12 %

5-есеп. Құрамында $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ және AgNO_3 болған 100 мл ерітінді 4825 сек. барысында 0,8 А ток күшімен электролиз жасалғанда екі металдан да жалпы 2,04 г бөлініп шықты. Бастапқы қоспадағы тұздардың концентрациясын (моль/л) де анықта.

Есептің шешуі: 1) Алдын металдардың массалары Фарадейдің заңы бойынша формуладан табылады:

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{32 \cdot 0,8 \cdot 4825}{96500} = 1,28 \text{ г Cu}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{108 \cdot 0,8 \cdot 4825}{96500} = 4,32 \text{ г Ag}$$

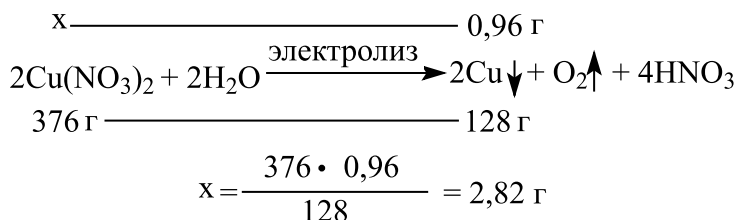
2) Анықталған массалардан пайдаланып, бізге берілген қоспадағы металдар массаларын “диоганал” тәсілімен табылады:

Ag 4,32 г	\	2,04 г	/	0,76 г	1 + 3 4	x=25% x=75%
Cu 1,28 г	/	2,28 г	\			

$$m = 1,28 \cdot 0,75 = 0,96 \text{ г Cu}$$

$$m = 4,32 \cdot 0,25 = 1,08 \text{ г Ag}$$

3) Қоспадағы анықталған металдардың массаларынан пайдаланып, тұздардың массаларын анықтаймыз:



$$x = \frac{680 \cdot 1,08}{432} = 1,7 \text{ г}$$

4) Тұз ерітінділердің молярлығы табылады

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{1,7 \cdot 1000}{170 \cdot 100} = 0,1 \text{ М AgNO}_3$$

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{282 \cdot 1000}{188 \cdot 100} = 0,15 \text{ М Cu(NO}_3)_2$$

Жауабы: 0,1 М AgNO₃; 0,15 М Cu(NO₃)₂

Сұрақ және тапсырмалар:

1. Бірінші электролизаторда 2 моль, екінші электролизаторда 3 моль мыс(II)сульфат болған ерітінділер арқылы 6 фарадей ток өткенде катодтарда жасалған заттар массаларын (г) (сәйкес түрде) анықта.

2. Бірінші электролизаторда 2 моль, екінші электролизаторда 4 моль күміс нитрат болған ерітінділер арқылы 4 фарадей ток өткенде катодтарда жасалған заттар массаларын (г) (сәйкес түрде) анықта.

3. 393 г суда 107 г K₂SO₄ және CuSO₄ қоспасы. Мысты толық айырып алу үшін ерітіндіден 5 А күшке ие болған ток 4825 секунд барысында өткізілген болса, қоспадағы тұздардың массаларын (сәйкес түрде) тап.

4. 531,25 г суда 68,75 г Na₂SO₄ және AgNO₃ қоспасы ерітілді. Күмісті түгел айырып алу үшін ерітіндіден 3 А күшке ие болған ток 9650 секунд барысында өткізілген болса, қоспадағы тұздардың массаларын (сәйкес түрде) тап.

5. 500 мл 0,1 М Cd(NO₃)₂ және 200 мл 0,5 М AgNO₃ ерітінділерінің қоспасы 5 А ток күшімен 2895 секунд барысында электролиз жасалды. Электролиз аяқталған соң ерітіндідегі тұздың массасын (г) тап.

6. Cu(NO₃)₂ 800г 10 %-ды ерітіндісі электролиз жасалғанда анодта 33,6 литр (0°C, 101,3 kPa) газ айырылды. Электролизден соң ерітіндідегі заттың массалық үлесін (%) да анықта.

7. AgNO₃ 500 г 17 %-ды ерітіндісі электролиз жасалғанда анодта 25,2 литр (0°C, 101,3 kPa) газ айырылды. Электролизден соң ерітіндідегі заттың массалық үлесін (%) да анықта.

8. Құрамында CdSO₄ және Ag NO₃ болған 500 мл ерітінді 15440 сек. барысында 5 А ток күшімен электролиз жасалғанда екі металдан да жалпы 70,8 г айырылып шықты. Бастапқы қоспадағы тұздардың (сәйкес түрде) концентрациясын (моль/л)да анықта.

Тақырып бойынша есептердің жауаптары

1- § Атом түзілісі: 1) A; 2) A; 3) C; 4) A; 5) A; 6) D; 7) D.

2-§. Периодтық заң. Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесі: 1) D; 2) A; 3) A; 4) $1s22s22p63s23p64s23d8$; 1,5; 5) $1s22s22p63s23p64s2$; 1,5 6) C; 7) A.

3- §. Атом құрамы. Ядро реакциялары: 1) D; 2) B; 3) C; 4) D; 5) D; 6) A; 7) B; 8) A.

4-§. Химиялық байланыс түрлері. Кристалл торлар: 1) B; 2) B; 3) C; 4) C; 5) D; 6) B; 7) C; 8) D.

5-§. Зат мөлшері: 1) 140 г; 2) 284 г; 3) 2 моль; 4) 10 моль; 5) 0,1 моль; 6) 0,2 моль; 7) $10,63 \cdot 10^{-23}$; 8) $3,82 \cdot 10^{-23}$.

6-§. Авогадро заңы. Газдар қоспасы: 1) 5,6; 2) 10; 3) 3,5; 4) $3,01 \cdot 10^{23}$; 5) $15,05 \cdot 10^{22}$; 6) $24,08 \cdot 10^{23}$; 7) $45,15 \cdot 10^{22}$; 8) 8; 9) 10; 10) 9; 11) 8; 12) 2,85; 13) 178.

7-§ Эквивалент: 1) 80; 127; 13,07; 15; 47; 17; 41; 60; 122,5; 59,75; 51,67; 2) 7; 4,67; 3,5; 3) 28; 4) 32,67; 5) HNO_3 ; 6) 34,33; 7) 32; 8) 12.

8-§ Менделеев–Клапейрон теңдеуі: 1) $24,08 \cdot 10^{23}$; 2) $4,515 \cdot 10^{23}$; 3) 48,16 $\cdot 10^{23}$; 4) $72,24 \cdot 10^{23}$; 5) 11,2; 6) 5; 7) 100,7; 8) 123,9; 9) 34,3; 10) 284,5; 11) 16; 12) 20; 13) 342,7 К.

9 § Күшті және күшсіз электролиттер туралы түсінік: 1) 15; 3) D; 4) D; 5) A; 6) A; 7) D.

10-§. Диссоциациялану дәрежесі. Қысқа және толық ионды теңдеулер:

1) $24,08 \cdot 10^{20}$; 2) 240; 3) 30; 4) $9,03 \cdot 10^{19}$; 5) $6,02 \cdot 10^{20}$.

11-§ Тұздардың гидролизі және ондағы ерітінді ортасы: 1) C; 2) A; 3) A; 4) D; 5) B; 6) D; 7) C; 8) C; 9) A; 10) B.

12-§. Ерітінді туралы түсінік: 1) A; 2) B; 3) A; 4) B; 5) C; 6) A.

13-§. Ерігіштік: 1) A; 2) B; 3) B; 4) A; 5) C; 6) C; 7) C; 8) B; 9) A.

14-§. Ерігіштік тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі: 1) 88; 2) 37; 3) 204; 4) 57,6; 5) 300; 6) 240; 7) 42,5; 8) 64; 9) 110; 10) 76.

15-§. Ерітінді концентрациясы және оны өрнектеу тәсілдері. Пайыз концентрация: 1) 20; 2) 10; 3) 108; 4) 320; 5) 50; 6) 120; 7) 25; 225; 8) 22,5; 127,5; 9) 17,75; 10) 20.

16-§. Пайыз концентрация тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі: 1) 18,67; 2) 24,6; 3) 40,9; 4) 2,28; 5) 55,5; 6) 53,62; 7) 16; 8) 33,75; 9) 2,5; 10) 7,75.

17-§. Пайыз концентрация, ерітінді массасы, мөлшері және тығыздығы арасындағы байланыс: 1) 23,8 %; 2) 26,63%; 3) 62,5; 4) 40,5.

18-§. Моляр концентрация: 1) 2,5 М; 2) 1 М; 3) 70,2 г; 4) 42,6 г; 5) 3,75; 6) 6,67; 7) 0,4; 8) 0,8.

19-§. Қалыпты концентрация: 1) 0,209; 2) 0,8; 3) 0,1; 4) 0,5 N; 5) 2 N; 6) 2; 7) 8; 8) 0,8; 9) 0,4.

20-§. Пайыз және моляр концентрация арасындағы байланыс: 1) 1 M; 2) 5; 3) 20; 4) 5; 5) 1,25; 6) 1,2; 7) H_2SO_4 ; H_3PO_4 ; 8) NaOH.

21-§. Пайыз және қалыпты концентрация арасындағы байланыс: 1) 15; 2) 20; 3) 3,9; 4) 6,76; 5) 15 N; 6) 10 N; 7) 1; 8) 1,5. 9) 12, 8; 10) 20; 11) 6; 12) 3; 13) 24; 14) 1,5; 15) 3; 16) 0,67.

22-§. Реакция жылдамдығы туралы түсінік: 1) 2 моль/литр·мин; 2) 0,2 моль/литр·мин; 3) 2 моль/литр·сек; 4) 0,3 моль/литр·сек; 5) 12 моль/литр·мин; 6) 1,25 моль/литр·мин; 7) 3 моль/литр·мин; 8) 0,8 моль/литр·мин.

23-§. Реакция жылдамдығына қысым, мөлшер және температураның әсері. Катализатор туралы түсінік: 1) 22,5 моль/литр·мин; 2) 81 моль/литр·мин; 3) 8 моль/литр·мин; 4) 0,2 моль/литр·мин; 5) 32 есе; 6) 64 есе;

24-§. Жылдамдық тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешулері: 1) 60 моль/литр·мин; 2) 1,75 минут; 3) 2 литр; 4) 5 литр; 5) 135;

25-§. Қайтымды және қайтымсыз реакциялар. Химиялық тепе-теңдік: 1) 1; 2) 2,5; 3) 9,6; 4) 0,2; 5) 2; 6) 0,675;

26-§. Химиялық тепе-теңдік және оған әсер ететін шаралар: 1) A; 2) B; 3) D; 4) A; 5) D; 6) A; 7) D; 8) E; 9) C;

27-§. Химиялық тепе-теңдік тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі: 1) C; 2) C; 3) B; 4) B; 5) B; 6) 2,25 моль/литр; 7) 3 моль/литр; 8) 0,9 моль/литр N_2 және 1,3 моль/литр H_2 ; 9) D; 10) B.

28-§ Тотығу-тотықсыздану реакцияларын жарты реакция тәсілімен теңестіру: 1) C; 2) A; 3) D; 4) B; 5) D; 6) A;

29-§ Тотығу және тотықсыздану реакцияларының ерітінді ортасына байланыстылығы: 1) B; 2) A; 3) C; 4) B; 5) C; 6) D;

30-§.Тотығу-тотықсыздану реакцияларында заттардың эквиваленттік салмақтарын анықтау: 1) 31,6; 23,5; 49; 17 ; 2) 63; 8; 65,3; 17; 3) 117,6; 4) 14; 5) 2,34; 6) 15,8;

32-§. Электролиз заңдары: 1) 14475; 2) 24125; 3) 10; 4) 10; 5) 4,15; 6) 15; 7) 4; 8) 8;

33-§. Электролиз тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі: 1) 130; 192; 2) 218; 432; 3) 87; 20; 4) 17,75; 51; 5) 5,9; 6) 6,9; 7) 7,75; 8) 0,3;1;

Мазмұны

1-БӨЛІМ. Атом және молекулалардың құрылысы туралы түсініктер. Периодтық заң

1- § Атомның құрылысы.....	4
2-§. Периодтық заң. Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесі.....	11
3- §. Атомның құрамы. Ядро реакциялары	16
4-§. Химиялық байланыс түрлері. Кристалл торлар	23

2-БӨЛІМ. Заттың құрамы

5-§. Зат құрамы.....	31
6-§. Авогадро заңы. Газдар қоспасы.....	34
7-§. Эквивалент.....	39
8-§ Менделеев – Клапейрон теңдеуі	45

3-БӨЛІМ. Күшті және күшсіз электролиттер. Диссоциациялану. Гидролиз

9 -§. Күшті және күшсіз электролиттер туралы ұғым.....	51
10-§. Диссоциациялану дәрежесі. Қысқа және толық ионды теңдеулер.....	54
11-§ Тұздардың гидролизі және ондағы ерітінді ортасы.....	58

4- БӨЛІМ. Ерітінді

12-§. Ерітінді туралы түсінік.....	62
13-§. Ерігіштік.....	65
14-§. Ерігіштік тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі.....	70
15-§. Ерітінді концентрациясы және оны өрнектеу әдістері. Пайыз концентрация	73
16-§. Пайыз концентрация тақырыбы бойынша есептер және олардың шешуі	77
17-§. Пайыз концентрация, ерітінді массасы, мөлшері және тығыздығы арасындағы байланыс.....	84
18-§. Моляр концентрация.....	85
19-§. Қалыпты концентрация.....	88
20-§. Пайыз және моляр концентрация арасындағы байланыс.....	92
21-§. Пайыз және қалыпты концентрация арасындағы байланыс	94

5-БӨЛІМ. Реакция жылдамдығы

22-§. Реакция жылдамдығы туралы түсінік	98
23-§. Реакция жылдамдығына қысым, мөлшер және температураның әсері. Катализатор туралы түсінік.....	104
24-§. Жылдамдық тақырыбы бойынша есептер және олардың шешулері.....	109

6-БӨЛІМ. Химиялық тепе-теңдік

25-§. Қайтымды және қайтымсыз реакциялар. Химиялық тепе-теңдік.....	112
26-§. Химиялық тепе-теңдік және оған әсер ететін шаралар.....	116
27-§. Химиялық тепе-теңдік тақырыбы бойынша есептер және олардың шешуі.....	121

7-БӨЛІМ. Тотықтану-тотықсыздану реакциялары

28-§. Тотықтану-тотықсыздану реакцияларын жарты реакция тәсілімен теңестіру.....	127
29-§. Тотығу және тотықсыздану реакцияларының ерітінді деңгейіне байланыстылығы.....	132
30-§. Тотығу-тотықсыздану реакцияларында заттардың эквиваленттік салмақтарын анықтау	135

8-БӨЛІМ. Электролиз

31-§. Электролиз туралы түсінік. Ерітінді және балқыма электролизі.....	139
32-§. Электролиз заңдары.....	144
33-§. Электролиз тақырыбы бойынша есептер мен олардың шешуі.....	149

S. MASHARIPOV, A. MUTAJIBOV, E. MURODOV, H. ISLOMOVA

Umumiy kimyo

(Qozoq tilida)

11-sinf uchun darslik

1-nashri

Muharrir *K. Mambetova*
Badiiy muharrir *Sh. Mirfayozov*
Texnik muharrir *X. Hasanova*
Musahhih *D. To'ychiyeva*
Kompyuterda sahifalovchi *Z. Aliyeva*

Баспа лицензия нөмірі AI.№ 290. 04.11.2016.
2018 йил 18 июлда басуға рұқсат етілді.
Пішімі 70x90¹/₁₆. Times New Roman гарнитурасы.
Офсеттік баспа. 13,6 шартты баспа табағы. 12,6 баспа табағы.
Таралымы 5190 нұсқа. 346-санды тапсырыс.

Өзбекстан Баспа және ақпараттық агенттігінің
Ғафур Ғұлам баспа-полиграфия шығармашылық үйі
Ташкент, 100128. Labzak ko'chasi, 86.

www. gglit.uz. E-mail:info@gglit.uz

Пайдалануға берілген оқулықтың жағдайын көрсететін кесте

№	Оқушының аты, фамилиясы	Оқу жылы	Оқулықтың пайдалануға берілгендегі жағдайы	Сынып жетекшісінің қолы	Оқулықты тапсырғандағы жағдайы	Сынып жетекшісінің қолы
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Пайдалануға берілген оқулықты оқу жылы аяқталғанда қайтарып тапсырады. Жоғарыдағы кестені сынып жетекшісі төмендегі бағалау межелері негізінде толтырады:

Жаңа	Оқулықты алғаш рет пайдалануға берілгендегі жағдайы.
Жақсы	Мұқаба бүтін, оқулықтың негізгі бөлігінен ажыралмаған. Барлық парақтары бар, жыртылмаған, көшпеген, беттеріне жазбаған және сызбаған.
Орташа	Мұқаба езілген, аздап қана сызылған, шеттері жейілген, оқулықтың негізгі бөлігінен ажыраған жерлері бар. Пайдаланушы жағынан қанағаттанарлық жөнделген. Жұлынған, кейбір беттері сызылған.
Нашар	Мұқаба былғанған, сызылған, жыртылған, негізгі бөлігінен ажыраған немесе мүлдем жоқ, нашар жөнделген. Беттері жыртылған, парақтары жетіспейді, сызып, бояп тасталған. Оқулық қалпына келтіруге жарамайды.