

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

А.К. Бәшова

ХИМИЯ

Оқу құралы

Алматы
Қазақ университеті
2019

ӘОЖ 542(075)

КБЖ 24.1я73

Б 14

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
химия және химиялық технология факультетінің
Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі
шешімімен ұсынылған
(№4 хаттама 16 сәуір 2019 жыл)*

Пікір жазған

химия ғылымдарының докторы **Б. Туктин**

Баешова А.К.

Б 14 Химия: оқу құралы / А.К. Баешова. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 289 б.

ISBN 978-601-04-4079-1

Оқу құралында университеттерде физика, жылу энергетикасы, стандарттау, сертификаттау және метрология, материалтану және жаңа технологиялар, биология, биотехнология, медицина, экология және т.б. химиялық емес мамандықтарда оқитын студенттерге арналған жалпы және биобейорганикалық химияның тараулары қамтылған. Мұнда химияның негізгі түсініктері, негізгі заңдары, атом құрылысының қазіргі замандық теориясы, химиялық байланыстың табиғаты, комплексті қосылыстар туралы ілім, ерітінділер теориясы баяндалады. Химиялық кинетика, химиялық термодинамика, тотығу-тотықсыздану процестерінің теориясы биологиялық және медициналық тұрғыдан қарастырылған. Электрохимия, химиялық ток көздері сияқты кейбір тақырыптар физикалық мамандықтарға бейімделген. Химия пәні бойынша есептер мен жаттығулар берілген. Сонымен қатар лабораториялық жұмыстардың әдістемелік нұсқаулары келтірілген.

ӘОЖ 542(075)

КБЖ 24.1я73

ISBN 978-601-04-4079-1

© Баешова А.К., 2019

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2019

АЛҒЫ СӨЗ

Қазіргі заманның талабына сай, болашақ мамандардың білімі жан-жақты болуы тиіс, сонымен қатар олардың тәжірибесі мол және іскер болуы шарт. Осыған орай биология, биотехнология, экология, медицина, физика, материалтану және жаңа технологиялар, жылу энергетикасы, ядролық физика сияқты мамандықтарда оқитын студенттер үшін химия пәні аса маңызды рөл атқарады, себебі әртүрлі технологиялық үдерістерде, жаңа материалдар алуда, тірі организмдердегі өзгерістерде және табиғаттағы тепе-теңдіктерде химиялық реакциялардың алатын орны ерекше. Сол себептен ұсынылып отырған оқу құралында химияның негізгі түсініктері, негізгі заңдары, атом құрылысының қазіргі замандық теориясы, химиялық байланыстың табиғаты, комплексті қосылыстар туралы ілім, ерітінділер теориясы баяндалады. Химиялық кинетика, химиялық термодинамика, тотығу-тотықсыздану процестерінің теориясы биологиялық және медициналық тұрғыдан қарастырылған. Буферлі ерітінділердің тірі организмдердегі түрлері, олардың әсер ету механизмдері, тірі организм үшін маңыздылығы баяндалған. Комплексті қосылыстардың алатын орны, атқаратын қызметтері туралы да мәліметтер бар. Иондық реакциялар мен тепе-теңдіктердің, қышқылдық-негіздік тепе-теңдіктердің маңызы түсіндірілген. Ерігіштік көбейтіндісі туралы түсінік беріліп, заттардың тұнбаға түсу қабілетінің физиологиялық маңызы сипатталған. Кейбір тараулар (электрохимия, химиялық ток көздері, коррозия) техникаға бағытталған мамандықтарға бейімделген. Ядролық синтез, изотоптар туралы ұғымдар келтірілген. Химия пәнін игеруде лабораториялық жұмыстарды орындау, олардың нәтижелерін түсіндіре білу басты орынға ие. Сол себептен ұсынылып отырған оқу құралында жалпы химия пәні бойынша жүргізілетін дәстүрлі лабора-

ториялық жұмыстардың әдістемелері (химиялық заттардың өзгерістері, химиялық реакциялардың энергетикасы, химиялық реакциялардың кинетикасы, сулы ерітінділердің қасиеттері, ерітінділерді дайындау әдістемелері, буферлі ерітінділер, олардың қасиеттері, тотығу-тотықсыздану реакциялары, тұздар гидролизі және т.б.) келтірілген. Электрохимия, химиялық ток көздері, электролиз, коррозия тақырыптарына да лабораториялық жұмыстар келтірілген. Қазіргі заманның талаптарына сай құзыреттіліктер қалыптастыру мақсатында бірқатар есептер мен жаттығулар келтірілген.

1. БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ КЛАСТАРЫ

1.1. Бейорганикалық қосылыстар

Барлық заттар жай және күрделі болып бөлінеді. Жай заттар бір ғана элементтерден тұрады, ал күрделі заттардың құрамына екі немесе одан да көп элементтер кіреді. Жай заттар екі түрлі: металдар және бейметалдар болып бөлінеді. Металдарда ерекше өздеріне тән «металдық» жылтыры болады, тапталғыш, иілімді, жылу мен электрөткізгіштіктері жақсы. Бөлме жағдайында барлық металдар (сынаптан басқасы) қатты күйінде кездеседі. Бейметалдарда металдарға тән жылтыры болмайды, олар үгілгіш, жылу мен электрөткізгіштіктері нашар. Кейбіреулері кәдімгі жағдайда газ тәріздес болып келеді. Күрделі заттар органикалық, бейорганикалық және элементорганикалық болып бөлінеді. Бейорганикалық химия периодтық жүйедегі барлық элементтер химиясын қамтиды. Органикалық қосылыстардың қасиеттері бейорганикалық қосылыстардан ерекше, ал элементорганикалық қосылыстар аралық орын алады. Бейорганикалық заттар құрамына сәйкес (екіэлементтік немесе бинарлық, қосылыстар мен көпэлементтік қосылыстар: оттекті, азотты т.б.) және осы заттардың химиялық реакцияда орындайтын функциясына, яғни химиялық қасиеттеріне сәйкес (қышқылдық-негіздік, тотықтырғыш-тотықсыздандырғыш т.б.) әртүрлі кластарға жіктеледі.

Бейорганикалық қосылыстар – химиялық элементтердің өзара және бір-бірімен байланысуынан шығатын заттар, олар, негізінен, төрт класқа бөлінеді: оксидтер, негіздер, тұздар, қышқылдар. Олардың арасында генетикалық байланыстар болады.

Оксидтер – химиялық элементтердің оттеппен түзетін қосылыстары. Негіздермен (немесе негіздік оксидтермен) әрекеттесіп,

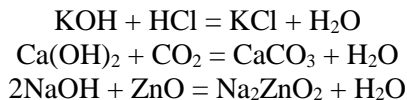
тұз түзетін оксидтер қышқылдық деп аталады. Суды қосып алып (тікелей немесе жанама), қышқылдық оксидтер қышқылға айналады. Мысалы, күкірт (VI) оксиді SO_3 сумен әрекеттесіп, күкірт қышқылын H_2SO_4 түзеді:



Кремний диоксиді SiO_2 – қышқылдық оксид. Ол сумен тікелей әрекеттеспейді, бірақ оған кремний қышқылы H_2SiO_3 сәйкес келеді. Қышқылдық оксидтерді алудың бір әдісі – сәйкес қышқылды сусыздандыру. Сондықтан қышқылдық оксидтерді «ангидридтер» деп атайды. Қышқылдармен де, негіздермен де әрекеттесіп, тұз түзетін оксидтер амфотерлік деп аталады. Ондай оксидтерге мысалы, Al_2O_3 , ZnO , PbO , Cr_2O_3 жатады. Тұз түзбейтін оксидтер қышқылмен де, негізбен де әрекеттескенде, тұз түзілмейді. Мысалы, азот (I) оксиді – N_2O , азот (II) оксиді – NO . Элементтердің оттегімен тағы да бір қосылыстары белгілі, олар құрамы бойынша оксидтер класына, ал құрылысы мен қасиеттері бойынша тұздарға жатады. Ондай заттардың мысалы ретінде металдар пероксидтерін айтуға болады. Мысалы, барий пероксиді – BaO_2 , натрий пероксиді – Na_2O_2 . Табиғаты бойынша, металдар пероксидтері әлсіз қышқылдың – сутек пероксидінің (H_2O_2) тұздары болып табылады.

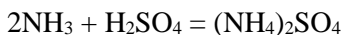
Негіздер – молекулалары металл атомдарынан және бір немесе бірнеше гидроксил топтарынан құралатын күрделі заттар.

Электролиттік диссоциациялану теориясы тарапынан негіздер ерітінділерінде гидроксид-иондарды бөлу арқылы диссоциацияланатын заттар. Негіздердің маңызды химиялық қасиеттері – қышқылдармен (қышқылдық және амфотерлік оксидтермен) әрекеттесіп, тұз түзу қабілеттері, мысалы:



Қышқылдар мен негіздердің протондық теориясы тұрғысынан негіздер сутек иондарын қосып алуға қабілеті бар заттар, яғни протондар акцепторлары. Мысалы: аммиак – сутек прото-

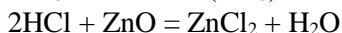
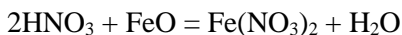
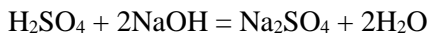
нын қосып алып, аммоний ионын NH_4^+ түзеді. Аммиак негіздер тәрізді қышқылдармен әрекеттесіп, тұз түзеді:



Негіздердің қышқылдылығы гидроксил топтарының санымен айқындалады. Мысалы, KOH – бір қышқылды негіз, Ba(OH)₂ – екі қышқылды негіз, Al(OH)₃ – үш қышқылды негіз.

Қышқылдар – құрамында металл атомдарымен орын алмастыруға бейім сутек атомдарынан және қышқыл қалдықтарынан тұратын күрделі заттар.

Электролиттік диссоциациялану теориясы тарапынан қышқылдар – ерітінділерде сутек ионын бөліп диссоциацияланатын заттар. Қышқылдар мен негіздердің протондық теориясы тұрғысынан қышқылдар сутек ионын беруге қабілеті бар заттар, яғни олар – протондардың донорлары. Қышқылдардың өзіне тән химиялық қасиеттері – олардың негіздермен әрекеттесіп, тұз түзу қабілеттері, мысалы:

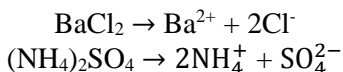


Қышқылдардың негізділігі диссоциация кезінде түзілетін сутек иондарының санымен айқындалады (HCl – бір негіздік қышқыл, H₂SO₄ – екі негіздік қышқыл, H₃PO₄ – үш негіздік қышқыл).

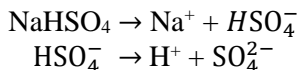
Тұздар дегеніміз – қышқыл құрамындағы сутек атомдары металл атомдарына ауысқан кезде түзілетін күрделі заттар. Электролиттік диссоциация тұрғысынан қарастырғанда, тұздар дегеніміз – молекуласы металл атомы мен қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар. Тұздар орта, қышқылдық және негіздік болып бөлінеді.

Орта тұздар – қышқыл құрамындағы сутек атомдары металл атомдарына толық ауысқанда түзілетін күрделі заттар. Мысалы, NaCl, CuSO₄ т.с.с. Электролиттік диссоциация тұрғысынан қарастырғанда, тұздар – сулы ортада металл катиондарына және қыш-

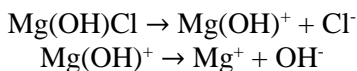
кылдық қалдықтарға (аниондарға) диссоциацияланатын заттар, мысалы:



Қышқыл тұздар қышқыл молекуласының құрамындағы сутек атомдары металл иондарына толық емес түрде ауысқанда түзіледі. Мысалы, NaHCO_3 , KH_2PO_4 және т.с.с. Электролиттік диссоциация тұрғысынан қарастырғанда, **қышқыл тұздар** – сулы ортада металл катиондарына, сутек иондарына және қышқылдық қалдықтарға (аниондарға) диссоциацияланатын күрделі заттар, мысалы:



Негіздік тұздар негіздер құрамындағы гидроксил топтары қышқылдық қалдықтарға толық емес түрде ауысқанда түзіледі. Мысалы, $\text{Ba}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})\text{Br}_2$ және т.с.с. Электролиттік диссоциация тұрғысынан қарастырғанда, **негіздік тұздар** сулы ортада металл катиондарына, гидроксид-иондарға және қышқылдық қалдықтарға (аниондарға) диссоциацияланатын күрделі заттар, мысалы:



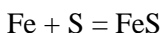
Тұздардың қатарында **қос тұздар** да болады. Олар қышқыл құрамындағы сутек атомдары екі түрлі металл атомдарына ауысқан кезде түзіледі. Мысалы, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ және т.с.с.

1.2. Бейорганикалық қосылыстардың кластарының арасындағы генетикалық байланыс

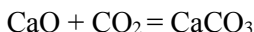
Жай (металл, бейметалл) және күрделі (оксид, қышқыл, негіз, тұз) заттардың барлығының өзара байланысы генетикалық байланыс деп аталады (генезис – шығу тегі).

Енді осы генетикалық байланыстарды тұздарды алудың мысалында қарастырайық:

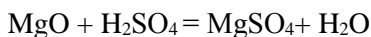
1. Кейбір металдар мен бейметалдар өзара әрекеттесіп (синтез әдісі) тұз түзеді:



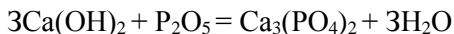
2. Негіздік оксидтер мен қышқылдық оксидтердің өзара әрекеттесуінің нәтижесінде де тұз түзіледі:



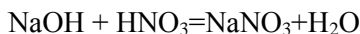
3. Қышқыл мен негіздік оксидтің әрекеттесуінен де тұз түзіледі:



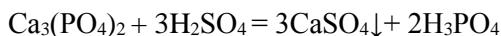
4. Негіз бен қышқылдық оксидтердің әрекеттесуінің нәтижесінде де тұз пайда болады:



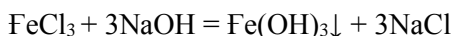
5. Қышқылдар мен негіздер әрекеттесуі арқылы да тұз алуға болады:



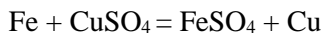
6. Тұз бен қышқылдың әрекеттесуінің нәтижесінде жаңа тұз және жаңа қышқыл түзіледі, бұл кезде тұз тұнбаға түседі:



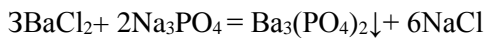
7. Тұз бен негіздің әрекеттесуінде жаңа тұз және жаңа негіз түзіледі, олардың біреуі тұнбаға түсуі керек:



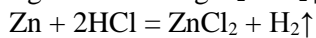
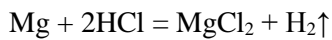
8. Металл мен басқа тұз әрекеттескенде де жаңа тұз бен металл түзіледі:



9. Тұз бен тұз әрекеттескенде жаңа екі тұз түзіледі, олардың біреуі тұнбаға түседі:



10. Металл мен қышқыл әрекеттескенде тұз бен сутек түзіледі:



2. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН ЗАҢДАРЫ. АТОМ-МОЛЕКУЛАЛЫҚ ІЛІМ

2.1. Химия. Химияның негізгі түсініктері

Химия дегеніміз – заттардың бір-біріне айналып, өзгеруін зерттейтін ғылым. Химия – заттардың құрамын, құрылымын, қасиеттерін, химиялық өзгерістерін, өзгеріс жағдайын әрі өзгерістермен қатар болатын құбылыстарды зерттейтін ғылым. Химия ғылымының негізін қалайтын ілім: «Атом-молекулалық ілім» немесе «Атом-молекулалық теория». Бұл теорияның негізін қалаған М.В. Ломоносов, ал оны толықтырып, тұжырымдаған Дальтон.

Атом-молекулалық теорияның негізгі қағидалары:

1. Заттар молекулалардан тұрады. Әртүрлі заттардың молекулаларының химиялық құрамы, физикалық және химиялық қасиеттері әртүрлі болады.

2. Молекулалар әрқашан да қозғалыста болады. Олар бір-біріне тартылады және бір-бірінен тебіледі. Молекулалардың қозғалыс жылдамдығы заттардың агрегаттық күйіне тәуелді.

3. Физикалық құбылыс болғанда, молекулалардың құрамы өзгермейді, ал химиялық құбылыстарда молекулалар сапалық жағынан да өзгереді, олардан басқа молекулалар түзіледі.

4. Молекулалар атомдардан құралады. Атомдардың өзіндік өлшемі, массасы болады. Бір элементтің атомдарының қасиеттері бірдей, ал басқа элементтің атомдарының қасиеттері өзгеше болады. Химиялық реакция жүрген кезде, молекулалар өзгереді, ал атомдар өзгермейді.

Атом дегеніміз – жай және күрделі заттардың молекулаларының құрамындағы химиялық элементтердің ең кіші бөлшегі.

Атомдар бір-бірімен әрекеттескенде молекулалар түзіледі.

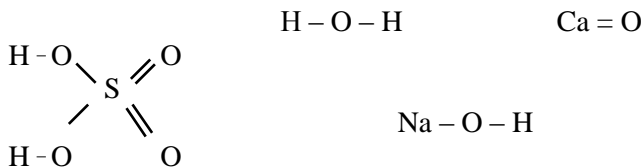
Молекула дегеніміз – заттың химиялық қасиетін сақтайтын ең кішкене бөлшегі. Молекулалар әртүрлі атомдардан және тек бірдей атомдардан құрала алады. Егер зат бір түрлі атомдардан құралса, оны **жай зат** дейді. Ал егер зат әртүрлі атомдардан құралса, оны күрделі зат дейді. Мысалы, Cl_2 – жай зат, H_2SO_4 – күрделі зат.

Химиялық элемент дегеніміз – ядроларының заряды бірдей болатын атомдардың жинағы. Мысалы, оттек – элемент. O – атом, оның заряды – 8.

Әрбір элементтің **символы** болады, мысалы: Cu – мыс, H – сутек, O – оттек.

Заттардың құрамын химиялық формуламен белгілейді. Химиялық формула жазу үшін заттың құрамындағы элементтердің символдарын жазып, элемент атомдарының сандарын көрсетеді: Na_2O , CaO , H_2SO_4 , NaOH . Атом санын элементтің оң жағының төменгі тұсына жазады, оны **индекс** дейді. Атом біреу болса, индекс жазылмайды. Атом сандарын көрсетіп жазған формуланы заттың шынайы немесе молекулалық формуласы дейді, ал атом санын көрсетпесе, эмпирикалық немесе қарапайым формуласы дейді.

Ал егер элементтер арасындағы байланыстарды сызықтармен көрсетсе, **графикалық немесе структуралық формула** түзіледі, мысалы:



Кейбір элементтерден әртүрлі жай заттар түзіледі. Олардың осындай қабілетін *аллотропия* дейді. Мысалы, O_3 – озон, O_2 – оттек, демек, озон – оттектің аллотропиялық түр өзгерісі.

Валенттілік. Заттардың молекулалары оларды құрастыратын элементтердің валенттілігіне сәйкес құрылады. Валенттілік дегеніміз – элемент атомының химиялық байланыс түзу қабілеті. Екі элементтің арасында түзілетін химиялық байланыстың саны осы элементтің валенттілігі болып табылады. Мысалы, сутек

атомы әрқашан да бір байланыс түзе алады. Ол бір валентті. Сондықтан мынадай қосылыстарда: NH_3 – азот 3 валентті, H_2S – күкірт 2 валентті. Кейбір элементтер сутекпен қосылыс түзе алмайды, сондықтан оның валенттілігін оттектен түзген қосылысы бойынша анықтайды. Оттек атомы әрқашан да екі байланыс түзеді. Ол әрқашан да 2 валентті. Сонда: Na_2O , CaO , SiO_2 , B_2O_3 деген қосылыстарда натрий 1 валентті, кальций 2 валентті, бор 3 валентті, кремний 4 валентті.

Химиялық формулалар күрделі заттардың құрамын көрсетеді. Химиялық формуладан заттың аталуын, оның бір молекуласын, молекуланы қандай атомдар құрайтынын, әр элементтің қанша атомдары құрайтынын, молекуланың молярлық массасын және әрбір элементтің қандай масса мөлшерінде қосылатынын білуге болады. Мысалы, H_3PO_4 формуласы бұл зат фосфор қышқылы екенін, оның бір молекуласын, құрамы сутек, фосфор, оттектен және осы элементтердің атомдарының санын, $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98$ г/моль екенін көрсетеді.

Химиялық теңдеулер. Химиялық реакцияларды химиялық теңдеулер арқылы өрнектейді. Теңдеудің сол жағына реакцияға қатысатын заттардың таңбалары мен формулалары, ал оң жағына реакция нәтижесінде түзілетін заттардың таңбалары мен формулалары жазылады. Теңдеудің сол жағы мен оң жағындағы әр элементтің атом сандары тиісті коэффициенттер қойылу арқылы теңестірілуі керек.

Салыстырмалы атомдық масса. «Табиғи изотоптық құрамы бар элемент атомының орташа массасының ^{12}C көміртек атомының $1/2$ массасына қатынасын химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасы (A_r) деп атайды». Мысалы, $A_r(\text{H})$, $A_r(\text{O})$, (r -relative – салыстырмалы).

Салыстырмалы молекулалық масса. «Табиғи изотоптық құрамы бар элемент молекуласының орташа массасының ^{12}C көміртек атомының $1/2$ массасына қатынасын заттың салыстырмалы молекулалық массасы (M_r) деп атайды. Салыстырмалы атомдық массаның және салыстырмалы молекулалық массаның өлшем бірлігі жоқ.

Моль – бұл 0,012 кг көміртек ^{12}C изотобында болатын атомдар санына тең құрылымдық бірліктер (молекулалар, атомдар, иондар, электрондар немесе басқалары) болатын заттың мөлшері.

Зат массасының зат мөлшеріне қатынасындай шаманы **молярлық масса** дейді.

$$n = \frac{m}{M}, \text{ сонда } M = \frac{m}{n}, \text{ г/моль}$$

m – зат массасы, г, кг

n – зат мөлшері, моль

Химиялық эквивалент. Элементтің **химиялық эквиваленті (Э)** дегеніміз – сутек атомдарының 1 молімен қосылатын немесе осы мөлшерін қосылыстан ығыстыратын мөлшері, өлшем бірлігі – моль.

Эквиваленттің молярлық массасы дегеніміз – заттың 1 эквивалентінің г/мольмен алынған массасы $M(\text{Э})$, өлшем бірлігі – г/моль.

Қосылыстың **эквиваленті** дегеніміз – оның сутектің 1 эквивалентімен немесе басқа заттың 1 эквивалентімен әрекеттесетін мөлшері. Қалыпты жағдайда газдың 1 эквивалентінің алатын көлемін **эквиваленттік көлем** дейді.

Эквиваленттік фактор ($f_{\text{эқв}}$) – қышқылдық-негіздік реакцияларда сутектің 1 ионымен әрекеттесетін, ал тотығу-тотықсыздану реакцияларында 1 электронды беретін немесе қосып алатын заттың бөлігін көрсететін сан:

$$f_{\text{эқв}}(\text{X}) = 1/n$$

n – сутек атомдарының немесе электрондардың саны.

2.2. Химияның негізгі заңдары

Зат массасының және энергияның сақталу заңы. **Энергия мен массаның байланысы.** 1758 жылы М.В. Ломоносов табиғаттың негізгі заңын шығарды. Бұл зат массасының сақталу заңы: «Химиялық реакцияға қатысатын заттардың массасы реакция нәтижесінде түзілетін заттардың массасына тең болады».

1789 жылы бұл заңды Лавуазье тұжырымдап, тәжірибелермен дәлелдеді. Ломоносов зат массасының сақталу заңын энергия сақталу заңымен байланыстырды. Бұлар – табиғаттың жалпы заңы деп тұжырымдады.

Табиғаттың **жалпы заңы** «Табиғатта болатын барлық өзгерістердің мәні бір денеден қанша кемісе, екінші денеге сонша қосылады. Мысалы, егер бір жерде материя біршама кемісе, ол басқа жерде қосылады». Табиғаттың бұл жалпы заңы қозғалыс ережесіне де тән: бір дене басқа денені қандай күшпен қозғалтса, сондай күшті өзінен қозғалыс алатын денеге береді.

Эйнштейн теңдеуі. Масса мен энергия былайша байланысады: $E = mc^2$, бұл формулада: E – энергия, m – масса, c – жарық жылдамдығы.

Заттың құрам тұрақтылық заңы. Бұл заңды ашқан Пруст (1808 жыл). Заңның оқылуы: «Кез келген таза заттың құрамы және қасиеттері әрқашанда тұрақты болады. Олар алыну әдісіне тәуелсіз».

Еселі қатынас заңы. Бұл заңды ашқан Дальтон (1803 ж.). Заңның оқылуы: «Егер екі элемент өзара бірнеше химиялық қосылыстар түзе алатын болса, әртүрлі қосылыстағы элементтердің массаларының арақатынасы бүтін сандарға тең болады».

Мысалы, N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 қосылыстарын қарастырайық. Бұл қосылыстардағы азоттың бір массалық бірлігіне әр қосылыстағы оттектің әртүрлі массалық бірлігі сәйкес:

0,57; 1,14; 1,71; 2,28; 2,85

Оттектің осы массалық бірліктерінің арақатынасы бүтін сандарға тең: 1, 2, 3, 4, 5.

Эквиваленттер заңы. «Бір-бірімен әрекеттесетін заттардың массалары (көлемдері) олардың эквиваленттік массаларына, (көлемдеріне) тура пропорционал».

Эквиваленттер заңының математикалық өрнегі:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M(\mathcal{A}_1)}{M(\mathcal{A}_2)} \quad \text{немесе} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu(\mathcal{A}_1)}{\nu(\mathcal{A}_2)}$$

Эквиваленттің өлшем бірлігі – моль, эквиваленттік массаның өлшем бірлігі – г/моль.

Күрделі заттардың эквиваленттік массасын есептеу жолдары:

Оксид үшін:

$$M(\mathcal{E}_{\text{окс}}) = \frac{M(\text{окс})}{Bn}$$

M – молярлық масса

B – металдың валенттілігі

n – металл атомдарының саны

Қышқыл үшін:

$$M(\mathcal{E}_{\text{қышқыл}}) = \frac{M}{n}$$

M – молярлық масса

n – сутегі атомдарының саны

Гидроксид үшін:

$$M(\mathcal{E}_{\text{гидроксид}}) = \frac{M}{n}$$

M – молярлық масса

n – гидроксил топтарының саны

Тұздар үшін:

$$M(\mathcal{E}_{\text{тұз}}) = \frac{M}{Bn}$$

M – молярлық масса

B – металдардың валенттілігі

n – металл атомының саны

2.3. Газ заңдары

Авогадро заңы. «Бірдей жағдайда (температурада және қысымда) әртүрлі газдардың тең көлемдеріндегі молекулалар сандары бірдей болады».

Авогадро заңынан шығатын салдарлар:

1) «Кез келген газдың 1 молі қалыпты жағдайда 22,4 л-ге тең көлем алады (қ.ж. 0 °С, 101,325 кПа)». Бұл көлем газдың молярлық көлемі деп аталады;

2) Кез келген газдың қалыпты жағдайдағы 1 моліндегі молекулалар саны $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$. Бұл сан Авогадро саны деп аталады.

Көлем қатынас заңы (Гей-Люссак). «Бірдей жағдайда (t және p) реакцияға қатысатын газдардың көлемдерінің бір-біріне қатынасы жай бүтін сандардың қатынасындай болады»

$$V_A : V_B = a : b$$

a, b – бүтін сандар

Бойль-Мариотт заңы.

«Тұрақты температурада берілген газдың көлемі оның қысымына кері пропорционал: $PV = \text{const}$ »,

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}, T = \text{const}$$

Гей-Люссак заңы.

«Тұрақты қысымда газдың көлемінің өзгеруі температураға тура пропорционал: $P = \text{const}$; $V/T = \text{const}$ » немесе:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Бойль-Мариотт пен Гей-Люссактың біріккен заңы:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

P_0, V_0, T_0 – газдың қалыпты жағдайдағы қысымы, көлемі, температурасы.

$$P_0 = 101,325 \text{ кПа}, T_0 = 273 \text{ К}$$

P, V, T – газдың басқа кез келген жағдайдағы қысымы, көлемі, температурасы.

Клайперон-Менделеев теңдеуі. Егер Бойль-Мариотт пен Гей-Люссактың заңын газдың 1 мольне қолданса, ол қалыпты жағдайда 22,4 л көлем алады, сонда теңдеу былай өзгереді: $PV = RT$, ал егер n моль болса:

$$n = \frac{m}{M}, \text{ сонда } PV = nRT \text{ немесе } PV = \frac{m}{M} RT -$$

бұл Клайперон-Менделеев теңдеуі. Бұл теңдеуде: m – зат массасы, кг; V – көлем, м³; P – қысым, Па; T – абсолюттік температура, R – универсалды газ тұрақтысы, оның мәні 8,314 Дж/моль·К.

Парциалдық қысымдардың заңы. Егер газдар қоспасының алып тұрған көлемін, сол газдардың біреуі ғана алса, осы газдың қысымы оның парциалдық қысымы деп аталады.

«Бір-бірімен әрекеттеспейтін газдардың қоспасының қысымы осы газдардың парциалдық қысымдарының қосындысына тең». Бұл Дальтон заңы су буының қысымын ескеру үшін қолданылады.

2.4. Атомдық және молекулалық массаларды анықтау жолдары

Авогадро заңының салдары бойынша:

Кез келген екі газдың бірдей көлемдерінде молекулалар саны бірдей болады, сонымен қатар қысым және температура бірдей болғанда екі газдың бірдей көлемдерінің немесе массаларының (m) арақатынастары олардың мольдік массаларының (M) арақатынастарына тең болады: $m_1/m_2 = M_1/M_2$, бұл теңдеуде m_1/m_2 – бірінші газдың екінші газбен салыстырғандағы тығыздығы, оны

D деп белгілейміз, сонымен **D** – салыстырмалы тығыздық, осы шама арқылы молекулалық массаны есептеуге болады және керісінше, газдардың салыстырмалы тығыздығын анықтауға болады.

$$D = M_1/M_2$$
$$M_1 = D M_2$$

D – M_1 газының M_2 газы бойынша тығыздығы

M_1 – анықтайтын молекулалық масса

M_2 – белгілі газдың молекулалық массасы

Клайперон-Менделеев теңдеуі бойынша:

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

Газдың молярлық көлемі бойынша: газдың 1 молі 22,4 л көлем алады:

$$\frac{V_1}{m_1} = \frac{22,4}{M}, \quad \text{сонда} \quad M = 22,4m_1/V_1$$

2.5. Атомдардың молярлық массаларын анықтау

Дюлонг-Пти ережесі

Атомдық массамен меншікті жылу сыйымдылығының көбейтіндісі 26,3-ке тең тұрақты шама. Сонда атомның молярлық массасы $M(A) = 26,3/C$.

C – элементтің меншікті жылу сыйымдылығы.

Эквиваленттік масса бойынша:

$$M(A) = B \cdot M(\text{Э})$$

Канницаро әдісі. Атомдық массасы есептелуге тиіс элементтің ұшқыш қосылыстарын алып, олардың молекулалық массала-

рын табады. Содан кейін химиялық анализ жасап, сол элементтің қосылыстағы массалық үлесін табады. Осы екі санға сүйене отырып, әрбір қосылыстың молекулалық салмағының ізделіп отырған элементке тиесілі бөлігін есептеп шығарады (1-кесте).

1-кесте

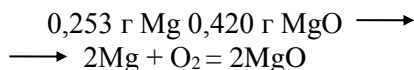
Қосылыс	Метан	Эфир	Спирт	CO ₂
Көміртектің массалық үлесі, %	75,0	64,9	52,2	27,3
Молекулалық массаның көміртекке тиесілі бөлігі	12	48	24	12

Бұл кестеден молекулалық массаның көміртекке тиесілі бөлігін көрсететін сандардың ең кішісі 12 екенін көріп тұрмыз – бұл көміртектің атомдық массасы. Ал басқа сандар 12-ден 2 есе, 3 есе көп, олар молекула құрамында көміртектің 2 атомы, 3 атомы бар екенін көрсетеді.

2.6. Эквиваленттік массаны анықтау жолдары

Эквиваленттік массаны тура жолмен анықтау

Таза магнийді күйдіргенде, оксид түзіледі. Мысал үшін 0,253 г Mg күйдірсе, 0,420 г оксид түзіледі



Оксид түзілу үшін жұмсалған оттектің массасын табамыз:

$$(0,420 - 0,253) = 0,167 \text{ г}$$

Оттектің эквиваленттік массасы 8 г/моль. Эквиваленттер заңы бойынша:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M(\mathcal{E}_1)}{M(\mathcal{E}_2)}$$

Сонда:

$$M(\mathcal{E}_2) = M(\mathcal{E}_{\text{Mg}}) = \frac{m_2 M(\mathcal{E}_1)}{m_1} = 12,15 \text{ г / моль}$$

Формула бойынша:

$$M(\text{Э}) = \frac{A}{B}$$

A – атомдық масса; B – валенттілік

Аналитикалық әдіс:

Эквиваленті белгісіз заттың эквиваленті белгілі затпен түзілген қосылысына анализ жасаймыз, содан кейін эквиваленттер заңы бойынша есептейміз.

Мысал: күміс хлоридін алып, хлор мен күміске анализ жасаймыз. Сонда қосылыста 75,26 % күміс, 24,74 % хлор бар екенін көреміз. Күмістің эквиваленттік массасы 107,88 г/моль-ге тең екендігі белгілі. Сонда:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M(\text{Э}_1)}{M(\text{Э}_2)}$$

$$M(\text{Э}_2) = 107,88 \cdot 24,74 / 75,26 = 35,46 \text{ г/моль}$$

35,46 г/моль – хлордың эквиваленттік массасы

Сутекті ығыстыру әдісі:

Сутекті судан, қышқылдан ығыстыра алатын металдардың эквивалентінің массасын эксперимент арқылы табады.

Мысал: Темір мен күкірт қышқылы әрекеттескенде бөлінетін сутектің көлемін өлшейді.

$$0,0936 \text{ г Fe} - 37,3 \text{ мл сутек}$$

$$X \text{ г Fe} - 11200 \text{ мл сутек}$$

$x = 0,0936 \cdot 11200 / 37,3 = 27,9 \text{ г/моль}$ – темірдің эквиваленттік массасы.

Ескерту: Сутектің көлемі – $V(\text{H}_2) = 37,3 \text{ мл}$ қалыпты жағдайда алынған.

Электрохимиялық әдіс.

Тұз ерітіндісінің электролизін жүргізеді. Электродта түзілген заттың массасын өлшейді. Фарадей заңы бойынша:

$$m = \frac{IM(\text{Э})\tau}{96500}$$

I – ток күші, А

τ – уақыт, с

96500 кулон – 96 500 Кл – Фарадей саны.

$M(\text{Э})$ – эквиваленттік масса.

Сонда эквиваленттік масса былай есептеледі:

$$M(\text{Э}) = \frac{m96500}{I\tau}$$

Егер электролиз уақыты сағатпен өлшенсе, Фарадей саны 26,8 А·сағ/моль экв.

3. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ

3.1. Атом құрылысының күрделілігін дәлелдеген эксперименттер

Д.И. Менделеев ашқан периодтық заң және периодтық жүйе атом құрылысының күрделі екенін болжады. Осыдан кейін атом құрылысының күрделі екенін дәлелдейтін көп жаңалықтар ашылды.

Катод сәулелерінің ашылуы

1879 жылы ағылшын ғалымы Крукс мынадай тәжірибе жасады. Шыны баллонның ішіндегі ауаны азайтып, оның екі жақ шетіне электрод орнатты. Содан кейін электродтар арқылы ток өткізді. Сол кезде катод пластинкасынан көзге көрінбейтін сәулелер шыға бастады. Олар көзге көрінбегенімен, жолда тұрған қағаз қиқымдарын өзімен ілестіре әкеткен және шыныны қыздырып сәулелендірген. Осы сәулелер «катод сәулелері» деп аталған. Шыныны қыздырғаны бұл сәулелердің энергиясы бар екенін, ал қағазды ілестіргені олардың массасы бар екендігін көрсетеді. Ал енді осы сәулелерді магнит өрісіне қойса, олар оң зарядты полюске ұмтылады, сондықтан бұлардың теріс зарядты екені көрініп тұр.

1897 жылы ағылшын ғалымы Дж. Томсон катод сәулелерін атомның ең кіші теріс зарядты бөлшегі деп тұжырымдады. Басқа ағылшын ғалымы Стоунэй бұл бөлшекті электрон (e) деп атады.

1917 жылы америкалық ғалымы Милликен электрон зарядын өлшеді. Ол $4,8 \cdot 10^{-10}$ электростатикалық бірлікке тең, осыдан кейін электрон массасы анықталды: $m = 9,106 \cdot 10^{-28}$ г. Осылай электрон ашылды – бұл жаңалықтар атомның күрделілігін дәлелдеді.

Элементтердің сызықты спектрі. Сутек атомының спектрі

Егер бір заттың буын өте қатты қыздырса және шыққан жарықты призмадан өткізсе, экранға түсті сызықтар түседі. Әртүрлі

сызықтар әртүрлі сәулелерге сәйкес келеді, әртүрлі сәулелердің толқын ұзындығы – λ және жиілігі – ν әртүрлі болады.

Швейцария мұғалімі Бальмер 1885 жылы сутек атомының спектрін зерттеп, олардың сызықтарының толқын ұзындығының мәндері бір заңдылыққа бағынатынын тапты.

Толқын ұзындығымен тербеліс жиілігінің арасында байланыс болады

$\nu = c / \lambda$, бұл теңдеуде: c – жарық жылдамдығы; $c = 3 \cdot 10^{18}$ м/с екенін пайдаланып, толқын ұзындығы есептелді және әрбір сызықтар тобы үшін тербеліс жиілігі табылды:

$$\nu = 1,0974 \cdot 10^7 (1/2^2 - 1/m^2)$$

Бұл теңдеу электронның бір орбитадан екінші орбитаға ауысқандағы тербеліс жиілігін көрсетеді.

Сызықтардың басқа топтары үшін Лайман, Пашен, Брэккетт формулалары шығарылған.

Рентген сәулелері (1895 жылы ашылды) – бұл толқын ұзындығы өте қысқа, электр және магнит өрісінде бағытын өзгертпейтін, қағаз, картоннан өтіп кететін сәулелер.

Радиоактивтілік. 1896 жылы Беккерель ашты, 1898 жылдан бастап, Мария Склодовская-Кюри және Пьер Кюри зерттеді. Уран тұздарынан шығатын ерекше сәуле магнит өрісінде үш түрлі сәулеге бөлінетінін байқап, көп зерттеулер жүргізді. Сәулелердің түрлері;

β – бета-электрондар ағыны, α – альфа-оң зарядты (гелийдің екі электроннан айырылған ядроларының ағыны), γ – гамма сәулелері (рентген сәулелеріне ұқсас).

Электролиз. XIX ғасырдың 30-жылдарында М. Фарадей электролиз заңдарын ұсынды.

1-заң: Электролиз кезінде түзілген заттың массасы ерітінді арқылы өткен электрліктің мөлшеріне тура пропорционал.

Бұл заң электролиздің мәнін ашады. Металды ерітіндіге салған кезде электрохимиялық процесс жүреді – электролиттің иондары немесе молекулалары металдың электрондарымен әрекеттеседі, демек, заттың электрохимиялық жолмен түзілуі осы процестің нәтижесі болып табылады. Осы тұжырымнан электродта түзілген заттың мөлшері тізбек бойынша өткен электрондар са-

нына, демек, электрлік мөлшеріне тура пропорционал болатыны түсінікті болып тұр. Электролиз құбылысынан да металдардың атомдарының құрамында электрондар бар екені, олардың қатысуымен электрохимиялық реакциялар жүретіні белгілі болды.

Сәуле шығарудың кванттық теориясы.

1900–1905 жылдары Макс Планк және Альберт Эйнштейн кванттық теорияны ұсынды: Кванттық теория бойынша жарық сәулесіндегі энергияның шығуы үздіксіз ағын түрінде емес, кесімді порция (бөлшек) квант түрінде болады. Бұл бөлшек «фотон» деп аталады. Әртүрлі сәуленің энергиясы да әртүрлі. Энергия Планк теңдеуімен өрнектеледі:

$$E = hv,$$

бұл теңдеуде: h – Планк тұрақтысы – пропорционалдық коэффициент, мәні $6,625 \cdot 10^{-27}$ эрг·сек,

E – квант энергиясы,

v – тербеліс жиілігі.

3.2. Атом құрылысының модельдері

Томсон моделі. 1904 жылы Томсон бірінші болып атом моделін ұсынды. Томсонның айтуы бойынша, диаметрі 1 Ангстремге тең шеңбердің ішінде оң заряд бірдей тығыздықпен шашыратылған, ал осы зарядтардың ішінде электрондар бос жүреді.

Резерфорд моделі. 1911 жылы ағылшын ғалымы Резерфорд планетарлық модель ұсынды. Резерфорд моделі бойынша атомның ішіндегі оң зарядты ядроны теріс зарядты электрондар қоршап, айналып жүреді. Оң заряд атомның ортасында шоғырланған. Бұл модельдің дұрыс екені мынадай тәжірибемен дәлелденді. Бір элементтен алынған α бөлшектердің жолына жұқа металл фольгасы қойылды, оң зарядты α бөлшектердің бір бөлігі фольгадан тура өте шықты. Ол жерде теріс зарядты электрондар болғаны, бір бөлігі бағытын аз өзгертті, олар оң зарядты ядроны жанап өткендері, ал аз мөлшері қайта тебілді, олар оң зарядты ядродан тебілгені. Ядро кішкентай болады. Осы модель Томсон моде-

лінің дұрыс емес екенін көрсетті. Бірақ электрондар саны жөнінде мәлімет бере алмады.

Мозли заңы. 1912–13 жылдары электрон саны туралы Мозли жаңалық ашты. Мозли заңы «Рентген спектрінің белгілі бір толқын ұзындығының кері мәндерінің квадрат түбірі элементтердің периодтық жүйесіндегі реттік нөміріне (Z) сызықты тәуелділікте болады»:

$$Z = \frac{\sqrt{\nu}}{\sqrt{a}} + b$$

Бұл формулада:

ν – тербеліс жиілігі (толқын ұзындығының кері мәні $\nu = 1/\lambda$)

Z – реттік нөмірі; a , b – тұрақты сандар.

1920 жылы Чэдвик зерттеу жасап, элементтің реттік нөмірі оның ядросының зарядына тең екенін дәлелдеді. Электронның атомдағы жалпы саны ядро зарядына тең.

3.3. Нильс Бор теориясы және оның кемшіліктері

1913 жылы Дания физигі Нильс Бор планетарлық атом моделін негізге алып, атом құрылысының жаңа теориясын ұсынды. Бор теориясының постулаттары (қағидалары).

1. Электрон ядроны айналғанда, кез келген емес, квант теориясынан шығатын кесімді шарттарға сай орбиталар бойымен ғана қозғалады. Ол орбиталар стационар немесе квантталған орбиталар деп аталады.

2. Электрон өзіне тиісті квантталған орбитамен айналғанда, энергия жұмсмайды.

3. Электрон бір орбитадан екінші орбитаға көшкенде ғана энергия бөлінеді немесе сіңіріледі.

Бор теориясы бойынша орбитаның радиусын және электронның жылдамдығын есептеуге болады.

$$r = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 e^2 m^2} \quad \text{және} \quad V = \frac{nh}{2\pi m r}$$

h – Планк тұрақтысы

$\pi = 3,14$; e – электрон заряды; m – электрон массасы.

Егер барлық тұрақтыларды ($h = 6,6262 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $\pi = 3,1415$; $m = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг; $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ Кл) орнына қойсақ: $r = 0,053 \text{ нм} \cdot n^2$ болып шығады, бұл формулада n квантталған орбитаның немесе квант қабатының нөмірі.

$$v = 2,187 \cdot 10^6 \text{ м/сек} \cdot 1/n$$

Бор теориясы бойынша орбитаның энергиясын есептейді:

$$E = \frac{2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2}$$

Z – ядро заряды, тендеуге тұрақтыларды қойса, келесі формула шығады:

$$E = -R/n^2,$$

мұндағы R – Ридберг тұрақтысы.

Электрон бір орбитадан екінші орбитаға ауысқанда, энергия былай өзгереді:

$$E n_1 - E n_2 = h\nu$$

Бор теориясы атом құрылысы туралы ғылымды біраз алға жылжытты, бірақ оның көп кемшіліктері болды. Спектр сызықтарының мультиплеттілігін түсіндіре алмады, бұл теорияны көп электронды атомдарға қолдануға болмайды, ал бірақ химиялық байланыстардың сандық сипаттамаларының мәндерін есептеп шығаруға болады.

3.4. Атом құрылысының қарапайым моделі туралы түсінік

Атомның нақты құрылысын сипаттау өте қиын, бірақ оны модель түрінде қарастырып, көптеген табиғи құбылыстарды түсіндіруге және әртүрлі жаңа идеяларды дамытуға болады. Көпте-

ген құбылыстарды түсіндіру үшін атомның қарапайым моделін пайдаланады. Мысалы, заттың агрегаттық күйін түсіндіру үшін атомдарды өте кішкентай бильярд шарлары ретінде қарастыруға болады, ал химиялық байланысты сипаттау үшін мұндай модель жеткіліксіз.

Көптеген химиялық және ядролық үдерістерді атом құрылысының қарапайым моделі арқылы түсіндіруге болады. Бұл модель бойынша атомдар протондардан, нейтрондардан, электрондардан тұрады. Протондар және нейтрондар атом ядросын түзеді. Электрондар ядро айналасында орналасады. Ядроның алатын орны электрондар алатын орыннан әлдеқайда аз. Атомдардың басым бөлігінің радиусы 0,1–0,2 нм ($1 \cdot 10^{-10} - 2 \cdot 10^{-10}$ м) болса, ядроның радиусы бар болғаны 10^{-15} м болуы тиіс.

Протондар, нейтрондар және электрондардың кейбір қасиеттері 2-кестеде келтірілген.

2-кесте

Бөлшек	Салыстырмалы атомдық массаның шкаласы бойынша алынған масса	Заряд (протон зарядымен салыстырылып алынған)	Атомда орналасуы
Протон	1	+1	Ядрода
Нейтрон	1	0	Ядрода
Электрон	0,00055	-1	Ядроның айналасында

Протондар мен электрондардың электр зарядтары тең, бірақ таңбалары қарама-қарсы. Нейтрондарда заряд жоқ. Протондар мен нейтрондардың массалары жуық шамамен тең болады, олар электрондардан әлдеқайда ауыр. Ядроның атомда алатын орны өте аз болғанына қарамастан, атомның массасы жуық шамамен ядроның массасына тең. Атомның көлемінің басым бөлігі бос кеңістік деп есептеледі.

Химиялық реакциялар жүрген кезде атомдардың орталықтан алыс орналасқан бөлшектері бір-бірімен әрекеттеседі, сондықтан химиктер үшін электрондар ең маңызды бөлшектер болып табылады. Протондар, нейтрондар, электрондарды субатомдық бөлшектер деп те атайды, «субатомдық» деген ұғым «атом ішіндегі» деген мағынада қолданылады.

3.5. Ядроларды белгілеу

Ядро тек екі санмен сипатталады. Бұл – берілген элементтің атомының периодтық жүйедегі **реттік нөмірі** (оны атомдық нөмір деп атайды және **Z** деп белгілейді) және **массалық сан** (символы – **A**).

Атомдық нөмір ядродағы протондар санын білдіреді. Бұл сан ядро зарядына тең. Атомдық нөмір берілген химиялық элементтің барлық атомдары үшін бірдей, мысалы, көміртектің барлық атомдары үшін **Z = 6**. Массалық сан ядродағы протондар мен нейтрондардың қосындысынан құралады. Нейтрондарды **N** деп белгілесек: **A = Z + N**.

Ядроны белгілеу үшін элемент символына массалық санмен атомдық нөмірді қосып жазады (схема). Кейбір кезде атомдық нөмірді жазбаса да болады, себебі элемент символы жазылғаннан кейін оның өзіне тән нөмірі бар екені түсінікті. Мысалы, $^{12}_6\text{C}$ деген жазуды тек ^{12}C деп жазуға немесе көміртек-12 деп жазуға болады.

Массалық сан → 131
I ← химиялық элементтің символы
Атомдық нөмір → 53

схема

3.6. Изотоптар туралы түсінік

Бір элементтегі атомдардың **массалық сандары** әртүрлі болса, осы атомдар **изотоптар** деп аталады. Ал барлық атомдарда **протондар саны** бірдей болғандықтан, **массалық сандардың айырмашылығы** тек **нейтрондар саны** әртүрлі болуының нәтижесі деп ұққан жөн. Көптеген элементтер табиғатта изотоптар қоспасы ретінде кездеседі. Элементтің **салыстырмалы атомдық массасы** оның **барлық изотоптарының салыстырмалы атомдық массаларының** орта есеппен алынған **мәніне** тең. Кейбір элементтердің изотоптары және олардың табиғатта кездесуінің пайыздық мөлшерлері 3-кестеде келтірілген.

Кейбір элементтердің изотоптары

Элемент	Изотоп	Табиғатта таралуы	Элемент	Изотоп	Табиғатта таралуы
Хлор	³⁵ Cl	75 %	Бром	⁷⁹ Br	50 %
	³⁷ Cl			⁸¹ Br	50 %
Темір	⁵⁴ Fe	5,8 %	Кальций	⁴⁰ Ca	96,9 %
	⁵⁶ Fe	91,7 %		⁴² Ca	0,7 %
	⁵⁷ Fe	2,2 %		⁴³ Ca	0,1 %
	⁵⁸ Fe	0,3 %		⁴⁴ Ca	2,1 %
				⁴⁸ Ca	0,2 %

Келтірілген мәліметтер масс-спектрометр атты қондырғыда алынған.

Салыстырмалы атомдық массаларды есептеу

Элементтердің салыстырмалы атомдық массаларын есептеу үшін 3-кестедегі деректерді пайдаланамыз 4-кестеде табиғи темірдің изотоптары келтірілген.

Табиғи темірдің изотоптары

Салыстырмалы изотоптық масса	Салыстырмалы мөлшері, %
54	5,8
56	91,7
57	2,2
58	0,3

Мысалы, темір үшін:

Темірдің 100 атомының орташа салыстырмалы массасы =
 $= (54 \cdot 5,8) + (56 \cdot 91,7) + (57 \cdot 2,2) + (58 \cdot 0,3) = 313,2 + 5135,2 + 125,4 + 17,4 = 5591,2$

Темірдің 1 атомының орташа салыстырмалы массасы –
 $(A_r) = 55,91$.

3.7. Ядролық реакциялар***Радиоактивті заттардың сәулеленуі***

Кейбір элементтердің изотоптары тұрақсыз болады: олардың ядролары өз еркімен ыдырайды. Осындай изотоптар **радиоак-**

тивті изотоптар деп аталады. Радиоактивті изотоптар ыдыраған кезде сәулелер мен бөлшектер түзіледі, осындай құбылыс **сәулелену** деп аталады. Осындай ыдырау үдерісі **радиоактивтілік ыдырау** деп аталады, ол өз еркімен ешқандай сырттан тигізілетін әсерсіз іске асады. Кейбір изотоптар өте тез ыдырайды, ал кейбір изотоптардың ыдырауына мыңдаған жылдар қажет.

Тұрақсыз атомдардың барлығының ыдырауы бірдей жүрмейді. Сәулеленудің үш түрі болады: α -, β -, γ -сәулелену. Бұл сәулелердің үшеуі де атомдарға әсер еткенде электрондар бөлінеді, демек атомдар ионданады, сол себептен α -, β -, γ -сәулелерді **иондаушы сәулелер** деп атайды. 5-кестеде α -, β -, γ -сәулелердің кейбір қасиеттері келтірілген.

5-кесте

α -, β -, γ -сәулелердің кейбір қасиеттері

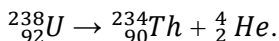
Қасиеттері	Сәулеленудің түрі		
	α (альфа)	β (бета)	γ - (гамма)
Салыстырмалы заряд	+2	-1	0
Салыстырмалы масса	4	0,00055	0
Табиғаты	2 протон + 2 нейтрон (гелийдің ядросы)	Электрон (ядролық өзгерістердің нәтижесі)	Өте жоғары жиіліктегі электр магниттік сәулелену
Ауадағы өтімділік ұзындығы	Бірнеше сантиметр	Бірнеше метр	Өте үлкен
Таралуына кедергі	Қағаз	Алюминий фольгасы	Қорғасын табақшасы
Электр өрісінің әсерінен бағытын өзгертуі	Өте аз өзгертеді	Өте көп өзгертеді	Өзгертпейді

Ядролық реакциялардың теңдеулері

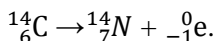
Ядролық реакциялардың теңдеулері α - немесе β -сәулелердің бөлінуімен жүретін үдерістерді сипаттайды. Теңдеудегі әрбір бөлшек үшін массалық сан (протондар мен нейтрондардың саны), ядро заряды (атомның нөмірі немесе протондар саны) және химиялық элементтің символы жазылады. Ядролық реакцияның

теңдеуінде масса мен зарядтың сақталу заңы орындалуы тиіс, теңдеудің сол жағындағы массалар мен зарядтардың қосындысы теңдеудің оң жағындағы массалар мен зарядтардың қосындысына тең болуы шарт.

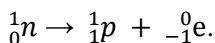
α -ыдырау – α -бөлшектерді бөліп ыдырау болып табылады, ал α -бөлшектер гелий атомының ядролары болып табылады, ыдыраудың бұл түрі реттік нөмірі 83-тен жоғары, ауыр элементтерге тән, ыдырау үдерісі жүрген кезде ауыр ядролардың массасы азаяды. α -ыдырау нәтижесінде түзілетін изотоптың массалық саны бастапқы атомның массалық санымен салыстырғанда 4 бірлікке кемиді, ал заряд бұл кезде 2 бірлікке азаяды. Мысалы,



β -ыдырау – электрондар бөлініп жүретін ыдырау. Электрондардың белгіленуі: ${}_{-1}^0e$. Ыдыраудың бұл түрі изотоптарының құрамында нейтрондар саны көп болатын жеңіл элементтерге тән. Мысалы,



β -ыдыраудың нәтижесінде массалық сан өзгермейді, ал ядро заряды 1 бірлікке артады. Бұл кезде нейтрон протонға айналады және электрон бөлінеді:



Айта кететін мәселе, α -ыдырау және β -ыдыраудың нәтижесінде жаңа элементтер түзіледі. Мысалы, уран-238 α -ыдырауға ұшырағанда торий-234 түзіледі, ал көміртек-14 β -ыдырауға ұшырағанда, азот түзіледі. γ -ыдырау өзгеше жүреді, бұл кезде жоғары энергетикалық деңгейден төменгі энергетикалық деңгейге өтетін ядродан энергия бөлінеді. γ -сәулелену кезінде α - және β -бөлшектер түзіледі. Изотоптардан шығарылатын γ -сәулелену өте қауіпті болуы мүмкін, бірақ кейбір изотоптарды өте қатаң қадағалай отырып қолданады, демек, пайдаға асырады.

3.8. Жартылай ыдырау периоды

Радиоактивті ыдырау – өз еркімен жүретін үдеріс. Изотоптағы әрбір ядро өз еркімен ыдырайды. Бұл үдеріс басқа ядролардың жағдайына және қоршаған ортаның күйіне (температура, қысым) тәуелді емес. Радиоактивті ыдырау изотоптың химиялық құрамына да тәуелді емес. Мысалы, уран қосылыс құрамында болса да, бос күйінде болса да бірдей ыдырайды. Радиоактивті ыдырау заттың агрегаттық күйіне де (қатты зат, сұйық зат немесе газ күйіндегі зат) тәуелді емес. Ыдырайтын ядролардың саны артқан сайын изотоптың радиоактивтілік қасиеті төмендейді.

Ядролардың бастапқы санының жартысының ыдырайтын уақыты – **жартылай ыдырау периоды** деп аталады. Кез келген изотоптың өзінің **жартылай ыдырау периоды** болады, оның мәні изотоптың мөлшеріне де, температураға да, қысымға да тәуелді емес. Бір **жартылай ыдырау периоды** өткенде, изотоптың радиоактивтілігі екі есе азаяды, бірақ изотоп толық жоқ болып кетпейді, сол себептен Жер пайда болғаннан бері 4 миллиард жылдан астам уақыт өтсе де, радиоактивті изотоптар кездеседі. 6-кестеде кейбір изотоптардың **жартылай ыдырау периодтары** келтірілген.

6-кесте

Кейбір изотоптар және олардың жартылай ыдырау периодтары

Изотоп	Жартылай ыдырау периоды
Уран-238	$4,5 \cdot 10^9$ жыл
Көміртек-14	$5,7 \cdot 10^3$ жыл
Стронций -90	28 лет
Висмут-214	19,7 мин
Полоний-214	$1,5 \cdot 10^{-4}$ с
Йод-131	8,1 күн

Жартылай ыдырау периодтарын есептеу және оларды пайдалану

1-мысал.

Көміртек-14 радиоактивті изотобының жартылай ыдырау периоды – 5730 жыл. Осы изотоптың активтілігі 25 %-ке дейін төмендеу үшін қанша уақыт қажет?

Шешу жолы.

Бастапқы кезде изотоптың белсенділігі 100 %-ке тең (бастапқы белсенділік). Жартылай ыдырау периодына тең уақыт өткен кезде белсенділік 50 %-ды құрайды. Екі жартылай периодқа тең уақыт өткенде белсенділік 25 %-ды құрайды. Бір жартылай период 5730 жылға тең болғандықтан, белсенділіктің 25 %-ке дейін жетуіне $5730 \cdot 2 = 11460$ жыл кетеді.

2-мысал.

Йод-131 изотобының жартылай ыдырау периоды жуық шамамен 8 күнге тең. 8 грамм изотопты бақылауға алсақ, 24 күннен кейін оның массасы қандай болады?

Шешу жолы.

24 күнде 3 жартылай период өтеді: $\frac{24}{8} = 3$.

Изотоптың бастапқы массасы – 8 грамм. Бір жартылай период өткенде бастапқы массаның жарты мөлшері қалады, демек, $\frac{8}{2} = 4$ г.

Екі жартылай период өткенде 2 г қалады, ал үш жартылай период өткенде 1 г қалады.

Осындай есептеулер ядролық апаттар болған кезде радиоактивті сәулеленуді немесе радиоактивті ядролық қалдықтардың қауіптілігін бағалауда қолданылады.

3.9. Ядролық синтез

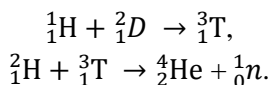
Ядролық синтездің реакциясында жеңіл атомдардың екі ядросы қосылып, жаңа элементтің ауыр бір ядросын түзеді. Бұл үдерістің жүру нәтижесінде өте көп энергия бөлінеді.

Ядролық реакциялар өте жоғары температурада өтеді, мұндай температура тек Күнде немесе жұлдыздарда болады. Екі ядро бір-бірімен қосылу үшін олар бір-біріне өте жақын болуы қажет. Жер бетінде әдеттегі температурада екі оң зарядты ядро бір-бірінен өте үлкен күшпен тебіледі, демек, синтез жүрмейді. Температура өте жоғары болғанда ядролар өте жылдам қозғалады және өте үлкен энергиямен соқтығысады, сонда тебілістің энергетикалық барьерін (қарсылығын) жеңеді. Ядролар бір-біріне жа-

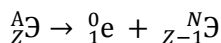
қындаған кезде ядролардың әрекеттесуі басталады, ядролық әрекеттесудің күші протондарды, нейтрондарды ядрода біріктіреді, ядролар қосылады.

Жұлдыздарда жүретін ядролық синтездің реакцияларының нәтижесінде жаңа элементтер түзіледі. Мысалы, ядролық синтез реакциясында сутек атомының екі ядросы қосылғанда олар гелийге айналады. Бөлінген энергия жарқылдау құбылысын қамтамасыз етеді.

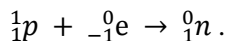
Төменде Күнде өтетін екі ядролық реакция мысалға келтірілген. Бұл реакцияларға сутектің екі изотобы қатысады (бұлар – 2_1D – дейтерий, 3_1T – тритий):



Радиоактивті ыдыраудың α -ыдырау, β -ыдыраудан басқа түрлері де болады. β^+ -ыдырау – позитрондық ыдырау, e^+ -бөлшек – позитрон, оның массасы электронның массасына тең, бірақ заряды электрон зарядына қарама-қарсы. Позитрондық ыдыраудың алдында ядролық үдеріс жүреді. Позитрондық ыдырау кезінде ядродағы протондар саны бір бірлікке азаяды, ал массалық сан өзгермейді. Түзілетін ядро – бастапқы ядроның **изобары** – периодтық жүйеде бастапқы элементтен бір орын бұрын орналасқан элементтің ядросы:

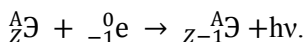


Электронды тартып алу (электронный захват), күтпеген жерден өз еркімен ыдырау болып табылады. Ядро өзіне жақын орналасқан К-қабаттан электронды өзіне тартып алады, сол кезде ядрода протон саны азаяды, жүретін үдеріс келесі теңдеумен өрнектеледі:



Ядро заряды бір бірлікке азаяды, ал массалық сан өзгермейді. Жаңадан түзілген ядро (туынды ядро) бастапқы элемент-

тің (изобардың) ядросы – периодтық жүйеде бастапқы элементтен бір орын бұрын орналасқан элементтің ядросы.



Осы үдерістен кейін соңғы қабаттағы электрон К-қабаттағы бос орынға келіп орналасады, сол кезде рентген сәулесінің кванты ретінде энергия бөлінеді.

3.10. Атом құрылысының қазіргі замандағы теориясы

Кванттық механика

Атом құрылысының қазіргі замандағы теориясы – кванттық механика. Кванттық механика атомдардың, молекулалардың, кристалдардың ішіндегі микробөлшектердің қозғалысын зерттейді. ХІХ ғасырдың алғашқы жартысында материалды бөлшектің әрі бөлшек, әрі толқын екені дәлелденген. Жарықтың интерференциясы және дифракциясы зерттеліп, олардың электромагниттік толқындар екені дәлелденді және жарықтың фотон деп аталатын бөлшектердің ағыны екені анықталды. Столетов ашқан фотоэффект құбылысы жарықтың және рентген сәулесінің бөлшектік қасиетін дәлелдеді.

Де Бройль толқыны

1924 жылы француз ғалымы Луи де Бройль микробөлшектің әрі толқын, әрі бөлшек екенін дәлелдеп, формула шығарды:

$$\lambda = h/mV$$

λ – толқын ұзындығы, h – Планк тұрақтысы, m – бөлшектің массасы, V – жылдамдығы.

Гейзенбергтің анықталмағыштық принципі

Гейзенберг микробөлшектің әрі координатасын, әрі импульсін бір уақытта анықтауға болмайтынын көрсетті. Анықталмағыштықтың математикалық формуласы:

$$\Delta P \Delta q \geq h / 2\pi$$

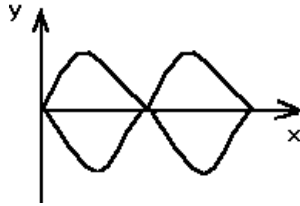
ΔP – импульстің шамасының анықталмағыштығы;

Δq – бөлшек координатасының анықталмағыштығы.

Сонымен, Бор теориясы бойынша, электронның стационар орбитада айналуы бекерге шықты, тек қана электронның ықтималды орнын білуге болады.

Шредингер теңдеуі

Электронның ықтималды орнын Шредингер теңдеуі арқылы табуға болады. 1926 жылы австриялық ғалым Шредингер ұсынған математикалық теңдеу электронның толқындық қасиетін сипаттады. Шредингердің пікірі бойынша, атом жүйесі жабық жүйе, сондықтан электрон қозғалысы тұйық толқынның қозғалысымен бірдей.



Егер тұйық толқынның математикалық теңдеуін қарастырсақ, ол жылдамдық пен уақытты қолданбайды. Ал егер тұйық толқынның теңдеуін атом системасына қолданса, ол теңдеу үш өлшемде болады, сондықтан Шредингер бір ғана x-пен шектелмей, теңдеуіне x, y, z-ті қолданды.

$$-\frac{h^2}{8\pi m} \nabla^2 \psi + u\psi = E\psi$$

$$\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$$

сонда

$$-\frac{h^2}{8\pi^2 m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + (u - E)\psi = 0$$

Бұл теңдеуде ψ – толқындық функция;

h – Планк тұрақтысы;

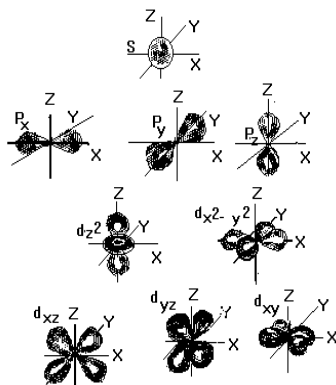
m – электрон массасы.

Шредингер теңдеуінің шешімі болып табылатын толқындық функция – орбиталь деп аталады.

Орбитальды квант сандары арқылы сипаттауға болады.

3.11. Квант сандары

n – бас квант саны, орбитальдағы электронның энергиясын және орбитальдың көлемін көрсетеді, күрделі атомдарда электрон орналасқан қабаттың реттік нөмірін көрсетеді. $n = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7...$ – бүтін сандар. Квант қабаты K, L, M, N, O, P, Q деп белгіленеді.



1-сурет

l – орбиталь квант саны, электрон бұлтының пішінін сипаттайды, оның мәндері: $l = 0, 1, 2, 3... n - 1$. l -дің бұл мәндеріне s, p, d, f деп белгіленетін орбитальдар сәйкес келеді. Олардың пішіндері: s – шар тәріздес, p – гантель; d – күрделі гантель, f – гүл жапырақтары типтес, күрделі пішін (1-сурет).

m – магнит квант саны, бұл сан орбиталдық (l) квант санына тәуелді, бір пішіндес орбитальдардың жалпы санын және олардың кеңістікте орналасуын көрсетеді.

$$m = -l \div +l$$

m – атом орбитальдарының қай жаққа бейімделіп созылуының бағытын білдіреді, сондықтан (+) немесе (-) белгісі болады. Бұл үш квант саны Шредингер теңдеуінен шықты. Ал кейін спектрдегі сызық өте күшті магнит өрісінде екіге жіктелетіні анық-

талды. Бұл құбылыс электронның төртінші квант саны m_s -пен сипатталатын жағдайын көрсетті. m_s – спин квант саны. Мәні $(+1/2)$ және $(-1/2)$; Электронның осінің айналасындағы қозғалысын сипаттайды. Квант сандары квант қабаттарындағы электрондардың санын және ықтималды орындарын сипаттайды. Осы орындарды көрсететін орбитальдарды шығарайық, кесте құрайық (7-кесте).

7-кесте

Квант сандарының мәндеріне байланысты электрондардың орындарын (орбитальдарды) шығару

n	1 (K)		2 (L)						
l	0		0		1				
m	0		0		0	+1		-1	
m_s	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$		$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$
Орбиталь символдары	1s	2s		2p _z	2p _x		2p _y		
l-дің мәніне сәйкес электрондардың таң. саны	2	2		6					
n-нің мәніне сәйкес электрондар саны	2	8							
n	3 (M)								
l	0	1			2				
m	0	0	+1	-1	0	+1	-1	+2	-2
m_s	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$	$+1/2$; $-1/2$
Орбиталь символдары	3s	3p _x	3p _y	3p _z	3d _{z²}	3d _{xz}	3d _{yz}	3d _{xy}	3d _{x²-y²}
l-дің мәніне сәйкес электрондардың таң. саны	2	6			10				
n-нің мәніне сәйкес электрондардың таң. саны	18								

Төртінші квант қабатында $n = 4$; $l = 0, 1, 2, 3$. Ал магнит квант санының мәндері: 0 ; ± 1 ; ± 2 ; ± 3 . Бұрынғыдай, кестеде көрсетілгендей, 4S, 4P, 4d пайда болады және қосымша 4f деген орбиталь пайда болады. 4S, 4P, 4d орбитальдарында сәйкесінше 2, 6, 10 электрон, ал 4f орбитальда 14 электрон болады. Сонымен, 4-кванттық қабаттағы электрондардың максимал саны $2n^2$ формуласы бойынша 32-ге тең.

Дәл осылай бесінші, алтыншы, жетінші квант қабаттарындағы электрондардың **max** саны анықталады. Бірақ жалпы химия деңгейінде 4f деген орбитальдан әрі қарай қарастырылмайды.

Сонымен, квант қабаттарындағы электрондар саны $2n^2$ деген формуламен анықталады.

S-орбитальда электрондардың мүмкін болатын максимал саны 2-ге тең. Үш P-орбитальда – 6-ға тең; бес d-орбитальда – 10-ға тең; жеті f-орбитальда 14-ке тең.

Орбитальдарды әріптермен белгілеп, электрондар санын көрсетіп жазғанда, элементтің **электрондық формуласы** шығады. Ұяшықтарын сызып белгілесек, электрондық формуланың графикалық түрі шығады.

3.12. Квант қабаттарының электрондармен толтырылуы

Паули принципі

Швейцария физигі Паули 1925 жылы электрондарды орбитальдарға орналастыру жөнінде **тыйым салу** принципін ұсынды «Атомдағы 2 электронның 4 квант санының төртеуі де бірдей болмайды. Атомдағы әрбір электронның ең кемінде бір квант саны өзгеше болу керек. Мысал үшін $n = 1$ болғандағы K – квант қабатын алайық, сонда $n = 1$; $l = 0$ (себебі $l = n-1$); $m = 0$; $m_s = +1/2$; бұл 1-электронның квант сандары. Ал келесі электрон үшін $n = 1$; $l = 0$; $m = 0$; $m_s = -1/2$.

Паули принципінен шығатын салдар: «бір орбитальда болатын 2 электронның спиндері қарама қарсы болады».

Бұл электрондарды былай белгілейді: $\boxed{\uparrow\downarrow}$ – электрон қосағы (электрондар орналасқан орынды «ұяшық» деп атайды.

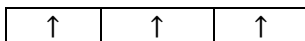
Хунд ережесі. «Орбитальдар электрондармен толтырылғанда, ең бірінші электрондар жеке-жеке орналасады, содан кейін қосақталады. Екінші электронның спині бірінші электронның спиніне қарама-қарсы болу керек».

Мысалы, азот атомы үшін $Z = 7$, электрон саны – 7; электрондық формула: $1s^2 2s^2 2p^3$.

$1s$ және $2s$ орбитальдары электрон қосақтарымен толтырылады:



Ал $2p$ орбиталь жеке электрондармен толтырылады:



Клечковский заңы

Көп электронды атомдардың орбитальдарын электрондармен толтырғанда, ең бірінші энергиясы аз орбитальдар толтырылады. Энергияның өсуіне байланысты, орбитальдар мынадай қатарға орналасады.

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

Осы заңдылықты 1926 жылы совет ғалымы В.М. Клечковский тұжырымдады.

Электронның берілген екі жағдайының қайсысында бас және орбиталь квант сандарының қосындысы ($n+l$) кіші болса, соның энергиясы кіші болады, сол орбиталь бұрын толтырылады.

Мысалы: $3d$ және $4s$ орбиталін қарастырайық:

$$3d \text{ үшін } n = 3; l = 2; n + l = 5$$

$$4s \text{ үшін } n = 4; l = 0; n + l = 4$$

$4s$ орбиталінің $n + l$ қосындысы кіші, демек, бұл орбитальдың энергиясы кіші, сондықтан ол бұрын толтырылады.

2. Егер n мен l -дің қосындысы бірдей болса, энергия бас квант санына тәуелді. Қай орбитальдің n мәні кіші болса, соның энергиясы кіші.

$$\text{Мысалы: } 4s \text{ үшін } n = 4; l = 0; n + l = 4$$

$$3p \text{ үшін } n = 3; l = 1; n + l = 4$$

4s және 3p орбитальдар үшін $n + l$ қосындысы бірдей, ал 3p үшін n кіші, сондықтан 3p бұрын толтырылады.

3.13. Атомдардың электрондық құрылымы және периодтық система

Периодтық жүйенің құрылымы. 1869 жылы Д.И. Менделеев ашқан периодтық заңның қазіргі заманда оқылуы: «Жай заттардың қасиеттері және элементтердің қосылыстарының қасиеттері мен түрлері элементтердің атомдарының ядросының зарядына периодты тәуелділікте болады».

Периодтық заңның графиктік кесте түріндегі бейнесі периодтық жүйе болып табылады. Периодтық жүйе периодтардан және топтардан құралады. Период дегеніміз – «ядро зарядының біртіндеп өсу және қасиеттерінің белгілі тәртіп бойынша өзгеру ретімен орналасқан элементтер жиынтығы».

Период нөмірі – бас квант санына сәйкес. Периодтар кіші, үлкен деп бөлінеді. I, II, III периодтар – кіші, ал IV, V, VI VII периодтар – үлкен.

Топтар. Негізгі және қосымша топтар.

Топ дегеніміз – жоғары оң валенттілігі бірдей элементтердің жиынтығы. Негізгі топша элементтерінің атомдарының соңғы электрондары ең сыртқы қабаттың s немесе p орбиталінде орналасады. Бұл элементтер « s »- және « p -элементтер» деп аталады.

Негізгі топшалар ұзын, оларға барлық периодтың элементтері кіреді. Қосымша топшалар IV периодтан басталады. Бұлар d -орбиталі толтырылатын элементтерден тұрады. Ал бұл элементтер « d -элементтер» деп аталады.

I, II топтардың негізгі топшаларындағы элементтер – s -элементтер. III, IV, V, VI, VII, VIII топтардың негізгі топшаларындағы элементтер – p -элементтер. Қосымша топшалардағы элементтер – d -элементтер. Ал VI және VII периодтарда 14 элементте f -орбиталь толтырылады, бұлар f -элементтер.

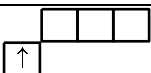
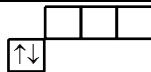
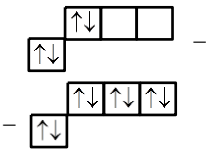
Элементтердің электрондық формулаларының периодтар бойынша өзгеруі

Енді периодтар бойынша элементтердің электрондық формулаларын жазамыз (8-кесте).



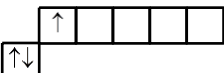
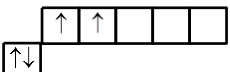
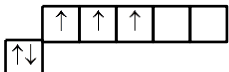
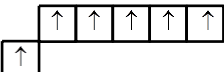
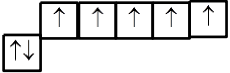
**Периодтық кестедегі химиялық элементтердің электрондық
формулаларының периодтар бойынша өзгеруі**

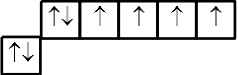
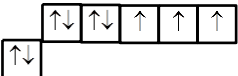
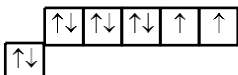
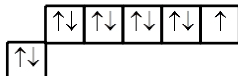
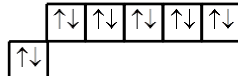
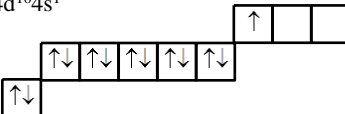
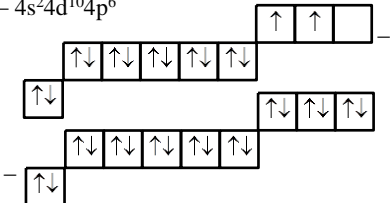
Элемент	реттік нөмірі	электрондық формула (сыртқы кабат)	электрондық формуланың графикалық түрі (сыртқы кабат)
1	2	3	4
I период			
H	1	$1s^1$	↑
He	2	$1s^2$	↑↓
II период			
Li	3	$2s^1$	↑
Be	4	$2s^2$	↑↓
B	5	$2s^2 2p^1$	↑↓ ↑ □ □
C	6	$2s^2 2p^2$	↑↓ ↑ ↑ □
N	7	$2s^2 2p^3$	↑↓ ↑ ↑ ↑
O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	↑↓ ↑↓ ↑ ↑
F	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑
Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

Екінші период аяқталғанда, екінші квант қабаты толтырылып бітеді. Әрбір период инертті газбен аяқталады. Бұл инертті элементтің (неон) сыртқы электрондық қабатының формуласы – $2s^2 2p^6$

III период			
1	2	3	4
Na	11	$3s^1$	
Mg	12	$3s^2$	
Al - Ar	13-18	$3s^2 3p^1 - 3s^2 3p^6$	

Үшінші период аяқталғанда $3s$ және $3p$ орбитальдар толтырылады. Бұл период аргон элементімен аяқталады. $3d$ орбиталь бос қалады.

IV период			
1	2	3	4
K	19	$4s^1$	
Ca	20	$4s^2$	
Sc	21	$4s^2 3d^1$	
Ti	22	$4s^2 3d^2$	
V	23	$4s^2 3d^3$	
Cr	24	$4s^1 3d^5$	
Mn	25	$4s^2 3d^5$	

Fe	26	$4s^23d^6$	
Co	27	$4s^23d^7$	
Ni	28	$4s^23d^8$	
Cu	29	$4s^13d^{10}$	
Zn	30	$4s^23d^{10}$	
Ga	31	$4s^24d^{10}4s^1$	
Ge – Kr	32 – 36	$4s^24d^{10}4p^2 -$ $- 4s^24d^{10}4p^6$	

IV период аяқталғанда криптон деген инертті газдың электрондық формуласы шығады. Бұл периодта III периодтан қалып кеткен 3d орбиталь толтырылады. Клечковский ережесі бойынша ол 4p орбитальдан бұрын толтырылады. (2.5-тарауды қараңыз) 4d және 4f орбитальдар бос қалады. IV период бойынша атап өтетін ерекшеліктер: хром атомында 4s орбитальда 1 электрон бола тұра, 3d орбитальда 5 электрон бар және мыс атомында $4s^13d^{10}$. Мұндай құбылысты «электронның құлап түсуі» деп атайды.

V период			
1	2	3	4
Rb	37	$5s^1$	\uparrow
Sr	38	$5s^2$	$\uparrow\downarrow$
Y	39	$5s^2 4d^1$	$\uparrow\downarrow$ \uparrow <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Zr	40	$5s^2 4d^2$	$\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<u>Nb</u>	41	$5s^1 4d^4$	\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow <input type="checkbox"/>
<u>Mo</u>	42	$5s^1 4d^5$	\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow
Tc	43	$5s^2 4d^5$	$\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow
<u>Ru</u>	44	$5s^1 4d^7$	\uparrow $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow
<u>Rh</u>	45	$5s^1 4d^8$	\uparrow $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow
<u>Pd</u>	46	$5s^0 4d^{10}$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$
<u>Ag</u>	47	$5s^1 4d^{10}$	\uparrow $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$
Cd	48	$5s^2 4d^{10}$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$
In	49	$5s^2 4d^{10} 5p^1$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Sn - Xe	50 - 54	$5s^2 4d^{10} 5p^2 -$ $- 5s^2 4d^{10} 5p^6$
---------	---------	--

V периодта асты сызылған элементтерде электрон құлап түсу құбылысы байқалады. Бұл периодта 4d-орбиталь толтырылады, ең соңында ксенон деген инертті элемент тұр, 4f, 5d орбитальдары бос қалады.

VI период			
1	2	3	4
Cs	55	$6s^1$	
Ba	56	$6s^2$	
La	57	$6s^2 5d^1$	
Ge-Lu	58-71	$6s^2 5d^1 4f^1 -$ $- 6s^2 5d^1 4f^{14}$	
Hf-Hg	72-80	$6s^2 5d^2 4f^{14} -$ $- 6s^2 5d^{10} 4f^{14}$	

Tl-Rn	81-86	$6s^2 5d^{10} 4f^{14} 6p^1 -$ $- 6s^2 5d^{10} 4f^{14} 6p^6$	
-------	-------	--	--

VI периодта 5d орбиталь толтырыла бастайды да, тоқтап қалады, содан кейін 4f толтырылып, 71-элементте аяқталады, сондықтан лантаннан (57) лютецийге (71) дейінгі элементтер бөлек шығарылып, «лантанидтер» деп аталатын топ құрылған. 4f толтырылып болғаннан кейін Hf(72)-Hg(80) аралығында 5d-орбиталь толтырылады да, Tc(81) бастап, Rn(86) дейін 6p-орбиталь толтырылып, аяқталады. VI период аяқталғанда 5f, 6d орбитальдары бос қалады.

VII период			
1	2	3	4
Fr	87	$7s^1$	
Ra	88	$7s^2$	
Ac	89	$7s^2 6d^1$	
Th-Lr	90-103	$7s^2 6d^1 5f^1 -$ $- 7s^2 6d^1 5f^{14}$	
Ku	104	$7s^2 6d^2 4f^{14}$	
Ns	105	$7s^2 6d^3 4f^{14}$	

VII периодта 6d орбитальдың толтырылуы басталып, тоқтайды, содан кейін Th(90)-Lr(103) аралығында 5f орбиталь толтырылады, бұл элементтер бөлек шығарылып, «актинидтер» деп аталатын топ құрылады. VII период аяқталмаған.

3.14. Элементтер атомдарының қасиеттерінің периодты түрде өзгеруі. Иондану энергиясы

Элементтердің атомдарының әртүрлі қасиеттері олардың электрондық құрылымымен байланысты. Бұл қасиеттер периодтар бойынша белгілі бір заңдылықтарға сәйкес өзгереді. Мысалы, иондану энергиясы. **Иондану энергиясы (I)** дегеніміз – атомнан электронды алу үшін жұмсалатын энергия:

$$\text{Э}^0 + \text{I} = \text{Э}^+ + \text{e}^-$$

Өлшем бірлігі кДж/моль немесе эВ/атом. Иондану энергиясы иондану потенциалына тең, тек қана иондану потенциалы вольтпен өлшенеді (В). Көп электронды атомдар үшін иондану энергиясы I_1, I_2, I_3 деп белгіленеді. I_1 – бірінші электронды алғандағы жұмсалатын энергия, I_2 -2-электронды, I_3 -3-электронды, ал осы энергияның өзгеруі мынадай заңдылыққа бағынады: $I_1 < I_2 < I_3$. Иондану энергиясы неғұрлым үлкен болса, электрон соғұрлым қиын алынады.

I топтың s-элементтерінде I_1 мәні аз болады (Li, Na, K) электрондарын тез береді, бұлар өте активті металдар. I_2 – бұл элементтер үшін жоғары. Реттік нөмір өскен сайын I_1 периодты түрде өзгереді. Мысалы: I_1 I топта өте аз болса, VIII топта өте үлкен (ядро зарядының өсуіне байланысты).

I топтан VIII топқа дейін I_1 барлық топтарда ішкі периодтылықпен өседі. Топтан топқа жылжыған сайын I_1 бір өсіп, бір азайып отырады, осы құбылысты ішкі периодтылық дейді.

Электрон тартқыштық (E) – атом электрон қосып алғанда бөлінетін энергия. Бұл кезде атом теріс зарядты ионға айналады. Период бойынша солдан оңға қарай электрон тартқыштық кемиді. Топта жоғарыдан төмен қарай электрон тартқыштық азаяды.

Электртерістілік (ЭТ) – электрон тартқыштық пен иондану энергиясының қосындысының жартысына тең:

$$\text{ЭТ} = \frac{(I + E)}{2}, \text{ эВ/атом}$$

Химиялық процесс жүрген кезде, электрон электртерістігі үлкен элементке қарай ауысады. Химияда **салыстырмалы электртерістілік** қолданылады. Малликен литийдің электртерістігін 1-ге тең етіп есептеуді ұсынды.

Литий үшін $\text{ЭТ} = 5,93$ осы 1-ге тең.

Сонда фтор үшін $21/5,93 = 3,6$ $\text{ЭТ} = 3,6$

ЭТ солдан оңға қарай өседі, ал жоғарыдан төмен қарай кемиді.

Атомдық және иондық радиустар

Атомдық радиустың абсолюттік шамасы өлшенбейді. Себебі электрон қозғалысы толқын қозғалысы сияқты. Атом радиусы деп теория бойынша есептелген электрон бұлттарының максималды сыртқы шеңберін алады. Бұл орбитальдық радиус деп те аталады. Практика жүзінде бір-бірімен байланысқан атомдардың радиусы қолданылады, бұл эффективті радиус деп аталады. Ал осы атомдар электроннан айырылғанда, иондық радиус болып есептеледі, периодта атомдық және иондық радиустар жалпы солдан оңға қарай кішірейеді. Кіші периодтарда әжептеуір кішірейеді. Ал үлкен периодтарда ішкі орбитальдар толтырылғанда d – сығылу, f – сығылу құбылысы орын алады, сол себептен радиустар аз кішірейеді.

4. ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

4.1. Химиялық байланыс туралы түсінік

Химиялық байланыс теориясы – химиядағы ең маңызды теориялардың бірі, оның себебі қосылыстардың әртүрлі қасиеттерін түсіндіреді.

Екі бөлшектің электрон бұлттары бүркеліп, системаның толық энергиясы азайғанда болатын екі атомның әрекеттесуін химиялық байланыс дейміз.

1927 жылы Гейтлер және Лондон H_2 молекуласы үшін Шредингер тендеуін жуық шамамен шешті. Олар сутек атомының электронының $1s$ түріндегі толқындық функциясын алды. Егер екі атом (а және в) бір-біріне әсер етпейтін қашықтықта болса, екі атомның толқындық функциясы әрбір атомның толқындық функцияларының көбейтіндісі арқылы жазылады.

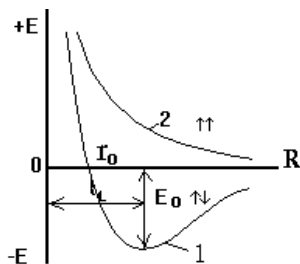
$$\psi = \phi_{a(1)} \phi_{b(2)}$$

$$\psi = \phi_{b(1)} \phi_{a(2)}$$

а және в атомдары жақындаған сайын, олар бір-біріне әсер ете бастайды, сонда олардың біреуінің электроны екіншісінің ядросына, ал екіншісінің электроны біріншісінің ядросына тартылады. Ал екі ядро және екі электрон өзара тебістіріледі. Мұндайда электрондардың толқындық функцияларын былай көрсетуге болады.

$$\psi = \phi_{a(1)} \phi_{b(2)} + \phi_{b(1)} \phi_{a(2)}$$

Осы функция арқылы электрондар энергиялары әртүрлі қашықтықтар үшін есептелген және графигі алынған.



2-сурет

Егер тартылысқан электрондардың спиндері әртүрлі болса, атомдар жақындағанда, энергия азаяды (2-сурет, 1-қисық) молекуланың энергиясы (\min) минимумына сәйкес. Ал егер спиндер бір түрлі болса (2-сурет, 2-қисық), химиялық байланыс түзілмейді. Сонымен, химиялық байланыс түзілу үшін жүйенің энергиясы азаю керек.

4.2. Химиялық байланыстың мөлшерлік сипаттамалары

Байланыс энергиясы – бұл байланысты үзуге жұмсалатын энергия. Байланыс энергиясы химиялық байланыстың беріктігін көрсетеді. Байланыс энергиясы көбейген сайын химиялық байланыстың беріктігі арта береді. Екі атомды молекулалар үшін байланыс энергиясы диссоциациялану энергиясына тең. Мысалы, F_2 үшін 159 кДж/моль; N_2 үшін 940 кДж/моль.

Көп атомды молекула үшін, мысалы: $H_2O = 2H + O$, $H - O - H$ орташа байланыс энергиясы $E_{O-H}/2 = 924/2 = 462$ кДж/моль.

Диссоциациялану энергиясы байланыс санына бөлінеді. Периодтық системада байланыс энергиясы жоғарыдан төмен қарай азаяды.

Байланыс ұзындығы деп байланысқан атомдардың ядроларының арасындағы қашықтықты айтады.

$$d_{A-B} = 1/2 (d_{A-A} + d_{B-B})$$

d_{A-B} – байланыс ұзындығы – А және В атомдарының арасындағы қашықтық

$d_{A-A} - A_2$ молекуласындағы $2A$ атомдарының арасындағы қашықтық.

$d_{B-B} - B_2$ молекуласындағы $2B$ атомдарының арасындағы қашықтық

Молекуланың диполь моменті

Екі атом әрекеттесіп, химиялық байланыс түзілсе, атомдардың электртерістігі әртүрлі болса, молекула полюсті болады. Осы полюстікті өлшеу үшін диполь моменті деген түсінік қабылданған.

$$\mu = d \cdot \sigma$$

μ – диполь моменті

d – байланыс ұзындығы

σ – заряд (дебай; клм. кулонометр)

Валенттік бұрыш – байланысқан атомдардың ядроларын қосып тұрған түзулердің арасындағы бұрыш. Валенттік бұрыш молекуланың кеңістіктегі құрылымына тәуелді. Мысалы, CH_4 – тетраэдр, валенттік бұрыш – $109,5^\circ$.

4.3. Химиялық байланыстың түрлері

Химиялық байланыстың негізгі түрлері: иондық, коваленттік, металдық, сутектік.

Иондық байланыс

«Химиялық қасиеттері әртүрлі екі элементтің арасында электрстатикалық тартылу арқылы болатын байланысты иондық байланыс дейді».

Коссель теориясы 1916 ж.

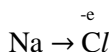
Негізгі қағидалары:

1. Сыртқы қабатында 2 немесе 8 электроны бар инертті газдар химиялық жағынан өте инертті, олардың сыртқы электрон қабаты өте тұрақты.

2. Атомдар молекулаға біріккенде, электрон беру немесе қосып алу арқылы сыртқы қабаттарын инертті газдардың сыртқы қабаттарына ұқсатқысы келеді.

3. Әрекеттесуші атомдардың қайсысы электрон берсе, сол оң зарядты ион-катионға айналады, ал электрон қосып алғаны – теріс зарядты ион - анионға айналады.

4. Иондық байланыс түзілгенде, бір атомның электрон бұлты екінші атомға толық ауысады. Иондық байланыс негізінде I және VII топтың элементтері арасында түзіледі. Мысалы, натрий мен хлордың арасында иондық байланыс түзіледі. Бұл кезде натрий атомы бір электрон беріп, катионға айналады, ал хлор атомы бір электрон қабылдап, анионға айналады.



Натрий электрон беріп жібергеннен кейін оның электрондық қабаты инертті газдың электрондық қабатына ұқсас болады.

Na ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) – натрий атомының электрондық формуласы;

Cl ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$) – хлор атомының электрондық формуласы.

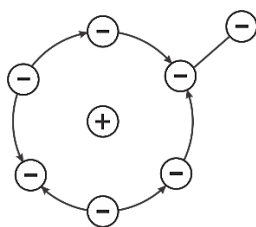
Ал электрон алу-беру процесінен кейін олардың иондарының электрондық формулалары мынадай болады:

Na^+ ($2s^2 2p^6$) – инертті газдың қабатына ұқсас;

Cl^- ($3s^2 3p^6$) – бұл да инертті газдың қабатына ұқсас.

Иондық байланыс түзілу үшін 1-атомның иондану энергиясы 2-атомның электрон тартқыштығынан аз болу керек.

Иондық байланыстың қасиеттері



1. Бұл қанықпаған және бағытталмаған байланыс.

Иондық байланыстың қанықпағанын және бағытталмағанын былай түсіндіруге болады. Оң зарядты иондар мен теріс зарядты иондар бір-біріне тартылғанда, олардың электр өрісі сфера сияқты болып келеді, олардың зарядтары жан-жақты симметриялы түрде орналасқан, сондықтан осындай өріске басқа зарядты иондар жан-жақтан келіп тартыла береді (3-сурет).

Бір өріске бірнеше ион сыяды (қанықпағандық). Тартылыс күшінен басқа тебіліс күші болады, сондықтан бөлшектер рет-ретімен орналасады, сол себептен иондық байланысты қосылыстар – кристалдар болып табылады.

Әрбір оң зарядты ионды бірнеше теріс зарядты иондар қоршай алады, олардың саны координациялық сан деп аталады. Координациялық сан (N) катиондар мен аниондардың радиустарының арақатынасы арқылы анықталады, 9-кестеде бірқатар иондық қосылыстар және олардың координациялық сандары келтірілген

9-кесте

Кейбір иондық қосылыстар және олардың координациялық сандары

Гкатион / Ганион	N	қосылыстар
0,225-0,414	4	ZnS
0,414-0,732	6	NaCl, KCl, NaF
0,732	8	CsCl, CsBr, CsI

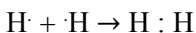
Иондық қосылыстарда молекула деген ұғым жоқ, валенттілік деген ұғым жоқ, иондық қосылыстарды былай жазуға болады (NaCl)_n.

Коваленттік байланыс

Америкалық ғалым Льюис 1916 ж. коваленттік байланыс жөнінде теория ұсынды. Льюис теориясының қағидалары Коссель теориясының қағидаларына ұқсас, тек бұл теорияда екі атом әрекеттескенде, электрон қосағы екі атомға ортақ болады.

1-әдіс: Ковалентті байланыс алмасу арқылы түзіледі. Әрбір атом бір-бір электроннан береді. 2-әдіс: донорлы-акцепторлы – бұл кезде 1-атом 2 электронмен, ал 2-атом орбитальмен қамтамасыз етеді.

«Бір немесе бірнеше электрон қосақтары арқылы түзілетін химиялық байланыс коваленттік байланыс деп аталады».



Льюистің көзқарасы бойынша, элементтің валенттілігі электрон жұптарының санына сәйкес. Мысалы: HF деген қосылысты

қарастырсақ: бұл қосылыста химиялық байланыс бір сызықпен белгіленеді: $\text{H} - \text{F}$, демек, мұнда 1 коваленттік байланыс, бұл молекулада фтор 1-валентті, ал су молекуласында екі сызық: $\text{H} - \text{O} - \text{H}$, демек, 2 коваленттік байланыс, бұл молекулада оттегі 2-валентті, NH_3 молекуласында: үш сызық, 3 коваленттік байланыс, бұл молекулада азот 3-валентті.

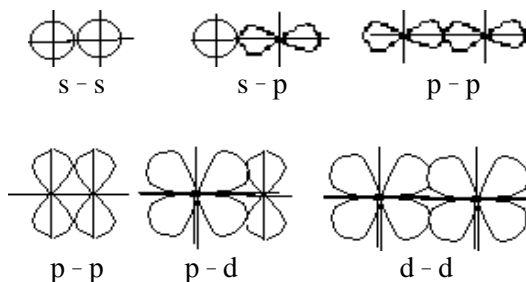
Ковалентті байланыстың қасиеттері

1. Коваленттік байланыс – қаныққан байланыс, оның себебі электрон жұбы түзілгенде, ол жерде үшінші электрон болмайды.

2. Ковалентті байланыстың полярленуі: әртүрлі химиялық қосылыстар атомның бір түрінен тұрмайды, егер химиялық коваленттік байланысты екі түрлі атом түзсе, электрон қосағының бұлты пішінін өзгертіп, электр терістігі үлкендеу атомға қарай ығысады. Осы құбылысты полярлену құбылысы дейді.

3. Ковалентті байланыстың бағытталуы.

Ковалентті байланыстың екі атомның электрон бұлттары бүркескенде түзілетінін білеміз. Егер орбитальдардың бүркесу бөлігі байланысушы атомдардың ядроларын жалғастыратын түзу сызықтың бойына орналасса, σ -байланыс түзіледі. Бүркесулер мына электрон бұлттарының қатысуымен жүреді: $s - s$, $p - p$, $s - d$, $p - d$, $d - d$. σ -байланыс берік байланыс болып табылады. Ал егер орбитальдардың бүркесу бөлігі ядроларды жалғастыратын түзудің бойында емес, сол түзудің екі жағына орналасса, π -байланыс орын алады.



Кейбір молекулаларда әрі σ -байланыс әрі π -байланыс түзіледі. Бұл – еселі байланыстар.

Валенттік байланыс әдісі

Химиялық байланыстың түзілу механизмін қарастырғанда екі әдіс қолданылады. Біріншісі – валенттік байланыс әдісі, екіншісі – молекулалық орбитальдар әдісі.

Валенттік байланыс әдісінің негізгі қағидалары:

1. Коваленттік байланысты спиндері қарама-қарсы болып келетін екі электрон түзеді.

2. Коваленттік байланыс түзілгенде, электрондардың толқындық функциялары бір-бірімен бүркеседі, сондықтан екі атомның арасындағы электрон бұлтының тығыздығы арта түседі. Жүйенің энергиясы азаяды.

3. Коваленттік байланыс әрекеттесетін атомдардың электрон бұлттарының көбірек бүркескен жағына қарай бағытталады.

ВБ әдісі бойынша элементтердің валенттілігі

I период: $H(1s^1)$ $\boxed{\uparrow}$ – сутек атомында нормаль және қозған күйінде бір электрон, сондықтан бұл элемент 1-валентті

$He(1s^2)$ $\boxed{\uparrow\downarrow}$ – гелий атомында жалқы электрон жоқ, валенттілік 0.

II период: $Li(1s^2 2s^1)$ – бұл атомның нормаль күйі. Литийде басқа 2p-орбиталь бар, бірақ электронды p-орбитальға ауыстыру үшін өте үлкен энергия керек, сондықтан ол электрон ауыса қоймайды – литий 1 валентті

$Be Z = 4(1s^2 2s^2)$ $\boxed{\uparrow\downarrow}$ $\boxed{\uparrow\downarrow}$ $\boxed{}$ $\boxed{}$ $\boxed{}$ – 1 электрон 2s-тен 2p-ға

ауысады, 2 жалқы электрон пайда болады, Be – 2 валентті.

4.4. Молекулалық орбитальдар әдісі

Негізгі қағидалары:

1. Молекула – біртұтас жүйе, ондағы барлық электрондар сол молекулаға ортақ.

2. Молекуладағы электрон атомдағыдай бір ядроның өрісінде емес молекула құрамындағы барлық ядролар өрісінде болады.

3. Молекуладағы әр электронға молекулалық орбиталь сәйкес келеді.

4. Молекулалық орбитальдарға электрондардың орналасуы орбитальдардың энергиясының өсуіне қарай, Паули принципі және Хунд ережесіне сәйкес жүзеге асырылады.

Байланыстыратын және босаң орбитальдар.

Молекулалық орбитальдар атом орбитальдарының қосылуы немесе алынуы арқылы түзіледі.

$$\Psi_1 = \sqrt{1/2} (1S_a + 1S_b)$$

$$\Psi_2 = \sqrt{1/2} (1S_a - 1S_b)$$

Атом орбитальдары қосылғанда, жаңадан түзілген молекулалық орбитальдың энергиясы төмен болады – бұл байланыстыратын орбиталь.

Атом орбитальдарының функциялары бір-бірінен алынғанда түзілген молекулалық орбитальдың энергиясы жоғары болады – бұл босаң орбиталь (S-S пен σ -бос).

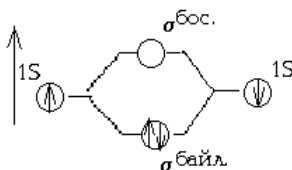
Байланыс саны (Б.С.)

$$\text{Б. С.} = \frac{(\text{Байланыстыратын электрондар саны}) - (\text{Босаң электрондар саны})}{2}$$

Б.С. неғұрлым жоғары болса, соғұрлым байланыс берік болады.

1. H_2 молекуласын қарастырайық (4-сурет). Бұл молекулада екі электрон бар. H_2 молекуласының электрондық формуласы (σ -байл.)² деп жазылады. Б.С. = $2 - 0 / 2 = 1$

2. He_2 молекуласы Б.С. = $2 - 2 / 2 = 0$ Б.С. - 0-ге тең - молекула түзілмейді.



4-сурет

II период.

II периодтың элементтері байланыс түзгенде, 1s-орбитальдардан басқа 2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z орбитальдары қатысады. Сонда $\sigma_{(1s)}^{\text{байл.}}$, $\sigma_{(1s)}^{\text{бос.}}$ молекулалық орбитальдардан басқа орбитальдар да қатысады:

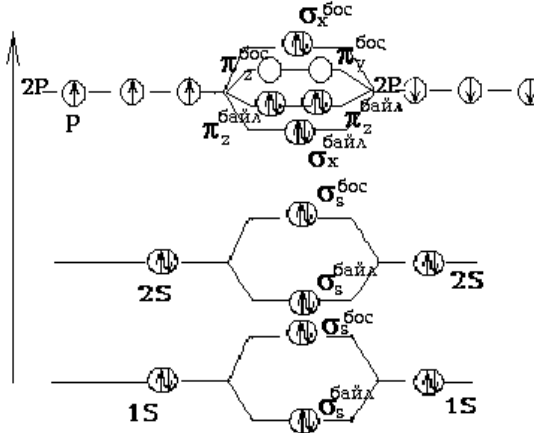
$$\begin{aligned} \sigma_{(2s)}^{\text{байл.}} < \sigma_{(2s)}^{\text{бос.}} < \sigma_{(2p_z)} < \pi_{(2p_x)}^{\text{байл.}} = \\ = \pi_{(2p_y)}^{\text{байл.}} < \pi_{(2p_x)}^{\text{бос.}} = \pi_{(2p_y)}^{\text{бос.}} < \sigma_{(2p_z)}^{\text{бос.}} \end{aligned}$$

немесе

$$\sigma_{2s}^{\text{байл.}}, \sigma_{2s}^{\text{бос.}}, \sigma_z, \pi_x^{\text{байл.}}, \pi_y^{\text{байл.}}, \pi_x^{\text{бос.}}, \pi_y^{\text{бос.}}, \sigma_z^{\text{бос.}} \text{ (қысқаша түрі)}$$

Азот молекуласы (N₂)

Азоттың бір атомында 7 электрон бар. Азоттың реттік нөмірі Z = 7 (1s² 2s² 2p³). Байланыс түзуге екі атомның 14 электроны қатысады. Сонда молекуланың энергетикалық диаграммасы мынадай болады (5-сурет).



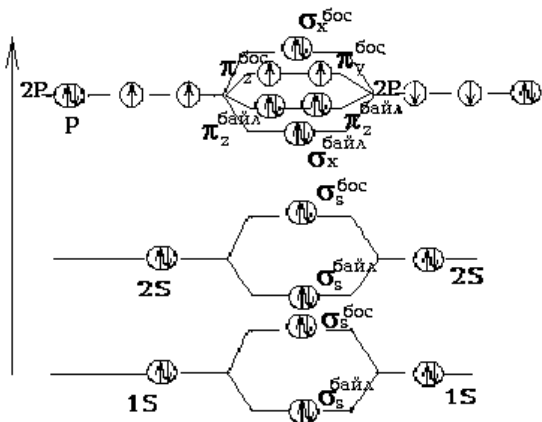
5-сурет

Ал молекуланың электрондық формуласы мынадай болады.

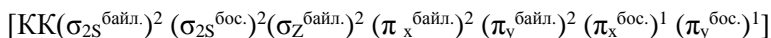
$$\text{KK } (\sigma_{2s}^{\text{байл.}})^2 (\sigma_{2s}^{\text{бос.}})^2 (\sigma_z^{\text{байл.}})^2 (\pi_x^{\text{байл.}})^2 (\pi_y^{\text{байл.}})^2 (\pi_x^{\text{бос.}})^0 (\pi_y^{\text{бос.}})^0 (\sigma_z^{\text{бос.}})^0$$

Б.С. = $8-2/2 = 6/2 = 3$ (3 байланысы бар молекула тұрақты).

Оттек молекуласының формуласы азот молекуласының формуласына ұқсайды, тек екі электрон артық (6-сурет).



6-сурет

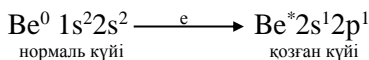


$$\text{Б.С.} = 8-4 / 2 = 4 / 2 = 2$$

Молекулалық орбитальдарда жалқы электрондар бар. Молекула парамагнитті, демек, магниттік моменті бар, магнитке тартылады.

4.5. Гибридтену

Берилий атомын қарастырайық:



Атомның қозған күйі байланыс түзсе, бұл байланысқа бір s-электрон және бір p-электрон қатысады. Ал s-электрон мен p-электронның энергиялары әртүрлі, сондықтан берилий атомы

түзетін екі байланыстың энергиясы әртүрлі болу керек (Cl-Be-Cl). Бірақ эксперимент арқылы байланыс энергиясын өлшесе, осы екі байланыстың энергиясы бірдей болып шығады.

Осындай құбылысты түсіндіру үшін Полинг «гибридтену» деген түсінік енгізді. Полингтің пікірі бойынша, s және p-орбитальдар байланыс түзердің алдында өзара араласады, басқаша айтқанда, гибридтенеді. Гибридтену әртүрлі жолмен жүреді. Гибридтену типтері 10-кестеде келтірілген.

d-орбитальдары бар элементтерде dsp^2 – гибридтену болады – жазық квадрат (90°), d^2sp^3 – октаэдр – SF_6 . Сонымен, гибридтену деп орбитальдардың өзара араласып, бір пішіндес және тең энергиялы орбитальдарға айналуын айтады.

10-кесте

Гибридтену типтері

Период	s-орбиталь саны	p-орбиталь саны	Гибридтену типі	Валенттік бұрыш	Геометриялық форма	Молекула
II	1	1	SP	180°	түзу сызық	MgF ₂ CaF ₂ BeF ₂
III	1	2	SP ²	120°	тең қабырғалы үшбұрыш	BF ₃
IV	1	3	SP ³	109°	тетраэдр	AlF ₃ GaF ₃

4.6. Молекулалар арасындағы байланыс

Ван-дер-Ваальс күштері

Молекулалардың бір-біріне тартылысу күштері валенттік күштерден әлсіз. Заттардың қатты және сұйық күйде болатыны осы Ван-дер-Ваальс күштеріне байланысты.

Молекулалардың полярленуі

Егер екі, үш полюсті молекулалар Ван-дер-Ваальс күштері арқылы тартылса, бұл молекулалардың полюстілігі арта түседі; диполь моменті өседі, деформация болады, осы құбылыс молекуланың полярленуі деп аталады.

Лездік және индукцияланған диполь

Егер бір полюссіз молекула мен бір полюсті молекула кездесе, полюсті молекуланың оң полюсі полюссіз молекуланың электрон бұлтын тартады, сөйтіп, полюссіз молекула полюстене-ді, диполь пайда болады. Осы диполь – индукцияланған диполь.

Ал егер екі полюссіз молекула кездесе, олардың электрон бұлттары мен ядро өрісі бір-біріне әсер етіп, лездік диполь пайда болады. Лездік диполь үздіксіз пайда болып, үздіксіз жойылып тұрады.

Иондардың поляризациясы

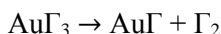
Иондардың поляризациясы – электрондардың орналасуының әуелгі қалпынан ауытқуы. Катиондардың поляризациялағыш қасиеті катионның оң заряды көбейген сайын арта түседі.

Аниондардың деформацияланғыш қасиеті теріс заряд көбейген сайын, радиус өскен сайын күшейеді.

Поляризация құбылысының химиялық қосылыстардың қасиеттеріне әсері

1. Қатты заттың балқу температурасы молекуланың деформациялануына байланысты. AgCl қосылысында Ag^+ – 18 электронды, электрон қабаты берік, поляризациялағыш қасиеті күшті, соның нәтижесінде AgCl тез балқиды. Na – поляризациялағыш катион, күші аз – NaCl молекуласы аз деформацияланған, NaCl -дың балқуы қиын.

Термиялық диссоциациялану. Қатты заттар былай ыдырайды:

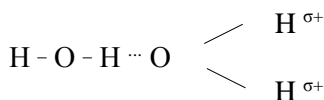


Химиялық қосылыстардың түсі. Катионның поляризациялағыштығы, анионның деформацияланғыштығы күшейсе, қосылыстардың түсі қанықтау болады:

K_2O	CaO	Sc_2O_3	TiO_2	V_2O_5	CrO_3	Mn_2O_7	Fe_3O_4
ақ	ақ	ақ	ақ	қына	күрең	қою	қара
(сарғыш)			(сарғыш)	сары	қызыл	жасыл	

4.7. Су текті байланыс

Су молекулаларында сутектік байланыс болады. Су молекулаларында Н - О - Н электрон бұлты электртерістілігі үлкен оттекке қарай ығысқан, сондықтан Н⁺ ионында оң заряд пайда болады. Ол оң зарядты болғандықтан, басқа су молекуласының теріс зарядын өзіне тартады да, сутектік байланыс түзіледі, ол химиялық байланыстан әлсіз, ал Ван-дер-Ваальс күштерінен күштілеу. Сутегі бар молекулаларда орын алған.



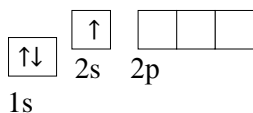
Катионның поляризациялағыштығы, анионның деформациялануы неғұрлым күшті болса, соғұрлым термиялық диссоциация тез өтеді.

4.8. Металдық байланыс

Металдардың қасиеттері басқа заттарға қарағанда өзгеше-леу, олардың электр тогын өткізгіштігі күшті, жылу өткізгіштігі күшті, әдетте, металдар кристалдар болып келеді. Осындай қасиеттердің болатыны металдық байланыс болу себебінен. Енді металдық байланыстың табиғатын қарастырайық. Металдардың кристалдық торларының атомдарының координациялық сандары өте жоғары болады. Металдардың басым көпшілігінің тығыз түрде гексагоналды (Mg, Be, Cd, Zn және т.б.) немесе гранцентрленген кубтық (Cu, Ag, Au, Al, Ni және т.б.) құрылымдарда кристалданады. Мұндай құрылымдар өлшемдері бірдей болып келетін сфера тәріздес бөлшектерден түзілген кристалдарға тән, олардың координациялық сандары 12-ге тең, кеңістіктің толтырылуы жуық шамамен 74 %-ті құрайды. Сілтілік металдар және V, Cr, W, сонымен қатар тағы басқа металдардың торлары кубтық көлемдік түрде центрленген, олардың координациялық сандары 8-ге тең. Металл атомдарының иондану энергияларының мәндері

кіші, сілтілік металдар үшін бұл мәндер өте кіші, ал тотығу дәрежелерінің таңбалары оң болып келеді.

Кристалдық торлардағы атомдардың координациялық сандары жоғары, ал сыртқы валентті электрондардың сандары аз болғандықтан, сілтілі металдардың атомдарындағы орбитальдарда бір электрон болады. Мысалы, литийді (Li) қарастырайық: оның электрондық формуласы былай жазылады: $(1s^2 2s^1 2p^0)$. Литийдің екі атомы қатар тұрса, олардың орбитальдары бүркеседі.



Байланыс түзуге 1 электрон 4 орбиталь катысады. Сондықтан бұл электрон барлық орбитальдарға ортақ болып, бос жүреді, сондықтан металл атомдарының арасындағы байланысты түсіндіруде валенттік байланыс әдісін қолдану өте қиын. Бір металдың атомдарының арасында иондық байланыстың түзілуінің де мүмкіндігі аз. Осының барлығын тұжырымдаған кезде, металл атомдарының арасында химиялық байланыстың ерекше бір түрі – **металдық байланыстың** орын алатынын айтуға болады.

Металдардың электрөткізгіштігінің өте жоғары болатыны металдық құрылымдағы кеңістікте электрондардың қозғалғыштығы өте жоғары болуымен түсіндіріледі («бос электрондар моделі»). Металдардағы бос валентті электрондар энергетикалық тұрғыдан рұқсат етілген орбитальдар бойынша қозғалыста болады және атомдар арасында бағытталмаған, орнықпаған химиялық байланыс түзеді, соның нәтижесінде металдың электрөткізгіштігін қамтамасыз етеді.

Металдық байланыс – бұл орнықпаған химиялық байланыс. «Бос электрондар» деген ұғым бұл электрондардың металл құрылымында қозғалыста болу мүмкіндіктерін қарастырады, бірақ олар реакцияға түсуге қабілетті және олар кристалдық тор түзетін оң зарядты иондардың өрісінде болады. Үнемі қозғалыста жүретін электрондардың осындай күйі кристалдың тұрақтылығын қамтамасыз етеді және металдың механикалық қасиеттерін айқындайды. Сонымен, металл дегеніміз – «электрон газының (Ферми газы) ішіне салынған тығыз орналасқан катиондардан тұратын құрылым деп қарастырылады.

Қатты денеде бір-бірімен әрекеттесетін бөлшектердің біртұтас жиынтығы ретінде қарастырылатын металдық байланысты түсіндіру үшін **кристалдардың зоналық теориясын** қолданады. Металдардың өткізгіштігінің зоналық теориясының негізі болып келесі кванттық-механикалық көзқарастар қарастырылады: металдағы (қатты заттағы) электрондардың энергиясының мәндері тек дискреттік болады; электрондардың энергетикалық деңгейлерге таратылуы Паули принципін қанағаттандыратын Ферми-Дирактың кванттық статистикасына бағынуы шарт. Әрине, «электрон газын әдеттегі газ ретінде қарастыруға болмайды.

Кристалл түзілген кезде белгілі бір атомға басқа атомдар бірінен соң бірі келіп қосыла береді. Молекулалық орбитальдар теориясы бойынша екі атомның әрекеттесуінің нәтижесінде олардың орбитальдары бүркеседі де, байланыстыратын және босаң орбитальдар түзіледі, демек, әрбір атомның энергетикалық күйі екіге бөлінеді. Келесі бірнеше атомдардың әрекеттесуінің нәтижесінде кристалдану орталығы көп атомдық жүйе деңгейіне дейін өсе түседі. Бұл жүйеде N атом болады (массасы 1 грамға тең макроденде $N = 10^{22} - 10^{23}$ атом болады). Сонымен, атомның алғашқы энергетикалық күйінің орнында үлкен **энергетикалық зона** пайда болады. Бұл зонада бір-біріне жақын орналасқан N дискретті энергетикалық деңгейлер бар (энергияларының мәндері бір-біріне өте жақын, жуық шамамен 10^{-22} эв).

Энергетикалық зонаның молекулалық орбитальдары Паули принципіне сәйкес екі электронмен толтырылады. Валенттік электрондар орналасқан зонаны валенттік зона деп атайды. Валенттік зонадан жоғары орналасқан бос зона **өткізгіш зона** деп аталады.

Мысалы, сілтілік металдардың кристалдары түзілгенде атомдардың валенттік зонасы N сыртқы s -электрондардан құрастырылады (бұл электрондар екі-екіден $N/2$ энергетикалық деңгейде орналасқан). Сілтілі металдарда валенттік зона энергетикалық деңгейлердің жартысында орналасқан (сыртқы s -деңгейде 1 валентті электрон бар), басқа деңгейлер толтырылмаған, олар өткізгіш зона болып табылады. Бұл – металдарға тән қасиет. Электр тогының әсерінен электрондар өткізгіш зонаға еркін түрде және жылдам ауысады, сол себептен металдар электр тогын жақсы өткізеді.

Сілтілі жер металдардың кристалдарында (...s²p⁰) металл атомдарының әрекеттесу нәтижесінде s- және p-орбитальдар бүркеседі, нәтижесінде өткізгіш зона валенттік зонаға жақындайды, сол себептен бұл металдардың да өткізгіштігі жоғары болады.

Ауыспалы металдарда s-, d- және p-орбитальдар бүркесуі мүмкін. Бұл металдардағы химиялық байланыс тек металдық байланыс болып сипатталмайды. Олардың ерекше қасиеттері (атомдар арасындағы байланыс энергияларының, атомдану энергияларының жоғары мәндері, балку және қайнау температураларының жоғары болуы бүркесуге d-орбитальдардың қатысу мүмкіндігін жоққа шығармайды.

5. КОМПЛЕКСТІ ҚОСЫЛЫСТАР

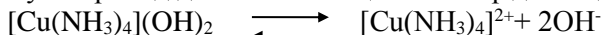
5.1. Комплексті қосылыстар туралы түсінік. Координациялық теория

Бұрынғы бізге белгілі қосылыстарда атомдар бір-бірімен иондық және коваленттік байланыстар арқылы қосылған. Мұндай қосылыстар бірінші ретті деп аталатын. Осы қосылыстардың молекулалары өзара әрекеттескенде, комплексті қосылыстар деп аталатын жоғарғы ретті қосылыстар түзіледі.



$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – комплексті қосылыс

Сулы ерітіндіде комплексті қосылыстар диссоциацияланады.



$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ – комплексті ион

Кристалда да, ерітіндіде де құрамында комплексті ионы болатын жоғарғы ретті қосылыстар **комплексті қосылыстар** деп аталады.

Химиялық байланыс теориясы тұрғысынан қарағанда, «Комплексті қосылыстар дегеніміз – құрамында бір немесе бірнеше донорлы-акцепторлы байланыс болатын жоғарғы ретті қосылыстар».

1893 жылы Швейцария ғалымы Вернер комплексті қосылыстардың құрылысы мен қасиетін түсіндіретін **координациялық теория** ұсынды.

Негізгі қағидалары:

1. Комплексті қосылыстағы басты орын комплекс түзушінің үлесіне тиеді. Комплекс түзуші көбінесе оң зарядты металл иондары болады.

2. Комплекс түзушінің маңайына теріс зарядталған аниондар немесе электр нейтрал молекулалар – **лигандалар** жиналады.

3. Комплекс түзушінің маңайына орналасқан лигандалардың жалпы саны комплекс түзушінің координациялық саны (к.с.) болып табылады.

4. Комплекс түзушімен лигандалар – комплекс қосылысының ішкі сферасы.

5. Ішкі сфераға сыймай қалған иондар – комплексті қосылыстың сыртқы сферасы.

Мысалы: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

Cu^{2+} – комплекс түзуші, NH_3 – лиганда, к.с.= 4.

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ – ішкі сфера, SO_4^{2-} – сыртқы сфера

Комплекс түзушінің координациялық саны

Негізгі комплекс түзушілерге Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің d-элементтері жатады. Комплекс түзушілердің координациялық саны тотығу дәрежесіне тәуелді (11-кесте).

11-кесте

Комплекс түзушілердің координациялық сандары

Комплекс түзушілер	Тотығу дәрежесі	Координациялық сан
$\text{Cu}^+, \text{Ag}^+, \text{Au}^+$	1+	2
$\text{Cu}^{2+}, \text{Ag}^{2+}, \text{Au}^{2+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$	2+	4
$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Co}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Pt}^{4+}, \text{Pb}^{4+}, \text{Pd}^{4+}$	2+ 3+ 4+	6
$\text{Cd}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{W}^{6+}, \text{Mo}^{6+}$	2+ 6+	8 (өте сирек кездеседі)

Маңызды лигандалар:

- 1) полүсті молекулалар: H_2O , NH_3 , CO , NO , NH_2OH
- 2) иондар: F^- , Cl^- , Br^- , I^- , O^{2-} , OH^- , CN^- , CNS^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

Комплексті қосылыстың формуласын құрастыру

Комплексті қосылыстың формуласын құрастыру үшін комплекс түзушінің координациялық санын, оның зарядын, лигандалардың зарядтарын, сыртқы сфераның зарядын анықтау керек.

Мысалы: Fe^{2+} – комплекс түзуші, CN^- – лиганда, K^+ – сыртқы сфера. Fe^{2+} – ионының координациялық саны – 6, сондықтан

$\text{Fe}(\text{CN})_6$ деп жазамыз, $(\text{CN})^-$ – ионының заряды (-1), сондықтан комплекс ионының заряды $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$. Молекула нейтрал болу керек. Сонда комплексті қосылыстың формуласы: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

5.2. Комплексті қосылыстардың номенклатурасы

Құрамында комплекс катионы бар қосылыстардың жүйеленген түрде аталуы былай құрастырылады. Ең бірінші қышқылдық қалдық лигандар аталады, олардың саны грек тілінде көрсетіледі. 2-ди, 3-три, 4-тетра, 5-пента, 6-гекса, 7-гепта, 8-окта. Қышқылдық қалдыққа «о» жұрнағы қосылады. Br^- – бром, Cl^- – хлор, F^- – фтор, O^{2-} – оксо, N^{3-} – нитридо, OH^- – гидроксо, CN^- – циано, CO_3^{2-} – карбонато, PO_4^{3-} – фосфато, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ – тиосульфато, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ – оксалато.

Бұлардан кейін электронейтрал молекулалар айтылады:

C_6H_6 – бензол, C_2H_4 – этилен, N_2H_4 – гидразин, H_2O – аква, NH_3 – аммин, NO – нитрозил, CO – карбонил, CS – тиокарбонил.

Ішкі сферадағы лигандарды атағаннан кейін, комплекс түзуші атау септігінде аталады, рим санымен заряды көрсетіледі, ең соңында сыртқы сферадағы анионға і әрпі қосылып айтылады.

Мысалы, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ – диаммин күміс (I) хлориді, $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]\text{SO}_4$ – гидроксопентаакваалюминий (III) сульфаты

Құрамында комплекс анионы бар қосылыс былай аталады: алдымен сыртқы сфера атау септігінде аталады. Осыдан кейін ішкі сфераны бұрынғы ретпен атап, комплекс түзушіге «аты» деген жұрнақ қосып, соңынан жақша ішінде оның тотығу дәрежесін көрсетеді. $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ – калий дицианоаргентаты (I)

$\text{Na}_3[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$ – натрий гексанитрокобальтаты (III)

Сыртқы сфера жоқ қосылыстардың аталуының мысалы:

$\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ – дибензолхром.

5.3. Комплексті қосылыстардың классификациясы

1. Лигандар типіне қарай:

а) аквакомплекс: бұл қосылыстарда лиганда болып су молекулалары қызмет атқарады. Мысалы, $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, (лиганда – H_2O);

б) аммиакаттар: бұл қосылыстарда лиганда болып аммиак молекулалары қызмет атқарады. Мысалы, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, (лиганда – NH_3);

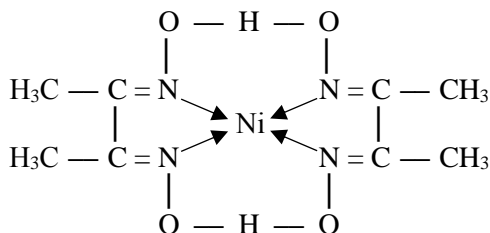
в) карбонилдер: бұл қосылыстарда лиганда болып көміртек оксиді молекулалары қызмет атқарады. Мысалы, $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$, (лиганда – CO);

г) ацидокомплексер: бұл қосылыстарда лиганда болып қышқылдық қалдықтар қызмет атқарады. Мысалы, $\text{K}_4[\text{Pd}(\text{CN})_6]$, (лиганда – HCN қышқылының анионы).

Бұлар бір ядролы комплексер, бұл қосылыстарда лигандар бір орын алады.

2. Циклді комплексті қосылыстар. Мұндай қосылыста лигандар екі немесе одан да көп орын алады. Комплекс түзуші лигандамен әрі ковалентті, әрі донорлы-акцепторлы байланыс арқылы қосылады.

1905 жылы Чугаев мынадай циклді комплекс ашқан:



Никель (II) диметилглиоксиматы – қызыл түсті төрт циклді комплекс. Бұл қосылыста екі ковалентті, екі донорлы-акцепторлы байланыс және сутекті байланыстар бар.

Бұл комплекс никельді анықтауға қолданылады.

Циклді комплекстер хелатты комплекстер деп те аталады.

Бұлар көп дентантты комплекстер. Хелатты комплекстерге хлорофилл және гемоглобин жатады. Хлорофилде комплекс түзуші – Mg , (комплекс жасыл), ал гемоглобинде – Fe (комплекс қызыл).

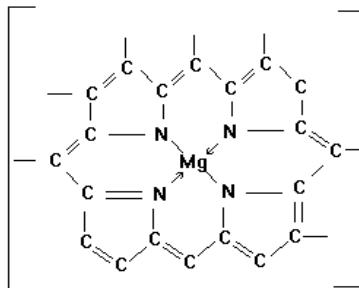
Хлорофилл

Хлорофилл гемоглобин сияқты комплекс қосылыстардың биологиялық процестерде маңызы өте зор. Гемоглобин – қан құ-

рамындағы негізгі қосылыс болса, хлорофилл – өсімдіктердің негізгі құрамдас бөлігі.

Комплексті қосылыстардың тағы бір түрі – көп ядролы комплекстер:

мысалы, $\text{H}_4\text{SiO}_4 \cdot 12\text{WO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
Сонымен қатар изополиқышқылдар: мысалы, $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

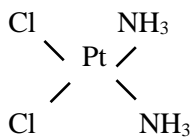


5.4. Комплексті қосылыстардың изомериясы

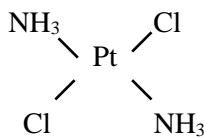
Комплексті қосылыстардың сапалық құрамы бірдей болып, ал құрылысы мен қасиеттері әртүрлі болуын **изомерия** деп атайды.

Изомерияның түрлері

Геометриялық: Лигандалар өзара әртүрлі орналасады.



цис-изомер
кызғылт сары

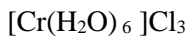


транс-изомер
суда ерімейтін сары кристалдар

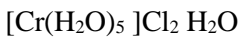
Бұл изомерлерде лигандалардың кеңістікте әртүрлі орналасуының нәтижесінде комплексті қосылыстардың қасиеттері де, түстері де әртүрлі болады.

Гидраттық изомерия

Ішкі және сыртқы сферада су молекулаларының әртүрлі орналасуы



кызыл күлгін



ақшыл жасыл



кою жасыл

Бұл изомерлерде су молекулаларының әртүрлі орналасуына байланысты комплекстің түсі әртүрлі болатыны көрініп тұр.

Иондық изомерия: ішкі және сыртқы сферада иондар әртүрлі.

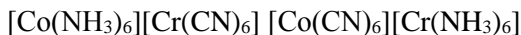


Бұл изомерлерде ішкі және сыртқы сфераларда иондар орындарымен ауысқан кезде комплекстердің түстері өзгергені көрініп тұр.

Оптикалық (айналық) изомерия

Екі комплекс қосылыстың құрамы бірдей, тек бір комплекс – екіншісінің айнадағы бейнесі.

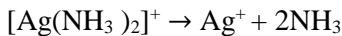
Координациялық изомерия: құрамында бірнеше комплексті иондар болса, олардың құрылысы әртүрлі.



5.5. Комплексті қосылыстардың тұрақсыздық константасы

Комплексті қосылыстар сулы ерітіндіде сыртқы және ішкі сфераларға диссоциацияланады. Мысалы, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$.

Түзілген комплекс иондар аз мөлшерде тағы диссоциацияланады:



Бұл – қайтымды процесс, сондықтан әсер етуші массалар заңы бойынша диссоциациялану константасы былай жазылады:

$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8} \text{ – осы шама тұрақсыздық константасы}$$

$K_{\text{тұрақсыздық}}$ шамасына керісінше шаманы $K_{\text{тұрақтылық}}$ константасы дейді. $K_{\text{тұрақтылық}} = 1/K_{\text{тұрақсыздық}}$. $K_{\text{тұрақтылық}}$ неғұрлым үлкен болса, комплекс соғұрлым тұрақты болады.

5.6. Комплексті қосылыстардағы химиялық байланыстардың табиғаты

Комплексті қосылыстардағы химиялық байланыстардың табиғатын, түзілу механизмдерін валенттік байланыс әдісімен, молекулалық орбитальдар теориясымен және кристалдық өріс теориясымен түсіндіреді. Осы әдістерді қарастырайық.

Валенттік байланыс әдісі.

Негізгі түсініктері:

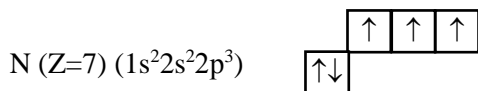
а) комплекс түзуші мен лигандалардың арасындағы байланыс донорлы-акцепторлы болады. Байланыстың түзілуін лигандалардың электрон қосақтары, ал комплекс түзушінің орбиталі қамтамасыз етеді. Демек, лигандалар донор қызметін, ал комплекс түзуші акцептор қызметін атқарады;

б) комплекс түзушінің орбитальдары алдымен гибридтенеді, содан кейін лигандалардың орбитальдарымен бүркеседі. Гибридтену типтері лигандалардың сандарына, табиғатына электрондық құрылымына байланысты;

в) комплекс түзушінің геометриялық формасы орбитальдардың гибридтену типіне тікелей байланысты;

г) комплекс қосылыстардың магниттік қасиеттері электрондардың бір ұяшықтағы санына тікелей байланысты. Егер комплекс қосылыстың электрондық конфигурациясындағы ұяшықтарда дара электрондар болса – қосылыс парамагнитті, яғни магнитке тартылады, ал дара электрон жоқ болса, қосылыс диамагнитті (магнит өрісінде тартылмайды) болып табылады.

Мысал үшін $[\text{NH}_4]^+$ – ионын қарастырайық. Бұл комплексті ионда азот атомының электрондық конфигурациясы былай өрнектеледі:



NH_3 молекуласында азот атомы 3 жалқы электрон арқылы сутектің 3 атомымен 3 ковалентті байланыс түзіп тұр. Ал азот атомының 1s орбиталіндегі 2 электрон тағы да 1 сутек ионымен байланысып тұр, тек бұл кезде азот 2 электрон арқылы, ал сутек бос орбиталь арқылы байланыс түзіп тұр. Демек, $[\text{NH}_4]^+$ ионында 3 ковалентті байланыс, 1 донорлы-акцепторлы байланыс байқалады.

Гибридтену типі – sp^3 .

5.7. Кристалдық өріс теориясы

Бұл теорияны 1929 ж. Бетэ ұсынды.

Негізгі түсініктері:

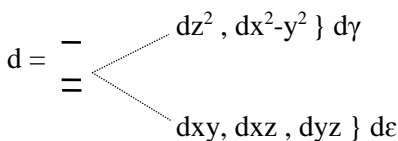
а) комплекс түзуші мен лигандалардың арасындағы байланыс иондық немесе ионды-дипольдік болып табылады;

б) байланыс түзілгенде лигандалардың электростатикалық өрісінің әсері ескеріледі;

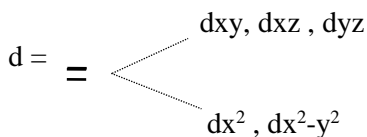
в) бір ядролы комплекс түзуші үшін d-орбитальдар мынадай болады: dz^2 , dx^2-y^2 , dxy , dxz , dyz ;

г) бос атомда немесе ионда барлық d-орбитальдар бірдей болады (энергия бірдей). Ал осы атом лигандалардың арасына түссе, d-орбитальдардың энергиялары әртүрлі болады.

д) октаэдрлік қоршауда:

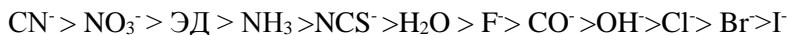


Тетраэдрлік қоршауда



d_y және d_e орбитальдарының арасындағы энергияның айырымы Δ – ажырау энергиясы;

е) егер лигандалар күшті өріс туғызса, Δ (ажырау энергиясының) мәні жоғары болады. Өрісінің күшіне қарай лигандалар мынадай қатарға орналасады:



Бұл қатар – спектроскопиялық қатар болып табылады.

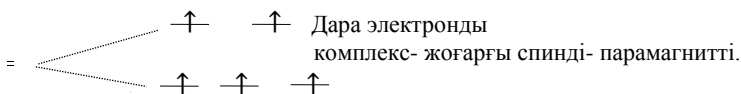
Төменгі және жоғары спинді комплекстер

Кристалдық өріс теориясы комплекстердің магниттік қасиетін және түстерінің әртүрлігін түсіндіреді.

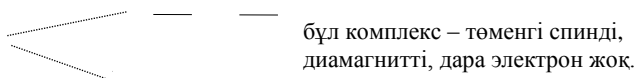
Мысалы, әлсіз өрісте: $\text{Co}^{3+} (3d^6)$



$[\text{CoF}_6]^{3-}$ бұл комплексті ионда Δ (ажырау энергиясының мәні төмен), сондықтан электрондар бір-бірден орналасады.



Ал келесі комплексті ионда: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ – күшті өріс. Күшті өрісте Δ жоғары, сондықтан электрондар төменгі орбитальдарға орналасады,



Комплекстің түсі

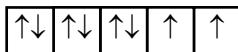
Егер комплексе d -электронды төменгі орбитальдан жоғары орбитальға ауыстыратын энергия жарық квантының энергиясына ($E = h\nu$) сәйкес болса, комплекс түсті болады.

5.8. Молекулалық орбитальдар теориясы

Бұл теория комплекс түзуші мен лигандардың электрондық құрылымын толық есепке алып, комплекс осы бөлшектердің ядролары мен электрондарынан тұратын тұтас система деп қарайды. Комплекс қосылыстардағы молекулалық орбитальдардың түзілуі және қасиеттері атомдық қосылыстардағы молекулалық орбитальдардың түзілуіне және қасиеттеріне ұқсас.

Комплекс қосылыстарында энергетикалық диаграмма күрделі болып келеді. Бұларда байланыстырушы және босаң орбитальдардан басқа байланыстырмайтын орбитальдар болады.

Мысалы: $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ $\text{Ni}^{2+} - 3d^8$



Комплекс түзу үшін никельдің 8 электроны, аммиактың 12 электроны қатысады (6NH_3 – әрқайсысы 2 электроннан). Осыдан басқа 4s, 4p – орбитальдар қатысады. Никельден 9 орбиталь, аммиактан 6 орбиталь барлығы 15 орбиталь, 20 электрон.

Формуласы:

$$(\sigma_s^{\text{байл}})^2 (\sigma_x^{\text{байл}})^2 (\sigma_y^{\text{байл}})^2 (\sigma_z^{\text{байл}})^2 (\sigma_{x^2-y^2})^2 (\sigma_z^{\text{байл}})^2 \cdot (\pi_{xy})^2 (\pi_{xz})^2 ((y^2)^2 \cdot x(\sigma_{x^2-y^2}^*)^1 (\sigma_z^2)^*)^1$$

5.9. Комплексті қосылыстардың биологиялық маңызы және медицинада қолданылуы

Комплексті қосылыстар медицинада, әсіресе фармакопиялық реакцияларда кеңінен қолданылады. Осыдан басқа олардың биологиялық маңызы өте зор. Бірнеше мысалдар келтірейік.

Темір иондарының комплекс қосылыстары

Темір иондары әрі катионды, әрі анионды комплекстер түзе алады.

Мысалы, $\text{FeO} + 2\text{H}_3\text{O}^+ + 3\text{H}_2\text{O} = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ – катионды комплекс

$6\text{KCN} + \text{FeSO}_4 = \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{SO}_4$ – анионды комплекс

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – сары қан тұзы, ол Fe^{3+} ионын анықтау үшін аналитикалық химияда қолданылады, мынадай реакция нәтижесінде:

$K_4[Fe(CN)_6] + Fe^{3+} = KFe[Fe(CN)_6]_3$ көк түсті қосылыс (берлин көгі) түзіледі, осы қосылыстың түзілуіне қарап, ерітіндіде Fe^{3+} – ионы бар екені дәлелденеді.

$K_3[Fe(CN)_6]$ – қызыл қан тұзы, Fe^{2+} ионын анықтау үшін қолданылады.

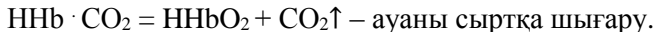
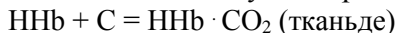
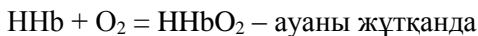
$Fe(CN)_6^{3-} + Fe^{2+} = Fe^{3+} + Fe(CN)_6^{4-}$ (бұл тотығу-тотықсыздану реакциясы) содан кейін келесі реакция жүреді, сол кезде ерітінді көк түске боялады:

$Fe^{3+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = K[Fe_2(CN)_6]$ немесе $KFe[Fe(CN)_6]$ турнбулл көгі.

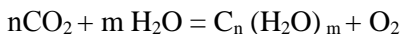
Осы көк түсті «турнбулл көгінің» түзілуіне қарап, ерітіндіде Fe^{2+} ионы бар екені дәлелденеді.

Гемоглобин және хлорофилл – циклді комплекс қосылыстар. Оларды хелаттар деп те атайды.

Гемоглобиннің реакциялары:



Гемоглобин бұл жерде катализатор рөлін атқарып тұр. Ал хлорофилдің әсерімен жүретін реакция:



Бұл реакция жасыл өсімдіктердің көмірқышқыл газын сіңіруін көрсетеді. Олар жылына 550 млрд т. CO_2 сіңіреді, ал сол кезде 400 млрд т. оттег бөлінеді. Сонда 380 млрд т. биомасса түзіледі.

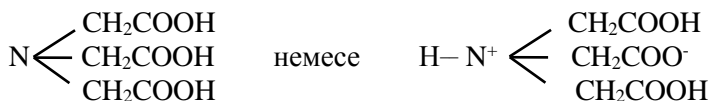
Мырыштың комплекс қосылыстары. Биологиялық рөлі

Мырыштың кейбір комплексті қосылыстары келесі формулалармен өрнектеледі: $Me_2[Zn(OH)_6]$ $Me_2[Zn(OH)_4]$ $Zn[(NH_3)]X_2$.

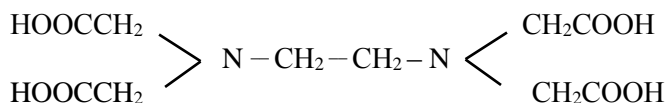
Ал кейде лигандалар ретінде органикалық қосылыстар қызмет атқарады. Мысалдар ретінде хиолин, стрихнин, этилендиа-

минді қарастыруға болады. Адам организмінде 0,001 % Zn бар (тісте 0,02 %). Ракпен ауырғанда қандағы Zn мөлшері азаяды деген деректер бар. Ересек адамның организмiне тәулігiне 15 мг Zn қажет, кәдімгі тамақпен түскен мөлшері жеткілікті. Мырыш өсімдіктің өсуіне және көбеюіне қажет.

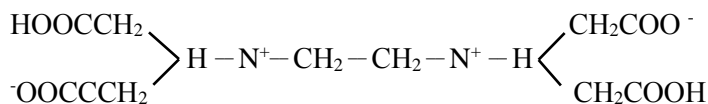
Циклді комплексті қосылыстар аналитикалық химияда титрлеу үшін кеңінен қолданылады. Бұл әдіс комплексометрия немесе хелатометрия деп аталады, мұндай жағдайда комплексондар деп аталатын қосылыстар түзіледі. Олар катиондардың және аминополикарбон қышқылдарының туындылары болып табылады. Ең қарапайым комплексон – нитрилотрисірке қышқылы – комплексон I, аналитикалық химияда қысқартылып қабылданған аты: НТА:(Н₃Y)



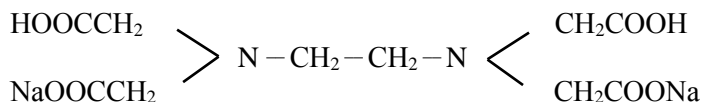
Негізгі комплексондардың бір-төртнегізді этилендиаминтетрасірке қышқылы – комплексон II – ЭДТА (H және Y):



немесе



Әдетте көп қолданылатыны этилендиаминтетрасірке қышқылының қос натрий тұзы – комплексон III – трилон Б (Na₂H₂Y), оның құрылымы келесі формуламен өрнектеледі:



Осыдан басқа бұл комплексондар адам организмiнен улы металл иондарын, радиоактивтi заттарды, олар ыдырағанда түзiлетiн заттарды шығаруда кеңiнен қолданылады, яғни:

а) ауыр металл тұздарымен (Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ca^{2+} , U^{4+} т.б.) уланғанда осы комплексондардың 0,9 % NaCl -дағы ерiтiндiсiн немесе 5 %-тiк глюкозадағы ерiтiндiсiн қолданады;

б) қорғасын-мырыш комбинатында, рудниктерде, баспаханада ұзақ уақыт тұрақты түрде жұмыс iстейтiн адамдар таблетка түрiнде қолданады;

в) бүйректегi тасты не зат алмасу заттарын бөлiп шығарарда қолданылады;

г) ЭДТА плутониймен уланғанда өте қажет. Плутониймен ЭДТА кальцийге қарағанда тез әрекеттеседi де, Ca^{2+} сүйек пен қан құрамында қалып отырады;

д) Na_2H_2 (Na_2 ЭДТА) организмде кальций тұздары нормадан көп болғанда, оларды организмнен шығару үшiн қолданады. Мысалы: артрит, сүйектiң қатаюы сияқты кеселдерде 5 %-тiк глюкозадағы ерiтiндiсi, күнiне 2-4 г 4-6 күнi бойы берiледi, дегенмен ЭДТА ең қолайлы препарат деп айту қиын, өйткенi көлемiнiң үлкендiгiне байланысты iшектiң қабырғасынан өтуi қиын, сонымен қатар ол гидрофилдi болғандықтан, ферментке жақындап, онымен әрекеттесуi де қиынға түседi.

Медициналық-биологиялық зерттеулерде комплексондар тiрi организмдегi Ca , Mg және микроэлементтердi, ал санитарлық-гигиеналық жұмыста судың кермектiлiгiн анықтау үшiн қолданылады.

6. ХИМИЯЛЫҚ КИНЕТИКА ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

Химиялық процестердің барысын уақытпен бағалап зерттейтін бөлімді **химиялық кинетика** деп атайды.

Химиялық кинетика гомогенді және гетерогенді жүйелерде жүретін реакцияларды бөліп қарайды. **Жүйе** деп сыртқы ортадан бөлініп алынған, реакцияға қатысты заттар орналасқан дүниенің бөлігін айтады. Жүйелердің үш түрі болады: **ашық, жабық, жекеленген**. Егер жүйе сыртқы ортамен әрекеттеспесе, жылу да, зат та алмастырмаса, ол «жекеленген жүйе» деп аталады. Ал егер жүйе сыртқы ортамен энергиясын алмастырса, ол жабық болады. Ашық жүйе затпен де, энергиямен де алмасады. Реакцияның жүру заңдылықтарын қарастыру үшін жабық жүйе қолданылады.

Жүйелердің гомогенді және гетерогенді болуы оның фазаларына тікелей байланысты.

«**Фаза**» деп химиялық құрамы және қасиеттері бірдей, жүйенің қалған бөліктерінен бөліну беті арқылы шектелген бөлігін айтады. Гомогенді жүйе бір фазадан, гетерогенді жүйе әртүрлі фазалардан тұрады.

6.1. Химиялық реакциялардың жылдамдығы

Гомогенді реакцияның **жылдамдығы** деп кесімді уақыт ішінде жүйенің кесімді көлемінде реакцияға қатысатын не түзілетін заттың концентрациясының өзгеруін айтады:

$$V_{\text{ГОМ}} = \pm \Delta C / \Delta t$$

$V_{\text{ГОМ}}$ – гомогенді реакцияның жылдамдығы,

ΔC – концентрацияның өзгеруі,

Δt – уақыттың өзгеруі.

«**Концентрация**» деп көлемнің бір бірлігінде болатын заттың мөлшерін айтады. Өлшем бірлігі моль/л; г/л, т.б.

Гетерогенді реакцияның жылдамдығы деп кесімді уақыт ішінде фазаның кесімді бетінде реакцияға қатысатын немесе түзілетін заттың мөлшерін айтады.

$$V_{\text{гетер}} = \pm \frac{\Delta n}{S \Delta t}$$

Δn – заттың мөлшері (моль саны),

S – фаза бетінің ауданы; Δt – уақыттың өзгеруі.

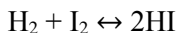
Реакция жылдамдығына концентрацияның әсері.

Әсер етуші массалар заңы

1867 жылы Норвегия ғалымдары Гульдберг және Вааге әсер етуші массалар заңын ұсынды.

«Тұрақты температурада химиялық реакцияның жылдамдығы – реакцияласушы заттардың концентрациясының көбейтіндісіне тура пропорционал». Осы заңды химиялық кинетиканың негізгі заңы дейді.

Мысалы мынадай реакция үшін:



Осы реакция үшін әсер етуші массалар заңы былай жазылды:

$$V = k [H_2] [I_2]$$

Егер реакцияның жалпы схемасын былай жазсақ:



әсер етуші массалар заңы келесі түрде өрнектеледі:

$$V = k [A]^m [B]^n$$

бұл теңдеу «кинетикалық теңдеу» деп аталады, мұндағы m , n – стехиометриялық коэффициенттер, k – пропорционалдық коэффициент немесе жылдамдық константасы.

Егер реакцияға қатысушы заттардың концентрациясы 1 моль/л-ге тең болса, реакция жылдамдығы константаға тең болады: $V = k$ және осы теңдік жылдамдық константасының физикалық мәнін айғақтайды.

Температураның реакция жылдамдығына әсері

Температура жоғарылаған сайын реакция жылдамдығы артады. Бұл тәуелділік Вант-Гофф ережесімен айқындалады: «Температура әрбір 10 °C-қа артқанда, реакция жылдамдығы 2-4 есе өседі».

Вант-Гофф ережесінің математикалық теңдеуі:

$$\frac{k_{t+10}}{k_t} = \gamma = 2-4 \quad \text{немесе} \quad \frac{V_{t_1}}{V_{t_2}} = \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}}$$

γ – жылдамдықтың температуралық коэффициенті.

Вант-Гофф ережесін қолданатын мысалдар келтірейік.

1-мысал: Егер температураны 10°-тан 50°-қа дейін жоғарылатса, реакция жылдамдығы 16 рет өседі. Сонда температуралық коэффициент қандай болады?

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}}, \quad \text{сонда} \quad \frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}} = 16$$

Есепте $t_2 = 50^\circ$, $t_1 = 10^\circ$, сондықтан $t_2 - t_1 = 40$

$\gamma^{40/10} = 16$ немесе $\gamma^4 = 16$

$$\gamma = \sqrt[4]{16} = 2$$

2-мысал. Температуралық коэффициент 2-ге тең, $\gamma = 2$.

Егер температураны 100° -қа жоғарылатса, жылдамдық неше есе көбейеді?

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}}, \quad \text{сонда} \quad \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}} = \frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = 2^{100/10} = 2^{10} = 1024$$

Жылдамдық 1024 есе артады. Неліктен жылдамдық осылай көп артады? Осы сұраққа жауап беру үшін активтендіру энергиясын қарастырайық.

Активтендіру энергиясы

Химиялық реакция жүру үшін активті молекулалардың бір-бірімен кездесуі шарт. Қозғалыстағы бөлшектердің бәрінің жылдамдығы бірдей емес. Соқтығысулардың бәрі емес, тек активті соқтығысулар ғана реакцияның жүруіне себеп болады. Осындай «активті» деп аталған молекулалардың жылдамдығы орташа жылдамдықтан жоғары, соған сәйкес энергиясы да мол болып келуі тиіс. Активті молекулалардың энергия қоры олар кездескен кезде әрекеттесе алатындай дәрежеде болады. Кез келген активсіз молекуланы активті ету үшін оның кинетикалық энергиясын активтендіру энергиясы шамасына жеткізу керек.

Реакцияласушы заттардың бір моліндегі молекулалардың барлығын активті молекулаға айналдыру үшін жұмсалатын энергияның мөлшерін **активтендіру энергиясы** дейді.

Активтендірілген молекулалардың бәрі бірдей реакцияға түсе бермейді. Швед ғалымы Аррениус мынадай теңдеу ұсынды:

$$k = k_0 e^{-E_{\text{акт}}/RT}$$

k – жылдамдық константасы

($k_0 = zp$, z – бір секундта болатын соқтығысулар саны,

p – тиімді болатын ориентациялар санының дәрежесін көрсететін фактор)

e – натуралды логарифмнің негізі

$E_{\text{акт}}$ – активтендіру энергиясы

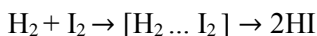
R – газ тұрақтысы

T – абсолюттік температура

Осы теңдеуге математикалық өңдеулер жасап, активтендіру энергиясын шығаруға болады:

$$\ln k = - \frac{E_{\text{акт}}}{RT} + \ln k_0$$

Активті күйге жеткен молекулалар алғашқыда тұрақсыз, уақытша біріккен агрегат – активтелген комплекс түзеді. Бұл комплекс ауыспалы күйде болады, осы күй молекулалардың активті күйі болып табылады:



Осыдан кейін мақсаттық өнім түзіледі.

Реакция жылдамдығы бөлшектердің соқтығысу жиіліктеріне тікелей тәуелді. Габер үдерісі деп аталатын сутек пен азоттың аммиак түзе әрекеттесуін қарастырайық:



Соқтығысулар теориясы бойынша, азот пен оттектің арасындағы реакция тек осы екі заттың молекулалары бір-бірімен соқтығысқанда жүреді. Неғұрлым ол молекулалар жиірек соқтығысса, соғұрлым реакция тезірек жүреді. Бұл заттар газ күйінде болғандықтан, олардың қысымы артқан сайын молекулаларының бір-бірімен әрекеттесу мүмкіндіктері арта түседі.

Реакция жылдамдығына катализатордың әсері

Катализатор дегеніміз – химиялық реакцияның жылдамдығын өзгертіп, бірақ өздері процестің нәтижесінде өзгермей қалатын заттар. Катализатордың әсерінен жылдамдығы өзгертін процестерді каталитикалық процесс немесе **катализ** деп атайды.

Ферментті катализ

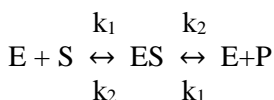
Молекулалық биология және катализ теориясы қосылып зерттейтін ғылым саласы – ферментті катализ болып табылады. Ферменттер – биологиялық катализаторлар – бұлар тірі орга-

низмде жүретін барлық химиялық реакциялардың жүруіне себеп болады. Ферменттердің каталитикалық активтігі өте жоғары. Биологиялық процестерде – ас қорытуда, қанда жүретін процестерде ферменттер рөлін жай немесе күрделі белоктар атқарады. Қазіргі уақытта пепсин, трипсин, химотрипсин, рибонуклеаза, уреаза деген ферменттер синтезделген.

Біздің организмге тағаммен түсетін витаминдер ферменттерді құрастыру үшін қажет.

Ферменттер зат алмасу процестерін – метаболизмді іске асырады. Ферменттер ассимиляция процесін – анаболизмді, жоғары молекулалы заттардың синтезделуі және керісінше, диссимиляция – осы заттардың ыдырауы – катаболизмді іске асырады.

Фермент әсер ететін затты фермент субстраты (**S**) дейді (substratus). Ферменттің өзі – энзим (**E**). Егер түзілетін зат **P** болса, жүретін реакцияның схемасы:



Ферментті реакция үшін Михаэлис-Ментен теңдеуі қолданылады:

$$V = \frac{k_2 [E]_0 [S]_0}{K_m + [S]_0}$$

бұл теңдеудегі

$[E]_0$; $[S]_0$ – бастапқы концентрация

k_2 – жылдамдық константасы

K_m – Михаэлис константасы, моль/л

6.2. Реакцияның реті және молекулалығы

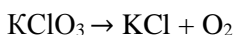
Химиялық реакция жүрген кезде оның әрбір қарапайым сатысына қатысатын молекулалар саны сол реакцияның молекулалығы деп аталады. Мысалы, мономолекулалық реакция ретінде келесі реакцияны қарастыруға болады: $I_2 = I + I - (1 \text{ молекула-}$

лық); сол сияқты бимолекулалық $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ – (2 молекулалық) және тримолекулалық $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ (3 молекулалық).

Реакцияның реті – бұл кинетикалық теңдеудегі заттардың концентрацияларының дәрежелерінің қосындысы. Кез келген А және В заттарының қатысуымен жүретін реакция үшін кинетикалық теңдеу былай жазылса: $V = kC_A^m C_B^n$, реакцияның реті $(m+n)$ -ге тең болады.

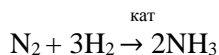
6.3. Химиялық тепе-теңдік

Химиялық реакциялар қайтымды және қайтымсыз болып бөлінеді. Қайтымсыз реакциялар – бұлар тек қана бір бағытта жүретін реакциялар, мысалы:



«Қайтымды реакция» деп берілген жағдайда тура және кері бағытта жүре алатын процестерді айтады.

Мысалы, аммиакты синтездеу реакциясы:



Тура және кері бағытта жүретін реакциялардың жылдамдықтары тең болған кезде **химиялық тепе-теңдік** орнайды. Химиялық тепе-теңдік орнаған кезде реакция тоқтап қалмайды, тек екі процестің жылдамдығы теңеседі, сондықтан тепе-теңдік динамикалық болып саналады.

Мысалы: $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$

Тура реакцияның жылдамдығы V_1 кері реакцияның жылдамдығы V_2 . Егер $V_1 = V_2$ болса, динамикалық тепе-теңдік орнайды дейміз.

Тепе-теңдіктегі процесс үшін әсер етуші массалар заңын жазсақ:

$V_1 = k_1 [H_2] [I_2]$ – тура бағытта жүретін реакция үшін;

$V_2 = k_2 [HI]^2$ – кері бағытта жүретін процесс үшін.

Тепе- теңдік кезінде $V_1 = V_2$, сондықтан $k_1 [H_2] [I_2] = k_2 [HI]^2$
Осы теңдеуден k_1 табамыз, сосын k_2 -ге бөлеміз).

$$\text{Сонда} \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{[HI]^2}{[H_2] [I_2]}$$

k_1 және k_2 тұрақты сандар, сондықтан олардың арақатынасы да тұрақты:

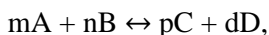
$$K = \frac{k_1}{k_2}$$

немесе

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2] [I_2]}$$

Бұл теңдеудегі K – тепе-теңдік константасы болып табылады.

Реакцияның жалпы схемасын қарастырайық:



сонда

$$K = \frac{[C]^p [D]^d}{[A]^m [B]^n}$$

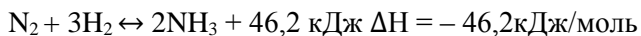
– бұл формула әсер етуші массалар заңының қайтымды реакциялар үшін қалай қолданылатынын көрсетеді. K – тепе-теңдік константасы.

Әсер етуші массалар заңы тепе-теңдіктегі процестер үшін былай оқылады: «Тұрақты температурада жүретін қайтымды реакцияда тепе-теңдік орнау үшін түзілген заттардың концентрацияларының көбейтіндісінің бастапқы заттардың концентрацияларының көбейтіндісіне қатынасы тұрақты сан « K » болу керек».

Концентрация өзгергенде K өзгермейді. Температура өзгергенде, K өзгереді. K -ның мәні үлкен болса, реакция тура бағытта жүреді.

Ле-Шателье принципі

Химиялық тепе-теңдік күйдегі жүйеге сырттан әсер етсе (температура, концентрация, қысым өзгерсе), тепе-теңдік сол әсерге қарама-қарсы бағытқа ығысады. Мысал:



Бұл реакцияның жүру барысында жылу бөлінеді, сондықтан температураны жоғарылатқан кезде, реакция кері бағытта – температураның төмендеу болатын бағытында жүреді.

7. ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ БИОЭНЕРГЕТИКА НЕГІЗДЕРІ

7.1. Ішкі энергия және энтальпия

Химиялық әрекеттесу болған кезде жылу бөлінеді немесе сіңіріледі, осы кезде дененің энергиясы өзгереді.

«Энергия дегеніміз – материалды объектердің жұмыс жасай алатын қабілетін көрсететін қозғалыс мөлшері».

Заттардың бәрінде де энергия қоры болады, осы энергия қоры «ішкі энергия» (U) деп аталады. Ішкі энергияны өлшеуге де, есептеуге де болмайды, сондықтан ішкі энергияны бір стандартты жағдайда ғана қарастырады.

Химиялық жүйелер. Өртүрлі процестердің энергиясының өзгеруін және осы өзгерудің болуын немесе болмауын зерттейтін ғылымды термодинамика деп атайды.

Егер кез келген бір жүйе Q -ға тең жылуды сіңіріп, өз жағдайын өзгертсе, жылу осы жүйенің ішкі энергиясының өзгеруіне және жұмыс жасалуына жұмсалады.

$$Q = \Delta U + A$$

– осы теңдеуді термодинамиканың бірінші бастамасы дейді.

«Химиялық процестердің энергетикасын зерттейтін бөлімді химиялық термодинамика» дейді.

Термодинамиканың бірінші бастамасы энергияның жоғалмайтынын көрсетеді. Жүйеге жұмсалған жылу жұмысқа айналады, ал жұмыс жылуға айналады.

Изобаралық процесті қарастырайық.

Егер процесс бір қалыпты қысымда жүрсе, көлем өзгеріп тұрады. Бұл кезде $P = \text{const}$, осындай процесс «изобаралық» деп аталады. Сонда термодинамиканың I бастамасы былай жазылады:

$$Q_p = \Delta U + P \Delta V$$

Бұл теңдеудегі $P \Delta V$ – көлем өзгерту жұмысы.

Ал **изохоралық процесте** көлем өзгермейді, бұл кезде $V = \text{const}$, демек, көлем өзгертетін жұмыс жоқ, демек, $A = 0$, сонда термодинамиканың I бастамасы былай жазылады: $Q = \Delta U$

Термодинамикада $U + PV$ деп алынған шаманы **энтальпия** деп атайды. Оны былай белгілейді:

$$H = U + PV$$

Энтальпия жүйенің энергетикалық жағдайын сипаттайды.

7.2. Термохимияның негізгі түсініктері

«Термохимия дегеніміз – жылу бөле немесе сіңіре жүретін процестерді зерттейтін химия ғылымының бір бөлігі».

«Тұрақты қысымда немесе тұрақты көлемде жүріп жатқан химиялық реакцияның нәтижесінде бөлінген немесе сіңірілген жылу мөлшерін химиялық реакцияның жылу эффектісі» дейді.

Жылу эффектісін 1 мольге есептейді.

«Заттардың формуласымен қатар жылу эффектісін қосып жазатын теңдеулерді термохимиялық теңдеулер» деп атайды.

Өртүрлі химиялық реакциялардың жылу эффектілерін салыстыру үшін стандартты жағдай қабылданған. Стандартты жағдай дегеніміз – заттың 1 молінің 101,325 кПа-ға тең қысымдағы және 298К (25 °С)-қа тең температурадағы жағдайы.

«Стандартты жылу эффектісі деп реакцияның стандартты жағдайдағы жылу эффектісін айтады».

Көптеген реакциялар тұрақты қысымда жүреді, сондықтан жылу эффектісі энтальпияға тең. Стандартты энтальпия ΔH_{298}^0 деп белгіленеді, олар әрбір зат үшін анықтамалық кестелерден алынады.

Термодинамикада $\Delta H = - Q$

Егер реакция жүргенде жылу бөлінсе $Q > 0$, ал $\Delta H < 0$ – реакция экзотермиялық. Ал егер жылу сіңірілсе $\Delta Q < 0$, ал $\Delta H > 0$ – реакция эндотермиялық болып табылады.

Мысал: $C_{гр} + O_2 = CO_2 + 395,5 \text{ кДж}$

$$Q = +395,5 \text{ кДж}$$

Бұл реакцияда $Q > 0$, сондықтан $\Delta H = -395,5 \text{ кДж}$, демек, реакция экзотермиялық.

Энтальпия заттың агрегаттық күйіне тәуелді. Жай заттардың энтальпиясы 0-ге тең.

Түзілу энтальпиясы. «Түзілу энтальпиясы» деп стандартты жағдайда алынған жай заттардан 1 моль зат түзілген кездегі энтальпияны айтады.

Термохимияның негізгі заңы - Гесс заңы

1840 ж. Гесс мынадай заң ұсынды:

Химиялық реакцияның жылу эффектісі оның жүру жолына тәуелді емес, тек реагенттер мен өнімдердің күйіне тәуелді». Реакциялардың энтальпиясын есептеу де осы заңға сәйкес жүргізіледі.

Гесс заңынан шығатын салдарлар:

1. «Химиялық реакцияның энтальпиясы (ΔH_p^0) реакция өнімдерінің түзілу энтальпияларының қосындысынан әрекеттесуші заттардың түзілу энтальпияларының қосындысын алып тастағанда шығады».

$$\Delta H_p^0 = \sum \Delta H_{298}^0 (\text{өнімдер}) - \sum \Delta H_{298}^0 (\text{әрекеттесуші заттар})$$

2. Жану реакциясының жылу эффектісі әрекеттесуші заттардың жану жылуларының қосындысынан өнімдердің жану жылуларын алып тастағанда шығады.

Лавуазье-Лаплас заңы.

«Тура реакцияның жылу эффектісі кері реакцияның жылу эффектісіне тең, тек таңбасы қарама-қарсы».

7.3. Термодинамиканың екінші бастамасы. Энтропия

Термодинамиканың екінші бастамасы химиялық процестің жүру бағытын қарастырады. Анықтамасын Клаузиус берген: «Жылу өз бетімен суық заттан жылы затқа ауыспайды». Жылу

ауысу үшін жұмыс жасау қажет. Ал кейбір процестер өз еркімен жүреді. Өз еркімен жүретін процестердің қаншалықты мүмкін екенін білу үшін энтропия деген ұғым қабылданған.

Энтропия дегеніміз – жүйенің белгілі бір күйінің функциясы. Оның өзгеруін былай белгілейді:

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

S – энтропия,

dQ – жылу мөлшерінің өзгеруі,

T – абсолюттік температура.

Энтропияның өзгеруі былай көрсетіледі: $\Delta S = S_1 - S_2$. Энтропияның өлшем бірлігі Дж/моль · К; стандартты энтропия былай белгіленеді: S^0_{298} .

Энтропия жүйедегі ретсіздіктің мөлшерін көрсетеді. Әрбір процесс ретсіздік жоғары бағытта жүруге тырысады. Неғұрлым ретсіздік жоғары болса, соғұрлым бөлшектердің әрекеттесуінің мүмкіншілігі көп болады.

Больцманның пікірі бойынша, энтропия ықтималдылықтың логарифміне тура пропорционал:

$$S = k \ln W$$

k – Больцман тұрақтысы,

W – ықтималдылық.

$$W = \frac{\text{әрекеттесуге әкелетін ориентация саны}}{\text{ориентацияның жалпы саны}}$$

Энтропияның өзгеруін Гесс заңы арқылы есептеуге болады:

$$\Delta S^0 = \sum S^0 (\text{өнімдер}) - \sum S^0 (\text{реагенттер})$$

Термодинамиканың үшінші бастамасы

Егер температура төмендесе, жүйенің ішіндегі ретсіздік азаяды. Энтропия да азаяды. Температура нөлге жақындаса, энтропия нөлге жақындайды:

$$\lim_{T \rightarrow 0} S(T, V) = 0$$

Бұл – термодинамиканың үшінші бастамасы.

7.4. Гиббс энергиясы (изобаралық-изотермиялық потенциал)

Гиббс энергиясы – жүйенің белгілі бір күйінің функциясы. Бұл функция қалыпты қысымда және температурада жүретін химиялық процестерді сипаттайды. Гиббс энергиясы изобаралық-изотермиялық потенциал деп аталады. Гиббс энергиясы ΔG деп белгіленеді. Ол энтальпиялық факторды (ΔH) және энтропиялық факторды $T\Delta S$ байланыстырады:

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

бұл тендеуде:

ΔH – энтальпиялық фактор,
 $T\Delta S$ – энтропиялық фактор.

Гиббс энергиясы реакцияның жүру бағытын анықтайды.

Егер $\Delta G < 0$ болса, реакция өз еркімен тура бағытта жүре алады, ал егер $\Delta G > 0$ болса, реакция өз еркімен жүрмейді (осы бағытта). Егер $\Delta G = 0$ болса, жүйе тепе-теңдік жағдайында болады.

Гиббс энергиясының өзгеруі Гесс заңына және одан шығатын салдарға бағынады:

$$\Delta G^0 = \sum \Delta G^0_{\text{өнімдер}} - \sum \Delta G^0_{\text{реагенттер}}$$

Гиббс энергиясының стандартты шамасы былай белгіленеді: $\Delta G^0_{298,15}$, бұл мәндер анықтамалық кестелерде болады. Гиббс энергиясының өлшем бірлігі: кДж/моль · К.

Қайтымды процестер үшін $\Delta G^0 = k T \ln K$, бұл тендеуде:
 K – тепе-теңдік константасы.

7.5. Тірі организм – термодинамикалық зерттеулердің объектісі. Биоэнергетиканың ғылыми негіздері

Тірі организмде зат алмасу процестері жүріп тұрады. Олардың нәтижесінде энергияның өзгеру процестері жүреді. Осы өзгерістерді биоэнергетика зерттейді. Бұл өзгерістер термодинамиканың I және II бастамасына бағынады. Бірақ тірі организмдердің өзгешеліктері де бар.

1. Тірі организм – бұл ашық термодинамикалық жүйе. Ол әрқашанда айналадағы ортамен зат, энергия алмастырып отырады.

2. Термодинамиканың екінші бастамасын тірі организмге қолдану үшін биологиялық заңдылықтарды әрқашанда есте сақтау қажет. Энтропияның өзгеруі тірі организмдерде тек қана қосымша рөл атқарады.

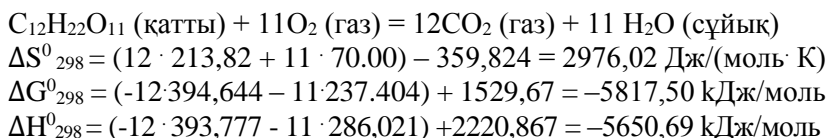
3. Барлық биохимиялық процестер тірі организмде әрқашанда тұрақты температурада, тұрақты қысымда өтеді. Концентрация, көлем де көп өзгермейді.

Сонымен, адам организмі – ашық термодинамикалық жүйе. Ол үшін энергия көзі тағам болып табылады.

Энергия организм ішіндегі жұмыстарға жұмсалады, жұтатын ауаны жылытуға, сыртқа жұмсалған жылуды толықтырады және сыртқы жұмыс жасауды қамтамасыз етеді. Тағамның негізгі компоненттері: көмірсулар (углеводтар), майлар, белоктар. Организмге түскен күрделі қосылыстардың әлсіз химиялық байланыстары үзіліп, көптеген бөлшектер түзіледі. Сонда $\Delta S > 0$, $\Delta G < 0$, яғни энтропия өседі, Гиббс энергиясы азаяды.

Термодинамиканың I бастамасын қолданып, калория мөлшерін білуге болады. Мысалы, сахарозадан бөлінетін энергия:

Реакция:



Осы энергияны 1 грамға есептесе: M_r (сахароза) = 342,30
 $5650,69 : 342,30 = 16,51 \text{ кДж/г}$

Биоэнергетикада ашық жүйенің тұрақты күйі деген ұғым қолданылады. Ашық жүйе энергия жоғалтса, оны тағам арқылы толықтырады, сондықтан әрқашанда тепе-теңдікте болады.

Энергияның өзгеруін калориямен есептейді: калория – бұл 1 г судың жылуын 1 °С -қа (14,5-15,5°) жоғарылатуға жұмсалатын энергия (1 ккал =1000 кал.)

Диетология ғылымында 1000 кал = үлкен калория немесе «Калория» деп аталады: 1 кал = 4,184 Дж, сонда 1 грамм сахароза қолданғанда, 4 ккал немесе 4 Калория жылу бөлінеді.

8. ЕРІТІНДІЛЕР

8.1. Ерітінділер туралы түсінік

Күнделікті тіршілікте кездесетін заттардың барлығы таза болып есептелінбейді, олардың көбі қоспалар болып табылады. Бұл қоспалар гомогенді (біртектес) болады, демек, олардың құрамындағы компоненттер бүкіл көлемде бір қалыпты таратылған. Осындай гомогенді қоспалар **ерітінділер** деп аталады.

Ерітінділер – дисперсті жүйенің бір түрі. Бір затта екінші заттың ұсақ бөлшектері біркелкі таралғанда түзілетін жүйе **дисперсті жүйе** деп аталады. Дисперсті жүйе дисперстік фазадан және дисперсиялық ортадан тұрады.

Дисперстік фаза дегеніміз – ұсақ бөлшектер түрінде таралған зат, ал сол бөлшектер таралған орта – дисперсиялық орта.

Ерітінділер қатты, сұйық, газ күйінде болады. Қатты ерітінділер – металдық құймалар, сұйық ерітінділер – біркелкі фазадан тұратын көп компонентті жүйе, газ күйіндегі ерітінділер – газдардың қоспасы.

Дисперсті фазаның өлшеміне байланысты дисперсті жүйелер жүзгін, коллоидты және нағыз ерітінділерге бөлінеді.

Жүзгін ерітінділер үшін: ұсақ бөлшектердің радиусы $r > 10^{-7}$ м.

Коллоидты ерітінділер үшін: 10^{-9} - 10^{-7} м.

Нағыз ерітінділер үшін: $r < 10^{-9}$ м.

Біздің қарастыратынымыз – нағыз ерітінділер: оның ішінде сулы ерітінділер. Сулы ерітінділердің химиялық, металлургиялық процестерде, сонымен қатар жануарлар мен өсімдіктер тіршілігінде маңызы өте зор.

8.2. Ерітінділердің теориясы.

Д.И. Менделеевтің химиялық теориясы (1887 ж.)

Бұл теория еріген зат пен еріткіш арасында химиялық әрекеттесу бар деп есептейді. Осындай әрекеттесудің нәтижесінде түзі-

летін заттар – сольваттар, ал егер еріткіш су болса – гидраттар деп аталады. Д.И. Менделеевтің химиялық теориясын И.А. Каблуков, В.А. Кистяковский жалғастырып, дамытты.

Химиялық теория бойынша гидраттар түзілгенде, ерітіндінің қасиеттері өзгереді. Мысалы: CuSO_4 (сусыз, ақ түсті) суда ерігенде $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ деген аквакомплекс түзіледі, ерітінді көк түске боялады. Бұл процесс **гидратация** деп аталады. Еру процесі химиялық реакциялар жүретін заңдылықтарға бағынады.

Егер $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ екенін еске түсіріп, ΔG мәнін есептесек және $\Delta G < 0$ болса, зат өз еркімен ериді. Сонда энтропия өседі: $\Delta S > 0$.

Зат ерігенде, жылу бөлінеді немесе сіңіріледі:

$$\Delta H_{\text{еру}} = (-\Delta H_1 + \Delta H_2);$$

– ΔH_1 – кристалдық тордың бұзылу жылуы;

– ΔH_2 – гидраттану жылуы;

$\Delta H_1 > 0$ - кристалдық тордың бұзылуы – эндотермиялық процесс, ал $\Delta H_2 < 0$ – гидраттану процесінде жылу бөлінеді, демек, ол экзотермиялық процесс. Негізінде $\Delta H_{\text{еру}}$ мәні қосылыстағы химиялық байланыстың табиғатына тәуелді. Мысалы, иондық торды бұзу үшін жұмсалатын энергияның мәні молекулалық торды бұзу үшін жұмсалатын энергиядан әлдеқайда үлкен болады. Кейбір иондық қосылыстар үшін тор бұзылу, гидраттану және еру энергиялары 12-кестеде келтірілген.

12-кесте

Кейбір тұздардың кристалдық тор, гидраттану және еру энергиялары (кДж/моль)

тұз	$\Delta H_{\text{кристалдану}}$	$\Delta H_{\text{сольваттану}}$	$\Delta H_{\text{еру}}$
NaF	+218,2	-217,6	+0,6
NaCl	+185,5	-184,2	+1,3
NaBr	+177,8	-177,6	+0,2
NaI	+165,6	-167,0	+1,4
KI	+194,7	-198,8	-4,1
KCl	+169,6	-165,2	+4,4
KBr	+162,8	-157,7	+5,1
KF	+153,9	-148,8	+5,1

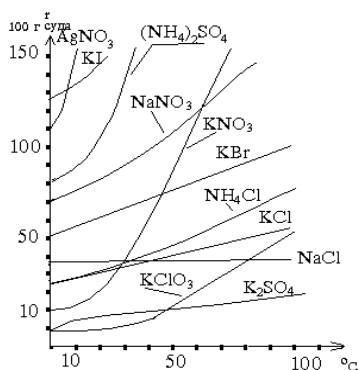
Осы шамалар есептелгенде Д.И. Менделеевтің химиялық теориясы дәлелденді.

Вант-Гофф, Аррениус, Оствальд ерітінділердің физикалық теориясын ұсынған. Бұл теория бойынша, еріген зат пен ерітінді бір-бірімен әрекеттеспейді. Еру – диффузия салдарынан болатын физикалық процесс. Ерітінді еріткіш пен еріген зат молекулаларының біртекті қоспасы деп аталады.

Физикалық теория мен химиялық теория біраз уақытқа дейін бір-біріне қарсы қойылып келді. Қазіргі кезде ерітіндіде әрі химиялық әрекеттесу, әрі диффузия болуы дәлелденген, сондықтан еру физика-химиялық процесс деп қарастырылады.

8.3. Еру және ерігіштік

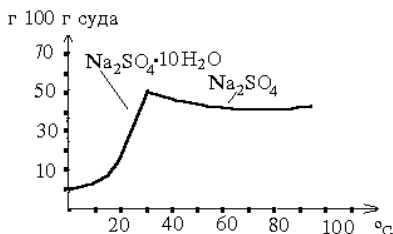
Заттардың ерігіштігі олардың табиғатына және ерігіштік қасиеттеріне тәуелді. Еритін затты еріткішке салған кезде, еритін заттың молекулалары еріткіштің көлеміне тарайды. Мұндай процесс еріткіш қаныққанға дейін жүреді. Еріткіш қаныққаннан кейін еріген зат кристалдана бастайды. Кристалдану процесі – еру процесіне қарама-қарсы. Осындай ерітінді қаныққан ерітінді деп аталады. Еру мен кристалдану арасында тепе-теңдік орнайды. Қанық ерітіндідегі еріген заттың концентрациясы осы заттың ерігіштігі деп аталады (100 грамм еріткіштегі граммен алынған еріген заттың массасы. Мысалы, 100 г суда 36 г NaCl ериді. NaCl-дың ерігіштігі 36 %). Еру процесіне әртүрлі факторлар әсер етеді.



7-сурет. Сусыз тұздардың еруіне температураның әсері

Қатты заттардың ерігіштігіне температура 7-суретте көрсетілгендей оң әсерін тигізеді. Бірақ кейбір тұздар, мысалы K_2SO_4 , $NaCl$ температура жоғарылағанда да баяу ериді.

Ал егер молекула құрамында кристаллогидраттық су болса, ерігіштік қисықтарында сынық болады. Мысалы $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ тұзының еруі 8-суретте көрсетілген. Құрамында суы бар молекуланың ерігіштігі температура өскен сайын тез артады, ал суызданған молекулалардың ерігіштігі төмендейді, себебі қисықтың бірінші сынығы тек дегидратация процесін, ал екінші сынығы кристалдық тордың бұзылу процесін сипаттайды, бұл процеске энергия көп жұмсалады, ол – эндотермиялық процесс.



8-сурет. Натрий сульфатының еруіне температураның әсері

8.4. Ерігінділердің концентрациясы

Концентрация дегеніміз – ерітіндінің белгілі бір көлеміндегі еріген заттың мөлшері. Ерітінділердің концентрациясын әртүрлі мәндермен өрнектеуге болады.

1) массалық үлес:
$$\omega = \frac{m_{\text{еріген зат}}}{m_{\text{ерігінді}}}$$

%-бен есептесе:
$$\omega = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100 \%$$

m_1 – еріген заттың массасы.

m_2 – ерітіндінің массасы.

2) молярлық концентрация немесе молярлылық: C_M – еріген заттың мольмен алынған мөлшерінің ерітінді көлеміне қатынасы: $C_M = \frac{n}{V}$, бұл теңдеуде: n – еріген заттың моль саны, V – ерітінді көлемі.

Мысал: калий хлоридінің 1,5 М ерітіндісі немесе C_m (KCl) = 1,5 моль/л.

Осындай ерітіндінің 1 литрін дайындау үшін алынатын калий хлоридінің массасын есептейік:

1 моль KCl 74,5 грамды құрайды,

1,5 моль KCl x грамды құрайды,

Сонда $x = 111,75$ г

Жауап: калий хлоридінің 1,5 М ерітіндісінің 1 литрін дайындау үшін 111,75 г тұз алынады.

3) моляльдық концентрация

C_m – еріген заттың мольмен алынған мөлшерінің еріткіштің массасына қатынасы

$$C_m (\text{KCl}) = 1,5 \text{ моль/кг } \text{H}_2\text{O}$$

4) эквиваленттік концентрация немесе эквиваленттің молярлық концентрациясы

$C_{\text{эк}}$ – немесе n – бұл еріген заттың эквиваленттер санының ерітінді көлеміне қатынасы:

$$c_{\text{эк}} (\text{B})_1 V_1 = c_{\text{эк}} (\text{B})_2 V_2$$

немесе

$$V_1 / V_2 = c_{\text{эк}} (\text{B})_2 / c_{\text{эк}} (\text{B})_1$$

Мысалы 0,15 н ерітінді дегеніміз $C_{\text{эк}} = 0,15$ моль·эquiv/л.

5) титрлік концентрация, титр

$$T = \frac{c_{\text{эк}} \cdot M (\text{Э})}{1000} - \text{бұл ерітіндінің 1 мл-не есептелінген еріген заттың массасы (г).}$$

8.5. Электродит емес ерітінділердің қасиеттері

Ерітіндіде иондарға диссоциацияланып, ток өткізе алатын заттар электродиттер деп, ал ерітіндіде аз диссоциацияланып, ток өткізбейтін заттар электродит емес деп аталады.

Ерітінділердің буының қысымы

Бірдей температурада ерітіндінің бетіндегі будың қысымы таза еріткіштің бетіндегі будың қысымынан аз болады. 1887 жылы француз ғалымы Рауль заң ұсынды.

«Ерітінді үстіндегі еріткіштің қаныққан буының қысымының салыстырмалы төмендеуі ерітіндідегі еріген заттың мольдік үлесіне тең.»

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N_B$$

Бұл теңдеуде:

P_0 – таза еріткіштің буының қысымы

P – ерітіндінің бетіндегі қаныққан будың қысымы

N_B – еріген заттың мольдік үлесі, бұл келесі формуламен есептеледі:

$$N_B = \frac{n_B}{n_B + n_A}$$

Бұл теңдеуде: n_B – еріген заттың молінің саны,

n_A – еріткіштің молінің саны. Сонда:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} \text{ — қаныққан будың қысымының салыстырмалы төмендеуі}$$

немесе

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{n_B}{n_B + n_A}$$

Ерітінділердің қатуы және қайнауы

Әрбір сұйық заттың буының қысымы атмосфералық қысымға тең болған кезде, ол сұйық қайнай бастайды. Әрбір ерітіндінің буының қысымы қатты еріткіштің қаныққан буының қысымына тең болғанда, ерітінді кристалданады (қатады).

$\Delta t_{\text{қайнау}}$ – ерітіндінің және еріткіштің қайнау температурасының айырмасы немесе ерітіндінің қайнау температурасының жоғарылауы.

$\Delta t_{\text{қату}}$ – ерітіндінің және еріткіштің кристалдану температурасының айырмасы немесе ерітіндінің қату температурасының төмендеуі.

Раульдің тұжырымы бойынша:

$$\Delta t_{\text{қайнау}} = E C_m$$

$$\Delta t_{\text{қату}} = K C_m$$

C_m – заттың молярлық концентрациясы;

E – эбуллиоскопиялық константа;

K – криоскопиялық константа;

E және K еріткіштің табиғатына тәуелді, мысалы, су үшін:

$E = 0,52$, $K = 1,86$, ал бензол үшін $E = 2,57$, $K = 5,12$. Бұл мәндер анықтамалықтардан алынады.

Сонымен, ерітінділердің қатуы және қайнауы үшін Рауль заңдары былай оқылады:

1. *Ерітінділердің қайнау температурасының жоғарылауы және қату температурасының төмендеуі еріген заттың молярлық концентрациясына тура пропорционал.*

2. *Әртүрлі заттардың бірдей мөлшері еріткіштің бірдей мөлшерінде ерітілсе, ерітіндінің қату температурасы және қайнау температурасы бірдей градусқа өзгереді.*

Рауль заңы бойынша электролит емес заттардың молярлық массасын табуға болады.

Тәжірибе жасап, $\Delta t_{\text{қату}}$ табады, содан кейін

$$\Delta t_{\text{қату}} = K C_m$$

$$C_m = \frac{B \cdot 1000}{M \cdot a}; \quad \text{ал} \quad M = \frac{B \cdot 1000 \cdot K}{C_m \cdot a}$$

Бұл теңдеулерде:

B – еріген заттың массасы;

a – ерітіндінің массасы;

C_m – моляльдық концентрация;

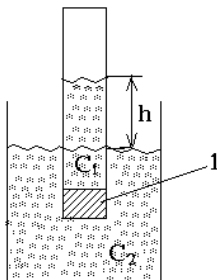
K – криоскопиялық константа;

M – еріген заттың молярлық массасы.

Осмос

Еріткіш шала өткізгіш арқылы өздігінен ерітіндіге ауысса, осындай құбылысты осмос дейді. Шала өткізгіш дегеніміз – су молекуласын өткізіп, еріген заттың молекуласын өткізбейтін заттар. Мысалы: тері, пергамент, жануарлар мен өсімдіктердің ткані. Осмос құбылысын байқау үшін осмометр деген қондырғы қолданылады.

$C_1 > C_2$ болғандықтан, судың молекулалары стаканнан шала өткізгіш (1) арқылы C_1 ерітіндісіне ауыса бастайды (9-сурет). Біраз уақыттан кейін екі ерітіндідегі еріген заттың концентрациясы теңеседі. Ол кезде стакандағы және шала өткізгіштегі ерітінділердің деңгейлері әртүрлі болады. Осы деңгейлерді бірдей ету үшін артық қысым қажет. Осы қысымды осмос қысымы дейді.



9-сурет. Осмометрдің қарапайым схемасы

Осмос қысымы Вант-Гофф заңы арқылы анықталады: «*Ерітіндінің осмос қысымы – еріген зат сол температурада газ*

күйінде болып, ерітіндінің көлеміндегі көлем алып тұрғанда туғызатын қысымына тең». Клайперон-Менделеев теңдеуін қолданса:

$$PV = \frac{mRT}{M} \quad \frac{m}{M} = n \text{ – моль саны}$$

сонда $PV = nRT$, ал көлем орнына $V = \frac{n}{C}$ қойылса, формула мынадай күйге келеді

$$P = CRT \text{ (осмос қысымы)}$$

Вант-Гофф заңынан еріген заттың молекулалық массасын (M) табуға болады.

$$M = \frac{nRT}{VP} \cdot 1000$$

V – ерітіндінің көлемі,

n – еріген заттың моль саны,

P – осмос қысымы.

Осмоз қысымдары тең әртүрлі ерітінділер **изотондық** болып саналады. Ал бір ерітіндінің осмос қысымы екінші ерітіндінің осмос қысымынан үлкен болса, ерітінді – **гипертондық**, ал кіші болса – **гипотондық**. Медициналық және фармацевтикалық практикада 0,85 % NaCl, 4,5-5 % глюкоза ерітінділері изотондық болып есептеледі, себебі олардың осмос қысымдары қан плазмасының осмос қысымына тең. Кейбір жағдайда, адам организміне ерітінділер құю қажет, осындайда құйылатын ерітінділердің осмос қысымы қанның, организмдегі клеткааралық сұйықтықтардың осмос қысымына тең болуы шарт, керісінше болса, «осмотық конфликт» пайда болады. Осындай осмотық конфликтердің нәтижесінде «гемолиз», «цитолиз», «плазмолиз» құбылыстары байқалады.

Егер организмдерге гипертондық ерітінді құйылса, эритроциттердегі су молекулалары сыртқа шығады, эритроциттер құр-

ғап, жиырылады. Ал егер құйылатын ерітінді гипотондық болса, плазмадағы су молекулалары эритроциттердің қабыршағынан өтеді, олардың көлемі өсіп, эритроциттер жарылады. Осындай құбылыстарды «гемолиз» немесе «эритроцитоз» дейді.

Жалпы өсімдіктер мен жануарлардың организмінде жүретін клеткалардың бұзылуы – цитозис. Өсімдіктердің өсу процесінде осмос құбылысы кең орын алған, мұнда да өсімдік жапырақтары немесе тамырлары гипертондық ерітіндіге салынса, су молекулалары сол ерітіндіге өтеді де, жапырақтар солып қалады. Бұл құбылыстың аталуы – плазмолиз. Сонымен, қорыта айтқанда, осмос құбылысы адамның, жануарлардың, өсімдіктердің тіршілігінде өте маңызды рөл атқарады.

Жоғарыда қарастырылған қасиеттер электролит емес ерітінділердің концентрациясына, демек, еріген заттың мөлшеріне тікелей тәуелді. Сол себептен бұл қасиеттер коллигативтік (мөлшерлік) деп те аталады.

8.6. Электролиттер

Электролиттердің Вант-Гофф және Рауль заңынан ауытқуы

Электролиттердің ерітінділерін зерттегенде олардың коллигативтік қасиеттері электролит еместердің қасиеттерінен өзгеше болып шықты. Осындай өзгерістерді есепке алу үшін Вант-Гофф, Рауль заңдарына i деген коэффициент енгізілді. Сонда электролиттер үшін Рауль, Вант-Гофф заңдары былай жазылады:

Осмос қысымы $P = iCRT$

$$\text{Бу қысымы} \quad \frac{P_0 - P}{P_0} = iN_B$$

$$\Delta t_{\text{қайнау}} = iEC_m$$

$$\Delta t_{\text{қату}} = iKC_m$$

i -изотондық коэффициент – электролиттер мен электролит еместердің қасиеттерінің сандық мәндері неше есе көп немесе неше есе аз екенін көрсетеді.

$$i = \frac{P_{1(\text{осм})}}{P_{2(\text{осм.})}} = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{\Delta t_{1(\text{қайнау})}}{\Delta t_{2(\text{қайнау})}} = \frac{\Delta t_{1(\text{кату})}}{\Delta t_{2(\text{кату})}}$$

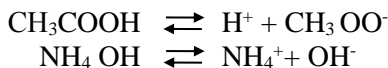
электролиттер үшін $i > 1$, электролит еместер үшін: $i = 1$

Электролиттік диссоциация

1887 жылы Аррениус электролиттік диссоциация теориясын ұсынды.

Аррениус теориясының негізгі қағидалары:

1. Электролиттердің ерітінділерінде олардың молекулалары зарядталған иондарға диссоциацияланады.
2. Түзілген иондар мен ыдырамаған молекулалардың арасында термодинамикалық тепе-теңдік орнайды.
3. Ионның заряды элементтің немесе қышқылдық қалдықтың валенттілігіне тең, оң зарядты бөлшектердің саны – теріс зарядты бөлшектердің санына тең, ал ерітінді – электронейтрал.
4. Электролиттердің ерітінділері ток өткізеді.
5. Диссоциация процесін былай жазады:



Аррениус теориясы еріген зат пен еріткіштің арасында әрекеттесу бар екенін ескермеді.

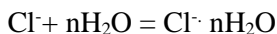
Электролит ерітіндісінің қазіргі замандағы теориясы

Қазіргі замандағы теория бойынша еріген зат ерітіндіге ауысқан кезде оның молекулалары еріткіштің молекулаларымен әрекеттеседі, химиялық байланыс түзіледі. Иондық және полюсті коваленттік байланысы бар молекулалар оңай диссоциацияланады. Полюстігі аз немесе полюссіз молекулалар аз диссоциацияланады немесе диссоциацияланбайды.

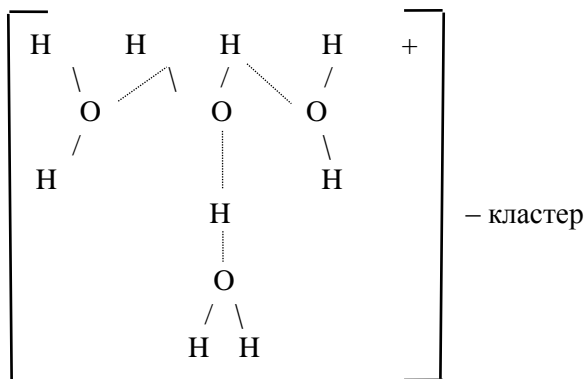
Коваленттік байланысы бар молекулалар полюсті молекулалы еріткіште диссоциацияланған кезде диполь, дипольды әрекеттесу, поляризация, деформация байқалады, донорлы-акцепторлы байланыс түзіледі. Мысалы, HCl ерігенде, HCl-дағы байланыс бұзылып, гидратталған иондар түзіледі:



және



Сутек ионынан және бірнеше су молекуласынан сутекті байланысы бар күрделі бөлшек түзіледі. Ол кластер деп аталады.



Диэлектрлік тұрақты

Ерітіндідегі гидратталған иондардың өзара бір-біріне тартылу күші мынадай формуламен анықталады.

$$F = \frac{e_1 e_2}{\epsilon r^2}$$

ϵ – еріткіштің диэлектрлік тұрақтылығы,

e_1, e_2 – катион мен анионның заряды,

r – катион мен анион арасындағы қашықтық.

8.7. Диссоциациялану дәрежесі. Әлсіз және күшті электролиттер

Бір түрлі еріткіште әртүрлі электролиттер түрліше диссоциацияланады, сондықтан диссоциациялану дәрежесі қабылданған.

$$\alpha = \frac{N_{\text{дис}}}{N_{\text{жалпы}}}$$

Бұл теңдеуде: $N_{\text{дис}}$ – диссоциацияланған молекулалар саны,
 $N_{\text{жалпы}}$ – молекулалардың жалпы саны,
 α – диссоциациялану дәрежесі, оның изотондық коэффициентпен байланысы:

$$\alpha = \frac{i-1}{n-1}$$

Бұл теңдеуде: n – еріген иондар саны.
 α -ға байланысты электролиттер әлсіз және күшті болып бөлінеді.

Күшті электролиттерге мына қосылыстар қарайды: ($\alpha = 1$ немесе $\alpha = 100\%$).

Негіздер: LiOH, NaOH, KOH, CsOH, RbOH, Ba(OH)₂, Sr(OH)₂.

Қышқылдар: H₂SO₄, HNO₃, HCl, HBr, HI, HClO₄, HMnO₄ және барлық тұздар.

Әлсіз электролиттерге: ($\alpha < 1$): H₂O, органикалық қышқылдардан: бензой және сірке қышқылдары, қышқылдардан: HCN, H₂S, H₂CO₃, HNO₂, H₂SiO₃, негіздерден: NH₄OH, барлық нашар еритін негіздер, кейбір тұздар: Hg₂Cl₂, Fe(CNS)₃, Pb₃(CH₃COO)₂ жатады.

8.8. Әлсіз электролиттердің қасиеттері

1) диссоциация константасы

Әлсіз электролиттің диссоциациясы:

$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$, осындай теңдеуде тепе-теңдік болғанда, әсер етуші массалар заңына бағынады, сонда:

$$K_g = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$$

Осы тепе-теңдік константасы диссоциация константасы деп аталады. K_g концентрацияға тәуелсіз, ал температура өзгерсе, өзгереді. Әлсіз электролиттер үшін K_g өте аз шама.

Мысалы: $K_g(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,76 \cdot 10^{-5}$

$K_g(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,79 \cdot 10^{-5}$

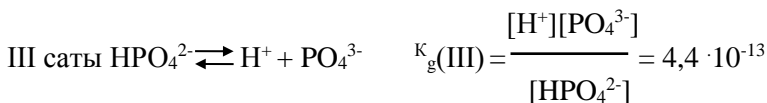
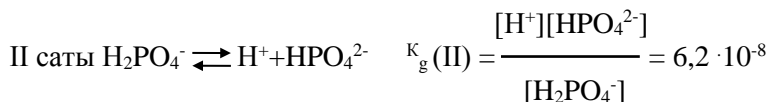
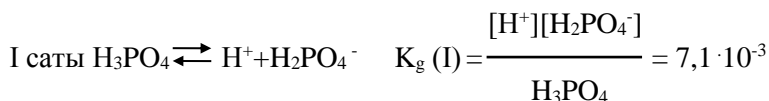
$K_g(\text{HCN}) = 4,79 \cdot 10^{-10}$,

демек, HCN – өте әлсіз электролит.

K_g аз болса, электролит әлсіздеу.

Қышқыл қалдығының заряды жоғары болып келетін электролиттер сатылап диссоциацияланады.

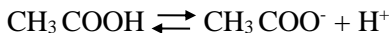
Мысалы: H_3PO_4



Толық диссоциациялану константасы: $K_g = K_{\text{I}} \cdot K_{\text{II}} \cdot K_{\text{III}}$

Оствальдтың сұйылту заңы (1898 ж.)

Әлсіз электролитті қарастырайық:



Қышқылдың бастапқы концентрациясы c моль/л, ал диссоциациялану дәрежесі α болса, сутек ионының концентрациясы: $[\text{H}^+] = c\alpha$ (иондардың заряды бір) сондықтан $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = c\alpha$. Диссоциацияланбаған молекулалар саны:

$$c - c\alpha = c(1 - \alpha), \text{ сонда}$$

$$K_g = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1 - \alpha)} = \frac{c\alpha^2}{(1 - \alpha)}$$

Әлсіз электролиттер үшін $\alpha \ll 1$ сондықтан $(1 - \alpha)$ өрнегіндегі α -ны есепке алмаймыз: $K_g = c\alpha^2$, осыдан:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_g}{c}}, \text{ демек,}$$

концентрация азайса, α артады.

Оствальд заңының оқылуы:

«Әлсіз электролиттің диссоциациялану дәрежесі – ерітіндінің молярлық концентрациясының квадраттық түбіріне кері пропорционал.»

Күшті электролиттер ($\alpha = 1$)

Күшті электролиттер толық диссоциацияланған болып есептеледі. Заряды қарама-қарсы иондар көп болғасын, олар бір-біріне тартылады. Әрбір гидраттанған ионның жанында заряды қарама-қарсы иондар орналасады. Иондық атмосфера түзіледі. Еріген заттың концентрациясы көбейген сайын иондық атмосфера ұлғайып, қозғалысқа кедергі жасайды. Сондықтан тәжірибе арқылы анықталған

$$a = \gamma \cdot c$$

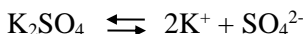
γ – активтік коэффициенті,
 c – концентрация.

Концентрация көбейген сайын иондардың арасындағы әрекеттесу баяулайды, активтілік азаяды, γ кішірейеді. Активтілік коэффициенті ерітіндідегі барлық иондар зарядына тәуелді. Сондықтан ерітіндінің иондық күші деген ұғым қабылданған:

$$\mu = \frac{1}{2} \sum c_m \cdot Z^2$$

μ – иондық күш,
 Σ – қосынды,
 c_m – молярлық концентрация,
 Z – ионның заряды.

Мысалы: 0,2 М K_2SO_4 үшін;



$$\mu = 1/2(0,4 \cdot 1^2 + 0,2 \cdot 2^2) = 0,6$$

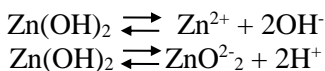
Күшті электролиттер теориясын 1923 жылы Дебай, Хюккель ұсынған.

8.9. Қышқылдар мен негіздердің сулы ерітінділердегі диссоциациялануы

Электролиттердің диссоциациялану теориясы тұрғысынан қарағанда, **қышқыл** дегеніміз – сулы ерітінділерде гидроксоний (H_3O^+) ионын түзетін электролит. **Негіз** дегеніміз сулы ерітіндіде диссоциацияланғанда OH^- ионын түзеді.

Электролиттік диссоциация жүруі молекуланың полюстігіне байланысты. Мысалы ROH қосылысында $O-H$ байланыс R -дің қасиетіне тәуелді.

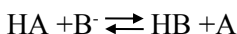
Амфотерлі электролиттерде диссоциация екі түрлі жолмен жүреді:



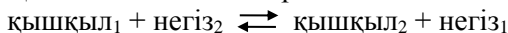
Негізгі амфотерлі электролиттер: Al(OH)_3 , Cr(OH)_3 , Be(OH)_2 , Sn(OH)_2 , Zn(OH)_2

Электролиттік диссоциация теориясы құрғақ HCl , NH_3 -тің негіздік, қышқылдық қасиеттерін түсіндіре алмады. Сондықтан басқа теориялар ұсынылды.

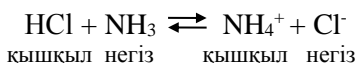
Бренстед (1923 ж.) протондық теория ұсынды. Бұл теория бойынша қышқыл дегеніміз өзінен протон бөлетін, ал негіз – өзіне протон қосып алатын зат. Процестің схемасы:



Қышқылдық-негіздік реакция былай жазылады:

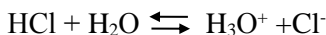


Мысалы:

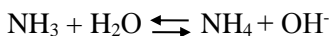


Бренстед теориясы бойынша кез келген протоны бар қосылыс әрекеттесіп тұрған қосылыстың табиғатына байланысты амфотерлі бола алады.

Мысалы су мынадай тепе-теңдікте:



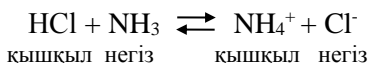
әлсіз негіз рөлін атқарып тұр, ал келесі тепе-теңдікте:



қышқыл рөлін атқарады, демек, H_2O – амфотерлі электролит.

Қышқылдық-негіздік теориялардың ішінде Льюис теориясына да көңіл бөлген жөн. Бұл теория бойынша, қышқыл дегеніміз

– өзіне электрондар қосағын қосып алатын зат, ал негіз – электрон қосағын бере алатын зат. Осындай жағдайда коваленттік байланыс түзіледі.



Бірақ бұл теория кәдімгі қышқылдардың диссоциациясын түсіндіре алмады. Қышқылдар мен негіздерге басқа да ғалымдар көп көңіл бөлген. Мысалы Р.Дж. Пирсон, Э.К. Франклин, Н.А. Измаилов және қазақстандық ғалым, академик М.И. Усанович. Усановичтің ілімі бойынша бір заттан катион бөлініп, ол катион анионмен қосылып тұз түзілсе, ол зат қышқыл деп аталады. Ал заттан анион бөлініп, ол анион электрондар арқылы катионмен әрекеттесіп тұз түзілсе, ол зат негіз деп аталады.

8.10. Судың электролиттік диссоциациясы. Судың иондық көбейтіндісі

Су – әлсіз электролит. Су молекуласының диссоциациялануы келесі схема бойынша өрнектеледі:



Осы схема бойынша судың диссоциациялану константасы жазылады:

$$K_g = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,86 \cdot 10^{-16}$$

Су аз диссоциацияланады, сондықтан судың молекулаларының концентрациясын $[\text{H}_2\text{O}]$ тұрақты деп санауға болады. 1 литр суда $(1000:18) = 55,55$ моль болады. Сондықтан:

$$K_g = 1,86 \cdot 10^{-16} \cdot 55,55 = 10^{-14},$$

сонда:

$$K_g = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14},$$

осы көбейтінді тұрақты, ол судың **иондық көбейтіндісі** деп аталады. Бұл шама K_w деп белгіленеді, температура өзгерсе, ол да өзгереді.

Сонымен, $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$. Осы мән арқылы ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясын білуге болады және ортаның қышқылдылығы жөнінде мәлімет алуға болады.

Егер $[H^+] > 10^{-7}$ – орта қышқыл;

$[H^+] < 10^{-7}$ – орта сілтілі;

$[H^+] = 10^{-7}$ – орта нейтрал.

Ал егер сутек иондарының орнына олардың концентрацияларының логарифмдері қойылса, қолдану ыңғайлы болады, сонда рН деген ұғым пайда болады және оны сутектік көрсеткіш деп атайды.

Сонымен, $pH = \lg [H^+]$ – бұл сутектік көрсеткіш. Осы мәнге қарап, ортаның қышқылдылығы жөнінде мәліметті былай айтады:

$pH < 7$ – орта қышқыл;

$pH > 7$ – орта сілтілі;

$pH = 7$ – орта нейтрал.

Сутек пен гидроксил-ионының концентрацияларын логарифмдесек, олардың қосындысы 14-ке тең болады.

$$pH = -\lg H^+; pOH = -\lg [OH^-],$$

сонда $pH + pOH = 14$

8.11. Индикаторлар

Химиялық, гидрометаллургиялық, физиологиялық процесстерде рН-тың маңызы өте зор. рН-ты білу үшін индикаторлар қолданылады. Индикаторлар дегеніміз – әртүрлі әлсіз органикалық қышқылдар, бұлар ортаның қышқылдылығына (рН-ына) қарап, түсін өзгерте алады. Негізгі индикаторлар жөніндегі мәліметтер 13-кестеде келтірілген.

Кейбір индикаторлар түсін жайлап (біртіндеп өзгертеді). Мысалы, лакмус рН = 5 – 8 арасында түсін жайлап өзгертеді (қы-

зылдан көкке). Осы интервал индикатордың түсінің өзгеру интервалы деп аталады.

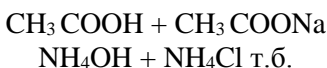
13-кесте

Көп қолданылатын индикаторлар

индикаторлар	орта	pH	индикатордың түсі
фенолфталеин	негіздік қышқылдық	pH>7 pH<7	қызыл түссіз
Лакмус	негіздік қышқылдық	pH>8 pH<5	көк қызыл
метилоранж	негіздік қышқылдық	pH>7 pH<3	сары қызыл

8.12. Буферлі ерітінділер

Буферлі ерітінділер дегеніміз – қышқыл немесе негіз қосылғанда өзінің сутек H^+ және гидроксил OH^- ионының концентрациясын өзгертпейтін ерітінділер. Буферлі ерітінділердің маңызы өте зор. Олар жануарлар мен өсімдіктердің организміндегі pH-ты тұрақты күйінде ұстауға қызмет етеді. Буферлі ерітінділердің құрамында әлсіз қышқыл және оның тұзы немесе әлсіз негіз және оның тұзы болады, мысалы:



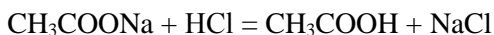
Буферлі ерітіндіде pH-тың тұрақты болу себебін былай түсіндіруге болады: Мысалы, әлсіз қышқыл CH_3COOH және оның тұзынан құралған буферлі ерітінді үшін диссоциациялану константасын жазсақ:

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

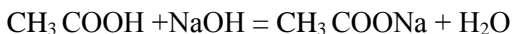
осыдан сутек ионының концентрациясын табуға болады:

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

Бұл теңдеуде K_g – тұрақты шама. Ал егер осы буферлі ерітіндіге HCl қосылса, мынадай реакция жүреді:



H^+ ионымен CH_3COO^- ионы аз диссоциацияланған CH_3COOH молекуласын түзеді, сол кезде тепе-теңдік оңға қарай ығысады. H^+ - ионының концентрациясы бұрынғыдай болып сақталады, рН өзгермейді. Сол сияқты NaOH қосылса, мынадай реакция жүреді:



Нәтижесінде аз диссоциацияланған су молекуласы түзіледі, рН өзгермейді.

8.13. Иондық реакциялар және тепе-теңдіктер

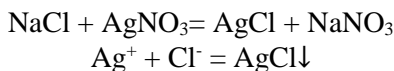
Тірі организмдер үшін химиялық реакциялардың және тепе-теңдіктердің маңызы өте зор. Оларды жете түсіну үшін және организмдегі жүріп жатқан реакциялардың нәтижелерін, олардың салдарларын ойдағыдай талқылап, биологияда, экологияда, биотехнологияларда, емдеу ісінде қолдана білу үшін де, олардың негізін құрайтын химиялық реакциялардың заңдылықтарын терең білу қажет. Тірі организмдегі күрделі түрде жүретін химиялық процестер төрт түрлі тепе-теңдіктерге негізделген:

1. Қышқылдық-негіздік тепе-теңдік.
2. Гетерогендік тепе-теңдік.
3. Тотығу-тотықсыздану реакцияларына негізделген тепе-теңдіктер.
4. Комплексті қосылыстардың реакцияларына негізделген тепе-теңдіктер.

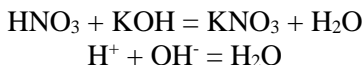
Организмнің қалыпты түрде функцияларын атқару қабілеті осы аталған тепе-теңдіктердің сақталуымен немесе оңға, солға қарай ығысуымен тікелей байланысқан.

Ерітіндідегі химиялық реакциялар жүріп, тепе-теңдік оңға қарай ығысуы үшін төмендегідей шарттар сақталуы керек:

1. Реакция нәтижесінде аз еритін заттардың түзілуі



2. Реакция нәтижесінде аз диссоциацияланған заттың түзілуі



3. Газ күйіндегі заттардың бөлінуі:



Кез келген қарастырылатын реакцияда осындай шарттар орындалса, тепе-теңдік оңға қарай ығысады, реакция аяғына дейін жүреді.

8.14. Қышқылдық-негіздік тепе-теңдік және адам организміндегі негізгі буферлі жүйелер

Адам организмінде міндетті түрде жүретін физиологиялық және биохимиялық процестерді үйлестіретін және ішкі ортадағы тұрақтылықты қамтамасыз ететін күштер бар. Осы үйлестіру процесі В. Кеннонның ұсынуы бойынша гомеостазис деп аталған, «гомео» деген сөз тұрақтылықты, тұрақты күйді білдіреді. Гомеостазис биологиялық тұрғыдан активті заттар арқылы (ферменттер, гормондар) және нервтік регуляция механизмдері арқылы іске асырылады. Организмдегі қанда, тканьдер сұйықтықтарында, лимфада жүретін процестер гуморальды деп аталады. Гуморальды және нерв компоненттері бір-бірімен тығыз байланысқан және нейро-гуморальды комплекс түзеді.

Гомеостазистің бір қыры тірі организмдегі энергияның тепе-теңдігін ұстап тұру болса, екінші қыры — организмдегі H^+ - иондарының концентрациясын, демек, рН мәнін қалыпты түрде ұстап тұру болып табылады.

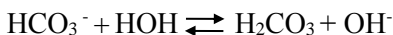
Қанның рН-ы 7,36-ға тең. Егер рН осы мәннен 0,3-ке өзгерсе, организмде коматоздық жағдай (кома), ал 0,4-ке өзгерсе, өлім қаупі туады. Ал әлсіреген организм үшін тіпті 0,1-ге өзгергені де қауіпті.

Тірі организмдегі, дәлірек айтқанда, адам организмдегі рН мәнін тұрақты түрде ұстап тұратын қандағы буферлі ерітінділерге – буферлі жүйелерге тоқтап өтейік.

1) **гидрокарбонатты** (бикарбонатты) буферлі жүйе: адам организмне тағаммен түсетін көмірсулар, белоктар, майлар тотыққанда, көмірқышқыл газы бөлінеді, ол сумен әрекеттескенде, көмір қышқылы түзіледі.



ал гидрокарбонат- ион гидролизге ұшырайды:



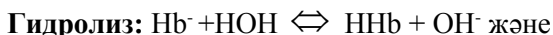
Осы екі тепе-теңдік гидрокарбонатты буферлі жүйені құрайды және OH^- – иондарының түзілуінің нәтижесінде орта сілтілік болып тұр.

2) **фосфатты** буферлі жүйе гидрофосфат және дигидрофосфат иондарының арасындағы тепе-теңдіктерге негізделген:



Мұнда да OH^- – ионының түзілуіне орай, орта сілтілік.

2) **Оксигемоглобин – гемоглобиннің** буферлі жүйесі қанның буферлік сыйымдылығының 75 %-ін құрайды. Бұл буферлік жүйе Hb – гемоглобин иондарымен HHb – гемоглобин арасындағы және HbO_2^- оксигемоглобин арасындағы тепе-теңдіктерге негізделген. Бұл тепе-теңдіктер де диссоциация және гидролиз процестерінен құрастырылады:



Диссоциация: $\text{H}\text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HbO}_2^-$

Гидролиз: $\text{HbO}_2^- + \text{HON} \rightleftharpoons \text{H}\text{HbO}_2 + \text{OH}^-$

Бұл тепе-теңдіктердің де нәтижесінде OH^- – иондарының түзілуі ортаның сілтілік болуына себеп болып тұр.

Егер организмде тепе-теңдік бұзылып, қышқылдылық артып кетсе, бұл құбылыс **ацидоз** деп, сол сияқты сілтілік артса, **алкалоз** деп аталады. Ацидоз немесе алкалоздың пайда болуы организмге тағам арқылы қышқылдылығы немесе сілтілігі жоғары қосылыстардың түсуімен тікелей байланысты. Қазіргі замандағы клиникалық практикада **қышқылдық-негіздік тепе-теңдікті (ҚНТТ)** қанды Аструп микроәдісімен зерттеу арқылы анықтайды және BE өлшем бірлігімен сипаттайды. (BE - «би- эксцесс»- сілтіліктің артуы). Егер ҚНТТ қалыпты жағдайда болса, $\text{pH} = 7,40$), ал $\text{BE} = 0 \div 3$. Ал егер $\text{BE} = \pm (3 \div 5)$ болса, организмнің жағдайы қалыпты стресте, $\text{BE} = \pm (6 \div 9)$ болғанда, организмнің жағдайы нашар, ал $\text{BE} = \pm (10 \div 14)$ болса, өте нашар деп саналады, ал $\text{BE} > 14$ болса, өлім қаупі туады.

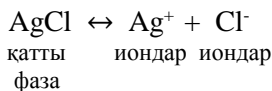
Қышқылдық – негіздік тепе-теңдікті ретке келтіру үшін ацидоз кезінде 4 %-ті натрий гидрокарбонатын қолданады. Оның көлемін мынадай формуламен есептейді: $V = 0,5 m\text{BE}$, мұнда m – ауру адамның массасы. Егер ацидоз құбылысы жүрек тоқтау нәтижесінде пайда болса, натрий гидрокарбонатының көлемін мынадай формуламен есептейді: $V = mZ$, мұнда Z – жүректің тоқтап қалған уақыты (мин.).

Қышқылдық – негіздік тепе-теңдік алкалоз нәтижесінде бұзылса, уақытша 5 %-тік аскорбин қышқылының 5-15 мл-ін қолданады. Бірақ бұл өте күрделі процесс, демек, көптеген жағдайларды ескере отырып, күрделі шаралар қолдана білу керек.

8.15. Гетерогендік тепе-теңдіктер.

Ерігіштік көбейтіндісі

Егер аз еритін затты суға салса, қатты фаза мен заттың қанық ерітіндісінің арасында тепе-теңдік орнайды. Мысал ретінде аз еритін күміс хлоридін қарастырайық:



Осы тепе-теңдікке әсер етуші массалар заңын қолданып, тепе-теңдік константасын өрнектесек:

$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$

Бұл теңдеуден:

$$K[\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

AgCl аз еритін болғандықтан, $[\text{AgCl}]$ тұрақты шама деп алынады, сондықтан $K[\text{AgCl}]$ – тұрақты шама. Осы тұрақты шама **ерігіштік көбейтіндісі** (ЕК) деп аталады.

$$EK(\text{AgCl}) = K[\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Ерігіштік көбейтіндісі деп тұрақты температурада алынған аз еритін заттың қанық ерітіндісіндегі иондарының концентрацияларының көбейтіндісін айтады.

Температура өскен сайын ЕК өседі. Ерігіштік көбейтіндісін заттың еру мөлшерін білу үшін қолданады. ЕК-сін білсе, иондардың концентрациясын табуға болады.

Мысалы:

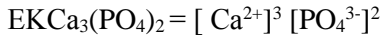
$$EK(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

сонда $[\text{Ag}^+] = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5}$ моль/л – бұл күміс иондарының ерігіштігі.

Ерігіштік көбейтіндісін есептеуде барлық нашар еритін тұздарды сипаттау үшін мынадай формуланы қолданамыз:

$$EK(K_t a A_n b) = [K_t]^a [A_n]^b = \text{const}$$

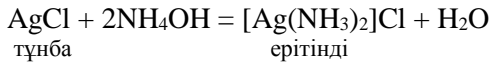
Мысал үшін $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ тұзының ерігіштік көбейтіндісі былай жазылады:



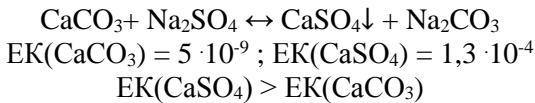
ЕК-сін білсе, заттың ерітіндісінен тұнба түзілу мүмкіндігін білуге болады. Егер ерітіндідегі иондардың концентрацияларының көбейтіндісі ЕК-сінен кіші болса, тұнба түзілмейді. Ал ол көбейтінді ЕК-сіне тең немесе үлкен болса, тұнба түзіледі.

Егер нашар еритін тұздың бір ионы комплекс түзуші болса, осы тұзға комплекс түзуге қабілеті бар қосылыстың ерітіндісін құйса, тұнба ериді.

Мысалы,



ЕК белгілі болса, химиялық реакциялардағы тепе-теңдіктің қай жаққа ығысатынын алдын ала болжауға мүмкіндік туады. Мысалы,

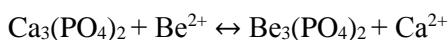


сондықтан тепе-теңдік солға қарай ығысады.

Әртүрлі химиялық элементтердің аз еритін заттар түзу қабілеті, оларды еріту заңдылықтары тірі организмдердегі гетерогендік тепе-теңдіктердің қалыптасуының негізін қалайды. Мысалы: Са, Sr, Be көптеген тұнбалар түзеді. Сүйектің құрамына кіретін негізгі аз еритін қосылыс – кальций тұзы – гидроксилapatит $[\text{3Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2]$. Оның беті өте майда кристалдардан құралған, сондықтан ол айналасын қоршаған ортамен – ерітінділермен ион алмасып тұрады. Сүйек қату процесі сілтілік фосфатазаның әсерімен жүреді. Кальцийдің сүйек құрамында қалыптасуын немесе одан шығуын қамтамасыз ететін қосылыстар «D» витамині және **паратгормон**. Скелет үшін және тістер үшін кальций теңдесі жоқ компонент және ол нерв тканьдарының қалыпты қызмет жасауына, бұлшық еттердің қызметін, жүректегі және скелеттегі

процестерді жақсарту үшін өте қажет. Кальций иондары ми қабыршағының тітіркенуін баяулатады. Ал егер адам организміне атомдық жарылыстардың нәтижесінде стронций – 90 өтіп кететін болса, ол сүйектегі кальцийдің 10 %-ін ауыстырады және ауыр науқастарға (лейкомия – қандағы рак ауруларына, сүйектің рак ауруына) әкеледі. Бірақ организмде кальций иондары жеткілікті болса, басқаша айтқанда, кальций-иондарының гетерогендік тепе-теңдігі сақталып тұрса, стронций-иондарының өтуі оңай болмайды. Демек, адам организмі ауруларға шалдықпау үшін кальцийге бай болуы қажет.

Сүйек қату процесіне бірден-бір зиян келтіретін элементтердің бірі – бериллий. Бериллийдің фосфаты жақсы ериді, сондықтан оның иондары организмге өтсе, гетерогенді тепе-теңдік бұзылады, кальций фосфаты ериді, демек сүйек жұмсаруы мүмкін:



Бұл ауру «бериллий рахиті» деп аталады. Бериллийдің көптеген қосылыстары улы, олардың әсерінен терінің қабыну аурулары пайда болады (дем алу процесі қиындау, өкпе ісіну). Мұндай жағдайда бериллийді тұнбаға түсіретін препараттар қолданылады.

Қорыта айтқанда, адам организміндегі гетерогендік тепе-теңдіктердің қалыптасуы – өте күрделі процесс. Ол көптеген элементтердің концентрацияларымен тығыз байланысты, осы концентрациялардың өзгеруі көптеген ауруларға әкелуі мүмкін. Неғұрлым организмдегі тепе-теңдіктер, оның ішінде гетерогендік тепе-теңдіктер дұрыс қалыптасса және олардың негізін қалайтын химиялық элементтердің концентрациялары өзгермей тұрса, соғұрлым бұл организм сыртқы әсерлерге, стресс факторларына қарсы тұра алады.

8.16. Тұздар гидролизі

Еріген заттың сумен алмасу реакциясына түсіп, ерітіндінің рН-ын өзгерте ыдырауын **гидролиз** деп атайды. Гидролизге тұздар және әртүрлі органикалық қосылыстар – белоктар, майлар, қанттар ұшырайды.

Біздің қарастыратынымыз – тұздар гидролизі.

Гидролиз – өте күрделі процесс. Тұздағы электртерістігі үлкен элемент немесе топ сутек ионымен, ал электртерістігі аз элемент немесе топ ОН⁻ ионымен байланысады.

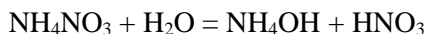
Тұздардың табиғатына және сыртқы жағдайға қарай, гидролиз сатылап, әртүрлі жылдамдықпен жүреді.

Тұздарды түзілу тегіне қарай, төрт топқа бөлуге болады.

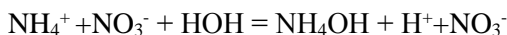
1) күшті қышқыл мен күшті негіздің тұздары гидролизге ұшырамайды, бұл тұздар, негізінен, I және VII топтардың элементтерінен құралады және олардың аниондары ретінде күшті қышқылдардың аниондары қызмет атқарады. Мысалдар ретінде келесі тұздар қарастырылады: NaCl, KNO₃, NaClO₄, KBr, KF т.б.

2) күшті қышқыл мен әлсіз негіздің тұздары (CuCl₂, NH₄Cl, Al₂(SO)₃, SnCl₂, AlCl₃, NH₄NO₃) гидролизге ұшырайды. Гидролиз катион арқылы жүреді, орта қышқылдық, pH < 7. Гидролиздің молекулалық реакциясы:

Бір зарядты катион үшін:



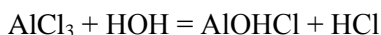
реакцияның иондық түрі:



қысқартылған иондық реакция:



Көп зарядты катион үшін:



I саты: $\text{Al}^{3+} + \text{HOH} = \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+$

II саты: $\text{AlOH}^{2+} + \text{HOH} = \text{Al(OH)}_2^+ + \text{H}^+$

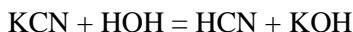
Түзілген H⁺-иондар гидролиздің аяғына дейін жүруіне кедергі жасайды. Сондықтан бұл гидролиз II сатыда тоқтайды.

III саты тек арнайы жағдайлар жасалғанда іске асады:

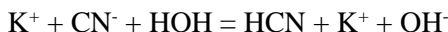


3) әлсіз қышқыл мен күшті негіздің тұздары: (CH_3COONa , Na_2CO_3 , KCN , Na_2SO_3 , KNO_2 .) гидролизге ұшырайды.

Гидролиз анион арқылы жүреді. Бір зарядты анион үшін: молекулалық реакция:



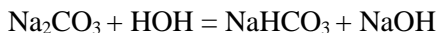
иондық реакция:



қысқартылған иондық реакция:

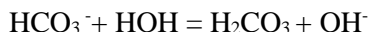


Көп зарядты анион үшін:



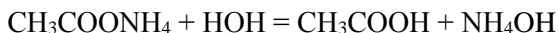
Түзілген OH^- -иондар қайтадан көмір қышқылымен әрекеттеседі, сондықтан гидролиз I сатыда тоқтайды.

II саты тек арнайы жағдай жасалғанда іске асады:



IV тип. Әлсіз қышқыл мен әлсіз негіздің тұздары толық гидролизденеді. Бұл тұздардың негізгілері: $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, Al_2S_3 , PCl_3 , Cr_2S_3 , SO_2Cl_2 , BeSO_4 .

Мысал ретінде аммоний ацетатын қарастырайық, реакция толық жүреді:



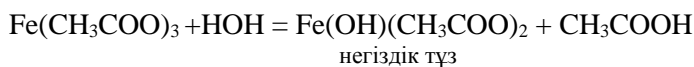
иондық түрі



Ортаның қандай болуы әлсіз негіз және әлсіз қышқылдың диссоциациялану константасының мәніне тәуелді. Егер екеуінің диссоциациялану константаларының мәндері тең болса, орта нейтрал болады, демек, $pH = 7$. Салыстырайық: $K_{\text{дисс.}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ және $K_{\text{дисс.}}(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Демек, аммоний ацетатының гидролизінің нәтижесінде орта нейтрал болады.

Ал көп зарядты анион немесе көп зарядты катион болса, қайсысының диссоциациялану константасы жоғарылау болып келсе, сол ортаға әсер етеді. Егер қышқылдың диссоциациялану константасының мәні жоғарылау болса, орта әлсіз қышқылды болады. Ал егер негіздің диссоциациялану константасының мәні жоғарылау болса, орта әлсіз негізді болады. Мысалдар келтірейік:

Көп зарядты катион үшін

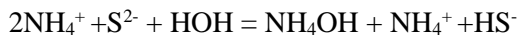
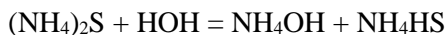


иондық түрі:



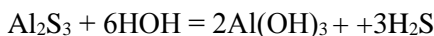
Сірке қышқылының диссоциациялану константасының мәні: $K_{\text{дисс.}} \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$, ал $\text{Fe}(\text{OH})_3$ қосылысының диссоциациялану константасының мәні – $K_{\text{дисс.}} \text{Fe}(\text{OH})_3 = 1,82 \cdot 10^{-11}$. Демек, сірке қышқылының диссоциациялану константасының мәні жоғарылау, сол себептен темір (III) ацетаты толық гидролизге ұшырайды, ал орта әлсіз қышқылдау болады.

Көп зарядты анион үшін



Әлсіз негіз бен қышқылдық тұз түзіледі.

Өте әлсіз қышқыл мен өте әлсіз негіздің тұздары аяғына дейін гидролизденеді:



Гидролиз константасы және гидролиз дәрежесі

Гидролиз дәрежесі (α_r) деп гидролизденген молекулалардың саны мен ерітіндідегі молекулалардың санының арақатынасын айтады.

$$\alpha_r = \frac{n_{\text{гидр}}}{n_{\text{жалпы}}}$$

α_r – гидролиздену дәрежесі,
 $n_{\text{гидр}}$ – гидролизденген молекулалар саны,
 $n_{\text{жалпы}}$ – молекулалардың жалпы саны.

Гидролиз дәрежесі (α_r) еріген заттың табиғатына, концентрациясына, температураға тәуелді.

Гидролиз константасы (K_r) деп гидролиз процесінің қаншалықты терең жүретінін көрсететін шаманы айтады. K_r – неғұрлым үлкен болса, гидролиз соғұрлым терең жүреді.

Гидролиз константасын есептеу жолдары:

$$K_r = K_w / K_{\text{НА}}$$

K_w – судың иондық көбейтіндісі;

$K_{\text{НА}}$ – әлсіз қышқылдың диссоциациялану константасы;

$$K_r = K_w / K_{\text{КІОН}}$$

$K_{\text{КІОН}}$ – әлсіз негіздің диссоциациялану константасы.

Әлсіз қышқыл және әлсіз негізден құралған тұз болса, гидролиз константасы былай жазылады:

$$K_r = \frac{K_w}{K_{\text{НАп}} \cdot K_{\text{КІОН}}}$$

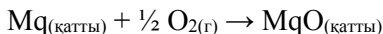
Гидролиз константасы және гидролиз дәрежесін байланыстыратын формула:

$$K_r = C\alpha^2, \text{ сонда } \alpha = \sqrt{K_r / C}$$

9. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

9.1. Тотығу және тотықсыздану

Егер магнийді ауада жандырса, магний тотығады, ол оттектен әрекеттесіп, қосылыс түзеді. Түзілген қосылыс – магний оксиді – иондық қосылыс болып табылады:



Бұл реакцияға зер салып қарасақ, оның екі жартылай реакциялардан құрастырылатынын байқаймыз, осы жартылай реакцияларды теңдеулер түрінде өрнектейік:



Бірінші жартылай реакцияда магний электрон береді, ал екінші жартылай реакцияда оттектен электрон алады. Басқаша айтқанда, магний тотығады, ал оттектен тотықсызданады. **Тотығу дегеніміз – электронды беру, ал тотықсыздану дегеніміз – электронды қосып алу.**

Тотықсыздану үдерісі тотығу үдерісіне кері жүреді, демек **тотықсыздану** кезінде электрон қосылады. Жоғарыда көрсетілген мысалда оттектен тотықсызданады, себебі ол электронды қосып алып тұр.

Магний ауада жанған кезде **тотығу және тотықсыздану** бірге жүреді. Бұл тотығу-тотықсыздану реакциясы немесе қысқартып, **ТТР** деп айтамыз.

Магнийді хлорда жандырса, басқа тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді. Жартылай реакциялар былай жазылады:



Бұл реакцияда магний электрон береді – тотығады, ал хлор электрон қосып алады – тотықсызданады.

Сонымен, магний оттектен әрекеттескенде және магний хлормен әрекеттескенде электрондар магнийден оттекке немесе хлорға ауысады, жүрген реакциялар тотығу-тотықсыздану реакциялары деп аталады.

Тотығу-тотықсыздану реакцияларын сызба-нұсқа түрінде қарастырайық:

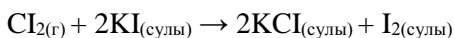
Тотығу – бұл электрон беру.	Тотықсыздану – бұл электрон қосып алу.
-----------------------------	--

Тотықтырғыш басқа бөлшектен электрон алады.	Тотықсыздандырғыш басқа бөлшекке электрон береді.
---	---

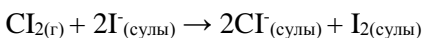
Орын басу реакциясы

Егер хлорды калий йодидінің ерітіндісі арқылы өткізсе, орын басу реакциясы жүреді. Бұл кезде калий йодидінің түссіз ерітіндісі қоңыр түске боялады, себебі реакция нәтижесінде йод түзіледі. Хлор йодтың орнын басты немесе хлор йодты ерітіндіден ығыстырып шығарды.

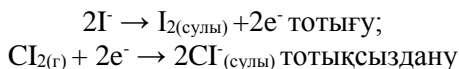
Реакцияны келесі теңдеумен өрнектеуге болады:



Бірақ бұл реакция теңдеуі барлық жүретін үдерісті нақты көрсетпейді. Калий йодидінің ерітіндісінде калий және йодид иондарының қоспасы бірге араласқан күйде жүреді. Бұл иондар бір-біріне тәуелді емес. Дәл осылай калий хлоридінің ерітіндісінде калий және хлорид иондары да бір-біріне тәуелсіз түрде араласып бірге жүреді. Калий иондары реакцияға қатыспайды, олар **бақылаушы иондар** деп аталады. Бақылаушы иондарды реакция теңдеуінен алып тастасақ, тотығу-тотықсыздану реакцияның иондық теңдеуі шығады:



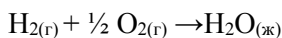
Осы теңдеуді жартылай реакциялар түрінде жазайық:



Бұл реакцияда йодид-иондары берген электрондарды хлор молекулалары қабылдап алды, демек, хлор молекулалары тотықтырғыш болып тұр. Ал йодид-иондар электрондар беріп, тотықсыздандырғыш рөлін атқарып тұрғанын байқаймыз. Осындай **ТТР** хлор мен бромид-иондары арасында жүреді және ол реакция теңіз суынан бромды бөліп алу үшін пайдаланылады.

9.2. Тотығу дәрежесі

Оттек пен сутектің арасында жүретін реакцияны қалай сипаттауға болады?



Бұл реакция магнийдің тотығу реакциясына ұқсайды, бірақ түзілетін өнім – су иондық емес, молекулалық қосылыс, сондықтан бұл реакцияны жартылай реакцияларға бөліп жазуға болмайды. Сол себептен ТТР туралы түсінікті кеңейте түсу қажет, сол кезде судың түзілу реакциясы сияқты реакцияларды да тотығу-тотықсыздану реакцияларының қатарына жатқызуға болады. Мұндай қадамды іске асыру үшін **тотығу дәрежесі** деген ұғымды пайдалану қажет. Тотығу дәрежесі молекулалардағы және иондардағы атомдардың тотыққан немесе тотықсызданған күйін сипаттау үшін қажет. Олардың байланысын келесі сөйлемдерден ұғуға болады.

Егер химиялық реакцияның жүру барысында бір элементтің тотығу дәрежесі жоғарыласа , бұл элемент тотығады, ал элементтің өзі тотықсыздандырғыш .	Егер химиялық реакцияның жүру барысында бір элементтің тотығу дәрежесі төмендесе , бұл элемент тотықсызданады, ал элементтің өзі тотықтырғыш .
---	--

Элементтің тотығу дәрежесін анықтау үшін екі ережені қолданады:

• *жай заттардағы атомдардың тотығу дәрежесі нөлге тең;*

• *жай иондардағы элементтің тотығу дәрежесі иондардың зарядтарына тең.*

Мысалы Br_2 молекуласында бромның тотығу дәрежесі нөлге тең, ал магний бромиді молекуласындағы бромид-ионында бромның тотығу дәрежесі «минус» 1-ге (-1) тең. Магний атомында магнийдің тотығу дәрежесі нөлге тең, ал магний бромидінде Mg^{2+} – ионында «плюс» 2-ге (+2) тең.

Химиялық қосылыстар электр бейтарап болғандықтан, қосылыстардың құрамындағы элементтердің барлығының тотығу дәрежелерінің қосындысы нөлге тең болады.

Кейбір элементтердің тотығу дәрежелері тұрақты болады, демек, бұл элемент қандай қосылыстың құрамында болса да тотығу дәрежесі өзгермейді. Мысалы, фтордың тотығу дәрежесі әрқашан да «минус» 1-ге тең, ал калийдің, натрийдің, сутектің тотығу дәрежесі әрқашан да «плюс» 1-ге тең. 14-кестеде кейбір элементтердің тотығу дәрежелері көрсетілген.

14-кесте

Элемент	Тотығу дәрежесі
F	-1
O	-2 (O^{2-}_2 және OF_2 -ден басқа)
H	+1
Cl	-1(оттек және фтормен түзілген қосылыстардан басқа)

Элементтердің тотығу дәрежелерін есептейтін мысалдар келтірейік:

1-мысал, CO_2 молекуласы үшін:

Оттектің тотығу дәрежесі: CO_2 молекуласында оттектің заряды – «минус» 2, демек, тотығу дәрежесі де – «минус» 2 (бұл ереже бойынша).

Бұл қосылыста оттектің атомының саны 2-ге тең, сондықтан оттек атомдары арқылы қосылыстағы теріс зарядтың қосындысы – «минус» 4 (-4): $(-2) \cdot 2 = -4$.

Көміртектің тотығу дәрежесі: молекула электр нейтрал болу үшін көміртектің тотығу дәрежесі «плюс» 4 (+4) болуы шарт, сонда молекула құрамындағы элементтердің тотығу дәрежелерінің қосындысы 0-ге тең болады. 15-кестеде кейбір мысалдар келтірілген.

15-кесте

Қосылыс	Элемент	Тотығу дәрежесі	Элемент	Тотығу дәрежесі
H ₂ O	H	+1	O	-2
CH ₄	H	+1	C	-4
BrF ₃	F	-1	Br	+3
SO ₂	O	-2	S	+4
PCl ₃	Cl	-1	P	+3

2-мысал, PO₄³⁻ анионы үшін:

Оттектің тотығу дәрежесі: PO₄³⁻-анионында, көріп тұрғанымыздай, ионның жалпы заряды «минус» 3-ке (-3) тең, демек, тотығу дәрежелерінің қосындысы да «минус» 3-ке (-3) тең болуы қажет. Оттектің тотығу дәрежесі «минус» 2 (-2). Бұл аниондағы оттектен атомдарының жалпы саны 4-ке тең, демек, оттектегі теріс зарядтың жалпы мәні $-(-2) \cdot 4 = -8$.

Фосфордың тотығу дәрежесі. Сонымен, қарастырылып отырған фосфат анионында оттектегі теріс зарядтың қосындысы – «минус» 8 (-8), ал анионның жалпы заряды – «минус» 3 (-3), демек, фосфордың тотығу дәрежесі «плюс» 5 (+5) болады. Мұндай есептеулерді ойда да жүргізуге болады немесе элементтің белгісіз тотығу дәрежесін x деп қабылдап, теңдеу құрастыруға да болады. Теңдеу: $x + (-8) = -3$, сонда: $x = -3 - (-8) = +5$. Фосфордың тотығу дәрежесі – «плюс» 5 (+5). 16- кестеде басқа мысалдар келтірілген.

16-кесте

Кейбір қосылыстардағы элементтердің тотығу дәрежелері

Ион	Элементтің тотығу дәрежесі	
NH ₄ ⁺	H +1	N +3
ClO ₃	O -2	Cl +5
VO ₂ ⁺	O -2	V +4

Тотығу дәрежелерін атауларда пайдалану

Элементтердің тотығу дәрежелері әртүрлі болғанда олардың қосылыстарының атауларын тотығу дәрежелерді пайдаланып жүйелік номенклатура бойынша құруға болады. Мысалы, темір оксидтері FeO және Fe_2O_3 былай аталады:

FeO – темір (II) оксиді;

Fe_2O_3 – темір (III) оксиді.

Көңіл бөліп қарайтын болсақ, бұл атауларда:

- рим сандары қолданылады;
- жақшаның ішіндегі сандар элементтердің тотығу дәрежелерін көрсетеді;
- тотығу дәрежесін көрсететін сан бірден элементтің соңынан жазылады.

Тағы да бірнеше мысал келтірейік:

CuSO_4 – мыс (II) сульфаты;

CuCl – мыс (I) хлориді;

MnO_2 – марганец (IV) оксиді;

MnCl_2 – марганец (II) хлориді.

Тотығу дәрежелерді оксианиондардың (құрамында оттегі бар теріс зарядты иондар) атауларын құру үшін де пайдаланады.

Мысалы, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

Темір (II)

|
Темірдің
тотығу
дәрежесі

нитраты (V)

|
Азоттың
тотығу
дәрежесі

Оксианионның аты «ат» деп аяқталады, мысалы, хлорат. Бұл атаудың бірінші бөлігі оттегімен қандай элемент қосылып тұрғанын байқатады, бұл мысалда – хлор. Хлораттардың бірнеше түрі бар: ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- , ClO_4^-

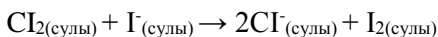
Хлор атомының тотығу дәрежелері және оксианиондардың аталуы 17-кестеде келтірілген.

**Хлор атомының тотығу дәрежелері
және оксианиондарының аталуы**

Ион	Тотығу дәрежелері	Ионның аталуы
ClO^-	Cl +1	хлорат (I)
ClO_2^-	Cl +3	хлорат (III)
ClO_3^-	Cl +5	хлорат (V)
ClO_4^-	Cl +7	хлорат (VII)

Тотығу дәрежелерін пайдалану

Тотығу дәрежелерінің мәндері бойынша және олардың қалай өзгергеніне қарап, элементтердің қайсысы тотыққанын, қайсысы тотықсызданғанын анықтауға болады. Мысалға келесі реакцияны қарастырайық:



Реакциядағы хлордың тотығу дәрежелері:

Cl_2 молекуласында хлордың тотығу дәрежесі нөлге тең.

Cl ионында хлордың тотығу дәрежесі – «минус» 1 (–1).

Сонымен, хлордың тотығу дәрежесі төмендеді, демек, хлор тотықсызданды.

Реакциядағы йодтың тотығу дәрежелері:

I ионында йодтың тотығу дәрежесі «минус» 1(–1);

I_2 молекуласында йодтың тотығу дәрежесі нөлге тең.

Йодтың тотығу дәрежесі артты, демек, йод тотықты.

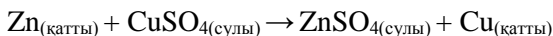
Сонымен, химияда тотығу және тотықсыздану туралы келесі ұғымдар пайдаланылады:

<p>Бөлшек тотығады:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● бөлшекке оттегі қосылғанда; ● бөлшек электрон беріп жібергенде (электроннан айырылғанда) ● бөлшектің тотығу дәрежесі артқанда. 	<p>Бөлшек тотықсызданады:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● оттектен айырылғанда; ● электрон қосып алғанда; ● тотығу дәрежесі төмендегенде.
--	---

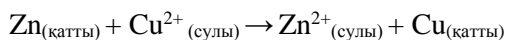
9.3. Тотығу-тотықсыздану реакциялары және электродтық потенциалдар

Тотығу-тотықсыздану реакциялары

Тотығу-тотықсыздану реакциялары дегеніміз – элементтердің тотығу дәрежесі өзгере жүретін реакциялар, бұл кезде электрон беру немесе электрон қосып алу үдерістері орын алады. Тотығу-тотықсыздану реакциялары екі жартылай реакциялардан құрастырылады, бір жартылай реакцияда бір элемент немесе ион электрон беріп жібереді, ал екінші жартылай реакцияда бір элемент немесе ион электронды қосып алады. ТТР жүрген кезде ерітінділердің немесе элементтердің түсі, күйі өзгереді. Мысалы, мырышты мыс сульфаты ерітіндісіне салған кезде ТТР жүреді, мыс сульфатының көгілдір түсі ағара бастайды, ал мырыш бетінде мыс бос күйінде бөліне бастайды. Температура жоғарылайды, бұл – экзотермиялық реакция. Теңдеудің жалпы түрі келесі өрнекпен сипатталады.



Бұл реакцияда сульфат-иондар бақылаушы иондар болып табылады және реакцияның жүрісіне ешқандай әсер етпейді, сол себептен ол иондарды реакция теңдеуінен алып тастап, реакцияны қайта жазсақ, тотығу-тотықсыздану реакциясының иондық теңдеуі шығады:



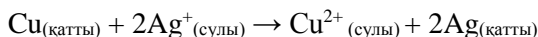
Қорыта келе, бұл реакция электрондардың мырыштан мыс иондарына қарай ауысуы болып табылады. Иондық теңдеуді екі жартылай реакция түрінде көрсетуге болады:

$\text{Zn}_{(\text{қатты})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{сулы})} + 2e^-$ – бұл жартылай реакция тотығу реакциясы, бұл реакцияда мырыш электрондарды беріп жібереді.

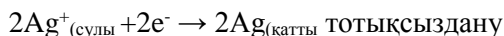
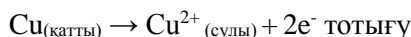
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{сулы})} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{қатты})}$ – бұл жартылай реакция тотықсыздану реакциясы, бұл реакцияда мыс иондары электрондарды қосып алады.

Мырыш берген электрондар мысты тотықсыздандырды, сондықтан мырыш – тотықсыздандырғыш, ал мыс иондары – тотық-

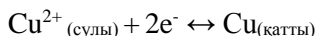
тырғыштар. Ал егер мысты мырыш сульфатының ерітіндісіне салса, ешқандай өзгеріс болмайды, демек, жоғарыда сипатталған реакция кері бағытта жүрмейді. Мырыш мыс иондарымен әрекеттеседі, ал мырыш иондары мыспен әрекеттеспейді. Дегенмен мысты күміс нитраты ерітіндісіне салса, мыс реакцияға түседі. Бұл кезде қоңырқай тұнба түзіледі де, ерітінді түсі көгілдір тартады. Реакция былай өрнектеледі:



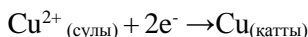
Ал жартылай реакциялар:



Күмісті CuSO_4 ерітіндісіне салғанда реакция жүрмейді. Әрқайсысын бөлек қарастырғанда, бұл реакциялар қайтымды болып табылады, демек, екі бағытта да жүреді:



Реакцияның қандай бағытта жүруі, элементтің басқа қандай элементпен әрекеттесіп тұрғанына байланысты. Мысалы, мырыш атомдары электрондарын мыс иондарына бере алады, сондықтан жартылай реакция мыс түзілу бағытында іске асады.



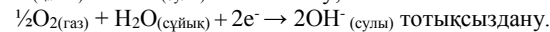
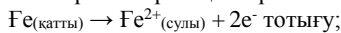
Ал мыс атомдары электрондарын күміс иондарына бере алады, сондықтан бұл кезде жартылай реакция мыс иондарының түзілу бағытында іске асырылады.



«Темірді тот басты» деген ұғым барлығымызға белгілі. Айта кетейік, бұл кезде де тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді.

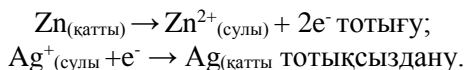
Темірді тот басу – тотығу-тотықсыздану реакциясы. Оның жалпы теңдеуі:
 $\text{Fe}_{(\text{катты})} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{сұйық})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{сулы})} + 2\text{OH}^{-}_{(\text{сулы})}$

Екі жартылай реакциялар:

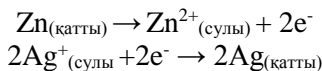


Жартылай реакцияларды біріктіру

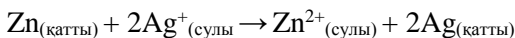
Әрбір жартылай реакцияның жүретін бағытын білетін болсақ, жартылай реакцияларды біріктіріп реакцияның толық теңдеуін алуға болады. Мысалы, мырышты күміс иондарымен әрекеттестірсек, мырыш атомдары күміс иондарына электрондарын береді. Жартылай реакциялар былай жазылады:



Осындай екі жартылай реакцияларды біріктіру үшін берілген электрондар мен қабылданған электрондардың саны бірдей екеніне көзіміз жету керек. Демек, мырыш қатысатын бір жартылай реакция күміс қатысатын екі жартылай реакцияны электрондармен қамтамасыз етуі тиіс, сол себептен күмістің жартылай реакциясын екіге көбейту қажет. Сонда жартылай реакциялар былай өзгереді:



Енді екі жартылай реакцияны біріктіріп, жалпы теңдеу жазамыз:



Жартылай теңдеулердегі екі электрон жазылмайды, себебі олар теңдеудің екі жағында да болды.

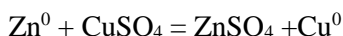
9.4. Электрхимия туралы түсінік

Химиялық реакциялардың, дәлірек айтқанда, тотығу-тотықсыздану реакцияларының нәтижесінде электр тогының пайда

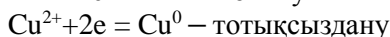
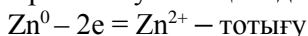
болу процестерін және электр тогының әсерінен химиялық реакциялардың жүру процестерін зерттейтін химияның саласын электрохимия дейді. Ең алдымен тотығу-тотықсыздану реакцияларының нәтижесінде Гальвани элементі деген ұғымның пайда болғанын қарастырайық.

Гальвани элементі

Егер мырышты мыс сульфатының ерітіндісіне салсақ, мынадай реакция жүреді:

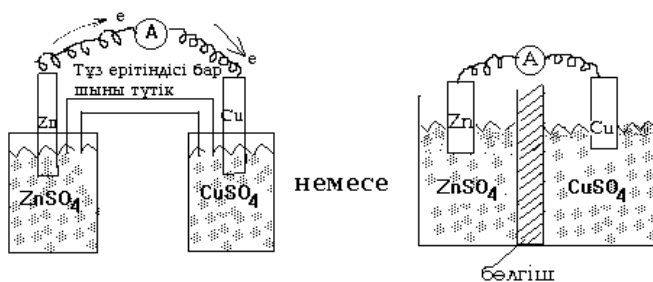


Бұл тотығу-тотықсыздану реакциясы, бұл реакцияда:



Осы процестер мырыштың ерітіндіге тиіп тұрған жерінде жүреді.

Егер осы реакцияларды бір ыдыста, бірақ бөлінген кеңістіктерде жүргізе, Даниэль-Якоби элементі деген қондырма шығады. Бұл қондырма Гальвани элементі деп те аталады және электр тогының химиялық көзі болып табылады. Гальвани элементінде мырыш сульфатының ерітіндісіне мырыш салынады, ал мыс сульфатының ерітіндісіне мыс салынады (10-сурет).



10-сурет. Гальвани элементі

Ерітіндіге салынған металдар «электродтар» деп аталады, олар сыммен жалғанады, екеуінің ортасына амперметр қойыла-

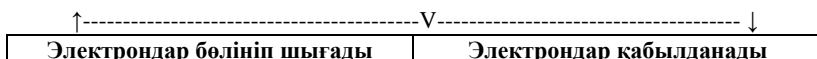
ды. Амперметрдің стрелкасы қозғалса, тізбек арқылы электр тогының жүргені, демек, химиялық реакцияның энергиясы электр энергиясына айналғаны.

Гальвани элементінің схемасы әдетте келесідей өрнектеледі:



Электр химиялық ұяшықтар

Әрбір нақты түрде алынған тотығу-тотықсыздану реакциясында электрондардың ауысу бағыты белгілі ережелерге бағынады. Осы ережелерді айқындау үшін жартылай реакцияларды толығырақ қарастыру қажет. Жартылай реакциялар бөлек кеңістіктерде өтетін жағдай жасауға болады. Бұл кезде электрондар бір жартылай реакциядан екінші жартылай реакцияға сыртқы тізбек бойынша сым арқылы өтеді. Мұндай жүйе барлық батареяларда және «құрғақ» элементтерде қолданылады. Мұндай жүйені «ұяшық» деп атайды. Ұяшықтың бір бөлігінде тотығу реакциясы жүреді, оның нәтижесінде электрондар бөлініп, сыртқы тізбек арқылы ұяшықтың екінші бөлігіне ауысады, ал бұл бөлікте тотықсыздану реакциясы жүреді, демек, электрондар қабылданады. Ұяшықтың әрбір бөлігі «жартылай ұяшықтар» немесе «жартылай элементтер» деп аталады. Жартылай элементтер біріктірілгенде **электр химиялық ұяшық** түзіледі.



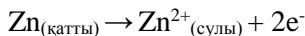
Электр химиялық ұяшықтың жалпы сызба-нұсқасы.

Электрондар ауысып, ТТР жүру нәтижесінде электр энергиясы алынады. Жартылай элементтердегі оң және теріс полюстер арасында пайда болатын айырма **кернеу** болып табылады. Тізбекте тоқ жүру барысында кернеу төмендей береді. Тоқ артқан сайын кернеу азая түседі.

Металл ионы – металл жартылай элементі

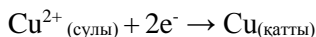
Өте қарапайым жартылай ұяшық немесе жартылай элемент алу үшін металл пластинасын металл тұзына салады. Мысалы,

мыс-мырыш электр химиялық ұяшық екі жартылай ұяшықтардан құралады. Әрбір жартылай ұяшықтың өзінің электродтық потенциалы болады. Мысалы, мырыш және оның тұзынан құрастырылған жартылай элементті алатын болсақ, пластинадағы мырыш атомдары электрон беріп мырыш иондарын түзеді.

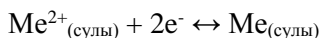


Мырыш пластинасының маңында электрондар жиналған соң, бұл электродтың заряды теріс болады.

Мыс сульфаты ерітіндісінде мыс иондары тотықсызданып, металл бос күйінде бөлінеді.



Жалпы түрде қарастырғанда, металл үшін келесі тепе-теңдік орнауы тиіс.



Осы тепе-теңдік күйі металл пластинасының және металл иондарының ерітіндісінің арасындағы потенциалдар айырмасының мәнін (электродтық потенциал) анықтайды. Тепе-теңдік оңға қарай неғұрлым көп ығысса, соғұрлым потенциал мәні оң болады, соғұрлым электродтың электрон қабылдау қабілеті арта түседі.

Егер екі жартылай ұяшықтарды біріктірсек, оң потенциалды электрод ұяшықтың оң зарядты полюсі болады, ал екіншісі теріс зарядты полюсі болады.

Электрліктің өлшем бірліктері

Электрлік заряд кулонмен (Кл) өлшенеді.

Электр тогы – бұл зарядтардың ағыны, ампермен (А) өлшенеді.

Бір ампер – бір секундта өтетін бір кулонға тең зарядтар ағыны.

Ұяшықтың полюстері аралығындағы потенциалдар айырымы вольтпен (В) өлшенеді. Тізбектен бір кулонға тең заряд өткенде, 1 Джоуль энергия алынса, ұяшықтағы потенциалдар айырымы бір вольтқа тең болғаны.

$$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж/Кл}$$

Егер тізбек арқылы 1 кулон заряд өткенде потенциалдар айырымы 3 В болса, 3 Джоуль энергия алынады.

Екі жартылай элементтен ұяшық құрастыру

Екі жартылай элементті біріктірген кезде олардың арасында электрлік контакт болуы қажет, бірақ ерітінділер араласпауы шарт. Екі жартылай элементті біріктіру үшін тұз ерітіндісінен жасалған «көпір» пайдаланылады. «Көпір» ретінде тұз ерітіндісіне салынған фильтр қағазын пайдалануға болады немесе шыны түтікті тұз ерітіндісімен толтырып, екі жартылай ұяшықты осы түтікпен қосу қажет.

18-кесте

Әртүрлі жартылай элементтерден түзілетін потенциалдар айырымы

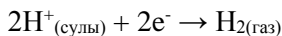
Оң зарядты жартылай элемент	Теріс зарядты жартылай элемент	E,В
$\text{Cu}^{2+}(\text{сулы})/\text{Cu}(\text{қатты})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	1,10
$\text{Cu}^{2+}(\text{сулы})/\text{Cu}(\text{қатты})$	$\text{Fe}^{2+}(\text{сулы})/\text{Fe}(\text{қатты})$	0,78
$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{сулы})/\text{Mg}(\text{қатты})$	1,60
$\text{Au}^{3+}(\text{сулы})/\text{Au}(\text{қатты})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	2,26
$\text{Cu}^{2+}(\text{сулы})/\text{Cu}(\text{қатты})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{сулы})/\text{Mg}(\text{қатты})$	2,70
$\text{Ag}^{2+}(\text{сулы})/\text{Ag}(\text{қатты})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	1,56
$\text{Fe}^{2+}(\text{сулы})/\text{Fe}(\text{қатты})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	0,32

Кейде бұл «көпірді» иондық көпір деп те атайды, себебі ток электрондардың емес, иондардың қозғалысының нәтижесінде пайда болады. «Көпір» арқылы ток иондардың қозғалысы арқылы пайда болады, бірақ ерітінділер араласпайды. Тізбекті толық аяқтау үшін екі пластинаны металдық сыммен қосу қажет, ол электр тогын өткізгіш ретінде қызмет атқарады. Ал тізбекке кедергісі жоғары вольтметр қоссақ, ұяшықтың ең жоғары кернеуін ($E_{\text{ұяш.}}$) өлшеуге болады. 18-кестеде әртүрлі ұяшықтар үшін алынған деректер келтірілген.

9.5. Стандартты электродтық потенциалдар

Потенциалдар айырымдарын оңай анықтау мақсатында бір жартылай элементті салыстыру үшін таңдап алу қажет. Ал басқа жартылай элементтердің потенциалдарын осы жартылай элементтің потенциалымен салыстыру арқылы анықтау қажет. Сонда барлық жартылай элементтердің потенциалдары тек бір мән-

мен салыстырылады. Салыстырмалы жартылай элемент ретінде стандартты сутектік жартылай элемент қабылданды. Бұл жартылай элементтегі жартылай реакция мынадай теңдеуге сәйкес жүреді:



Стандартты жағдай

Температура өзгерген кезде электродтық потенциалдар өзгеріп кетеді, сондықтан барлық ұяшықтарды бірдей жағдайда қарастыру қажет, демек, бірдей температура қабылдануы шарт. Оның мәні – 298 К. Сонымен қатар иондардың концентрациясы өзгергенде де потенциал мәні өзгеріп тұрады, сол себептен стандартты жағдайдағы концентрация ретінде 1 моль/дм³ қабылданған. Стандарттық қысым 1 атмосфераға тең (101,3 кПа). Стандартты сутектік жартылай элементтің поотенциалының мәні ыңғайлы болу үшін 0,00 В-қа тең деп қабылданған.

Сутектік жартылай ұяшық үшін қабылданған стандартты жағдай
 $[\text{H}^+(\text{сулы})] = 1,00$ моль/дм³
 Қысым $\text{H}_2(\text{г}) = 1$ атм
 $T = 298$ К

Кез келген жартылай элементтің немесе ұяшықтың стандартты электродтық потенциалы (E^0) осы жартылай элементтің және сутектік жартылай элементтің потенциалының айырмасы ретінде анықталады. Стандарттық электродтық потенциалдың (E^0) таңбасына байланысты белгілі жартылай элементтің сутектік жартылай элементтен оңға қарай немесе солға қарай ығысқанын білеміз.

Кейбір жартылай элементтердің стандарттық потенциалдарының мәндері 19-кестеде келтірілген.

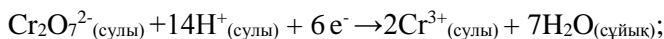
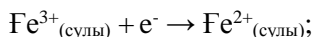
19-кесте

Кейбір жартылай элементтердің стандарттық потенциалдары

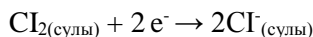
Жартылай ұяшық	Жартылай реакция	$E^0, \text{В}$
$\text{Mg}^{2+}(\text{сулы})/\text{Mg}(\text{қатты})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{сулы}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{қатты})$	-2,36
$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы})/\text{Zn}(\text{қатты})$	$\text{Zn}^{2+}(\text{сулы}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{қатты})$	-0,76
$2\text{H}^+(\text{сулы})/\text{H}_2(\text{газ})$	$2\text{H}^+(\text{сулы}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{газ})$	0
$\text{Cu}^{2+}(\text{сулы})/\text{Cu}(\text{қатты})$	$\text{Cu}^{2+}(\text{сулы}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{қатты})$	+0,34
$\text{Ag}^+(\text{сулы})/\text{Ag}(\text{қатты})$	$\text{Ag}^+(\text{сулы}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{қатты})$	0,80

Потенциалдардың зарядтары оң мәндерге қарай ығыса отырып, орналасқан элементтердің потенциалдарының қатары **электр химиялық қатар** деп аталады. Қатардың соңында орналасқан элементтер электрондарды қабылдауға қабілетті, ал қатардың бас жағында орналасқан элементтер электрондарды беріп жіберуге қабілетті болады.

Тотығу-тотықсыздану реакциялар тек металдар және металл иондарының арасында емес, тек иондардың арасында да жүреді. Мысалы, келесі реакциялар:



Кейбір кезде ТТР молекула және ионның арасында орын алады:



Көрсетілген жартылай реакциялардың барлығы жартылай элемент болып қызмет ете алады, тек олардың арасында металл болмағандықтан, электрлік контакт жасау үшін белсенді емес металды, мысалы, платинаны алады. Платина электродын құрамында тотығатын немесе тотықсызданатын иондар бар ерітіндіге салады. 20-кестеде кейбір иондар түзетін жартылай реакциялар келтірілген.

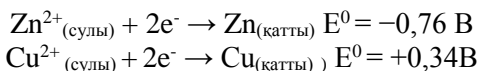
20-кесте

Кейбір стандартты электродтық потенциалдар

Жартылай реакция $E^0, \text{В}$
$\text{I}_2_{(\text{сулы})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-_{(\text{сулы})} + 0,54$
$\text{Br}_2_{(\text{сулы})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-_{(\text{сулы})} + 1,07$
$\text{Cl}_2_{(\text{сулы})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-_{(\text{сулы})} + 1,36$
$\text{MnO}_4^{-}_{(\text{сулы})} + 8\text{H}^+_{(\text{сулы})} + 5\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}_{(\text{сулы})} + \text{Mn}^{2+}_{(\text{сулы})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{сұйық})} + 1,51$

9.6. Электродтық потенциалдарды пайдаланып, электр химиялық ұяшықтардың потенциалдарын есептеу

Электрхимиялық ұяшықтар екі жартылай элементтен құралады. Егер әрбір жартылай элементтің электродтық потенциалы белгілі болса, барлық ұяшық үшін потенциал (E^0) есептеуге болады. Келесі екі жартылай реакциялардан электр- химиялық ұяшық құрайық:



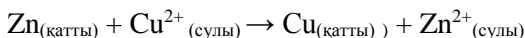
Жазылған электр химиялық ұяшық Даниэль элементі деп аталады, бұл элемент 1836 жылы ашылған болатын. Кейін мұндай ұяшықтарды немесе жартылай реакциялардың жұптарын Гальвани элементі деп те атайтын болған. Гальвани элементтерінің формулаларын сызба-нұсқа ретінде де өрнектейді:



Осы электр химиялық ұяшықтың потенциалы екі жартылай реакцияның потенциалдарының айырымы болып табылады:

$$E^0_{(\text{ұяшық})} = (+0,34) - (-0,76) = +1,10 \text{ В}$$

Потенциалдар айырымын тәжірибелік жолмен анықтайды. Жалпы реакцияны жазу үшін екі жартылай элементте жүретін реакцияларды қосу қажет, сонда жалпы реакция мынадай түрде жазылады:



Сонымен, электр химиялық ұяшықта жүретін реакция – бұл тотығу-тотықсыздану реакциясы, ал ұяшық үшін есептелген потенциал – бұл тотығу-тотықсыздану реакцияларының потенциалы. Осы потенциалды электр химиялық ұяшықтың немесе Гальвани элементінің **электр қозғаушы күші** деп те атайды.

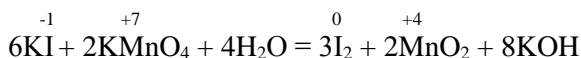
9.7. Тотығу-тотықсыздану реакцияларының типтері

Маңызды тотықтырғыштар: KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CrO_3 , K_2CrO_4 , MnO_2 , Pb_3O_4 , PbO_2 , Na_2O_2 , H_2O_2 (сілтілік ортада), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, O_2 , O_3 , NaClO (сулы ерітіндіде), KClO_3 (балқымада), концентрленген H_2SO_4 , HNO_3 , ($\text{HNO}_3 + \text{HCl}$), Au^{3+} , Ag^+ , Hg^{2+} , Co^{3+} электр тогы (анодтағы) т.б.

Маңызды тотықсыздандырғыштар: металдар, сутек, C (кокс), CO , NH_3 , N_2H_4 , H_2S , сульфидтер, KI , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, SnCl_2 , Cr^{2+} , Fe^{2+} , Ti^{3+} , альдегидтер, электр тогы (катодтағы). Кейбір заттарда тотығу дәрежесі орта аралық болады, олар әрі тотықтырғыштар, әрі тотықсыздандырғыштар: HNO_2 , H_2SO_3 .

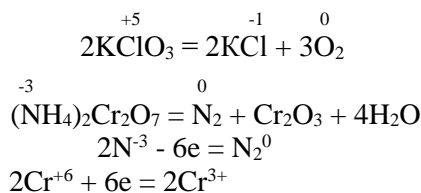
Молекулалар арасындағы реакциялар

Әртүрлі екі зат әрекеттескенде, екеуінің де тотығу дәрежесі өзгереді. Мысалы:



2. Молекулалардың ішіндегі тотығу-тотықсыздану процесі.

Бір заттың ішінде әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш болады:

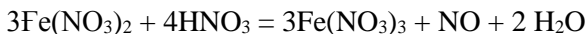


Диспропорциялану реакциясы

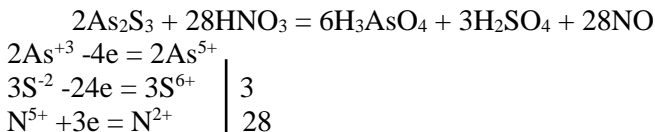
Заттағы бір элементтің атомдары әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш болады:



Кейбір реакцияларда бір зат әрі тотықтырғыш (немесе тотықсыздандырғыш), әрі тұз түзілуге қатысады:



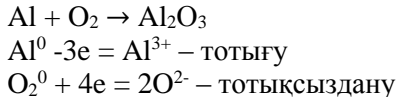
Кейбір реакцияларда тотығу дәрежесін өзгертетін элементтің саны екіден артық



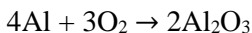
9.8. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіру әдістері

Электрондық баланс әдісі

Реакцияға түсетін және реакция нәтижесінде бөлінетін заттардағы элементтердің тотығу дәрежесін анықтап, ауысқан электрондар санын табу керек.



Алынған электрон мен берілген электрондар сандарын теңестіріп, тиісті элементтің алдына жазамыз.



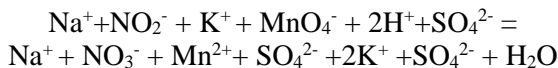
Электрондық баланс әдісінің кемшілігі: сулы ерітіндіде болатын иондардың табиғаты мен ортаның әсерін ескермейді.

Иондық-электрондық әдіс

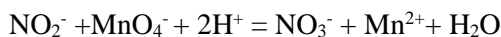
Тотығу-тотықсыздану процесі үшін бөлек иондық реакциялар жазылады. Процесске ортаның әсері бар екені ескеріледі. Мысалға калий перманганатының (KMnO_4) натрий нитритімен (NaNO_2) қышқылды ортада (H_2SO_4 қатысында) тотықсыздануын қарастырайық:



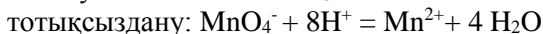
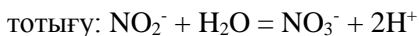
Реакцияның иондық күйін жазамыз:



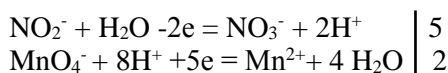
Егер екі жақта бірдей иондар болса, оларды жазбауға болады, сонда:



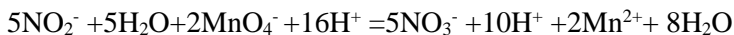
Тотығу процесі мен тотықсыздану процесін жеке-жеке бөліп жазамыз:



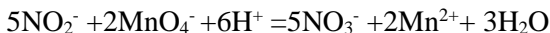
Электрондар саны арқылы зарядтарын теңестіреміз:



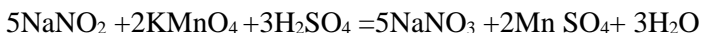
Тотығу-тотықсыздану процестерін қосып жазамыз:



Ұқсас иондар мен молекулаларды теңдеудің бір жағына шығарамыз:



алынған коэффициенттерді молекулалық теңдеуге қоямыз:



9.10. Тотығу-тотықсыздану реакцияларындағы эквиваленттік масса

Тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш өздерінің эквиваленттік массасына сәйкес әрекеттеседі. Тотықтырғыштың эквиваленттік массасы $M(\text{Э}_{\text{тотықтырғыш}})$ былай анықталады.

$$M(\text{Э}_{\text{тотықтырғыш}}) = \frac{M_{\text{тотықтырғыш}}}{n}$$

n – реакцияда берілетін немесе қабылданатын электрондар саны.

$$\text{Мысалы: } M(\text{ЭKMnO}_4) = \frac{158}{5} = 31,6 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Э}_{\text{тотықсыздандырғыш}}) = \frac{M_{\text{тотықсыздандырғыш}}}{n}$$

$$\text{Мысалы: } M(\text{ЭNaNO}_2) = \frac{69}{2} = 34,5 \text{ г/моль}$$

9.11. Тотығу-тотықсыздану процесіне ортаның әсері

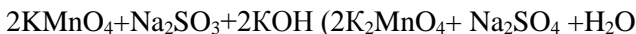
Тотығу-тотықсыздану реакцияларының ерекшеліктерінің бірі – олар жүрген кезде кейбір жағдайларда тотығу дәреженің өзгеруі ортаның рН-ына тәуелді. Мұндай тәуелділік калий перманганатының (KMnO_4) әртүрлі ортада тотықсыздануы кезінде байқалады.

1. Қышқылдық ортада марганецтің тотығу дәрежесі +7-ден +2-ге дейін өзгереді

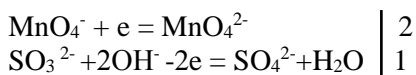


Бұл реакция жоғарыда теңестірілді.

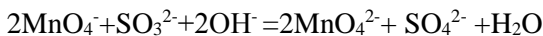
2. Сілтілі ортада марганецтің тотығу дәрежесі +7-ден +6-ға дейін өзгереді, тотығу-тотықсыздану реакциясы:



Жартылай реакцияларды жазамыз:

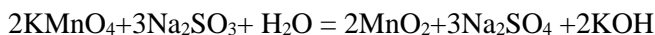


Жартылай реакцияларды қосып жазамыз:

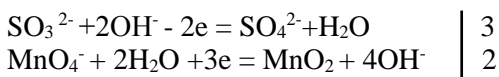


Коэффициенттер молекулалық теңдеуге қойылады.

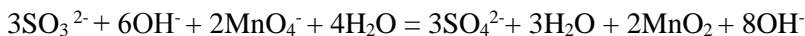
3. Нейтрал ортада марганецтің тотығу дәрежесі +7-ден +4-ке дейін өзгереді, тотығу-тотықсыздану реакциясы:



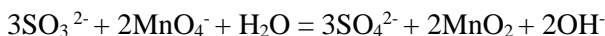
Жартылай реакциялар:



Жартылай реакцияларды берілген және алынған электрондар санын ескере отырып, қосып жазамыз:



Теңдеудің екі жағындағы бірдей гидроксил-иондарын және су молекулаларын бір жаққа шығарамыз, сонда:



Шыққан коэффициенттерді жоғарыдағы молекулалық теңдеуге қоямыз.

9.12. Нернст теңдеуі

Гальвани элементтері — қайтымды жүйе. Бұл жүйеде жұмыс жасалады, сондықтан оны Гиббс энергиясымен сипаттауға болады:

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

Стандартты жағдайда энтропиялық фактор $T\Delta S$ – өте аз шама, сондықтан ΔG энтальпиялық фактормен анықталады, ал энтальпиялық фактор жүйедегі жұмысты, демек, ішкі энергияның өзгеруін көрсетеді. Ал Гальвани элементі үшін мұндай жұмыс электр қозғаушы күштің пайда болуына жұмсалады, сондықтан:

$\Delta G = -nFE$, бұл формулада ΔG – Гиббс энергиясы, n – тотығу-тотықсыздандыруға қатысқан электрондар саны, E – электр қозғаушы күш, F – Фарадей тұрақтысы.

Ал басқа жағынан қарастырғанда, ТТР қайтымды жүйе, демек: $\Delta G = -RT \ln K$, бұл формулада K – тепе-теңдік константасы, Сонда: $RT \ln K = -nFE$

Осы теңдеуден **стандартты жағдай үшін**.
$$E = \frac{RT \ln K}{nF}$$

Ал егер жүйе стандартты жағдайдан өзгеше жағдайда болса, концентрация 1 моль/л-ден артық не кем болса, ЭҚК былай есептеледі, яғни Нернст теңдеуі басқаша толығырақ жазылады:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{тотыққан}]}{[\text{тотықсызданған}]}$$

Мысалы, мынадай реакция үшін: $\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

осы теңдеуге тұрақтыларды қойсақ:

$$E = E^0 + \frac{0,058}{nF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

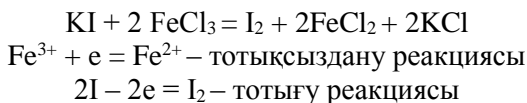
нақты реакцияның электр қозғаушы күші шығады.

9.13. ТТР-дің жүру бағыты

Электр қозғаушы күштің мәндерін есептеп шығарып, тотығу-тотықсыздану (ТТР) реакцияларының жүру мүмкіндігін және бағытын анықтауға болады.

Тотығу-тотықсыздану реакциясының жүру мүмкіндігін және бағытын анықтау үшін тотықтырғыштың стандартты электродтық потенциалынан тотықсыздандырғыштың стандартты электродтық потенциалын алып тастайды. Сол кезде ЭҚК мәні шығады. Егер ЭҚК > 0 болса, ТТР стандартты жағдайда өз еркімен тура бағытта жүре алады. Ал егер ЭҚК < 0 болса, ТТР өз еркімен тура бағытта жүрмейді.

Мысал:



Стандарттық электродтық потенциалдардың мәндерін анықтап аламыз:

Тотықтырғыш үшін:

$$E^0_{(\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{2+})} = +0,77 \text{ В}$$

Тотықсыздандырғыш үшін:

$$\begin{aligned} E^0_{(\text{I}^-/\text{I}^0)} &= +0,54 \text{ В, сонда:} \\ \text{ЭҚК} &= 0,77 - 0,54 = 0,23\text{В} \end{aligned}$$

ЭҚК > 0 , сол себептен бұл реакция өз еркімен тура бағытта жүреді.

Ал егер $\text{KBr} + 2 \text{FeCl}_3 =$ реакциясын қарастырсақ және осындай есептеулер жүргізсек:

$$\begin{aligned} E^0_{(\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{2+})} &= +0,77 \text{ В} \\ E^0_{(\text{Br}^-/\text{Br}^0)} &= 1,07 \text{ В} \end{aligned}$$

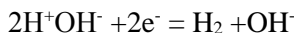
ЭҚК $= 0,77 - 1,07 = - 0,30\text{В}$ – бұл реакция жүрмейді, себебі ЭҚК < 0 .

9.14. Электролиз. Фарадей заңдары

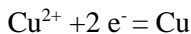
Электролит ерітіндісі немесе балқыма арқылы **электр тогы** өткен кезде **тотығу-тотықсыздану реакцияларының** жүруі **электролиз** деп аталады.

Бұл кезде катодта – **тотықсыздану реакциясы** – электр тізбегінен **электрон қосып алу** үдерісі, ал анодта – **тотығу реакциясы** – электр тізбегіне **электрон беру** үдерісі жүреді. Сонымен, электролиз кезінде **катод – тотықсыздандырғыш**, ал **анод – тотықтырғыш** болып қызмет атқарады. Электролиттердің сулы ерітінділерінде жүретін электролиз үдерісінің өнімдерін анықтау кезінде келесі мәселелерге көңіл бөлу қажет:

1. Егер металл иондарының электродтық потенциалының алгебралық мәні аз шама болса – литийден алюминийге дейін – бұл иондар катодта сулы ерітінділерде тотықсызданбайды, бос күйінде бөлініп шықпайды, мұндай ерітінділерде бос күйінде тек сутек бөлініп шығады. Демек, аталған иондар қатысында сулы ерітінділерде сутек иондары катодта тотықтырғыштар рөлін атқарып, өздері тотықсызданады.



2. Егер металдардың стандарттық потенциалдары оң зарядты болса (Cu, Ag, Hg және тағы да басқа кейбір металдар), бұл металдар сутекке қарағанда электрон қосып алуға бейімдеу болады. Егер сулы ерітінділерде осы металдардың иондары болса, электролиз кезінде олар катодта тотықтырғыштар рөлін атқарып, өздері тотықсызданады. Демек, бос күйінде катодта бөлініп шығады:

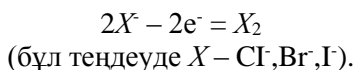


Айта кететін мәселе, осы реакция мысты өндірісте таза күйінде алуға қолданылады.

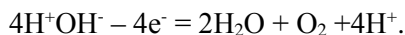
3. Электрлік қатарда стандарттық потенциалдарының мәніне сәйкес ортада орналасқан элементтердің (Zn, Fe, Cd, Ni және т.б.) тұздарының сулы ерітінділерінде электролиз жүргізсе, тотықсыздану үдерісі екі реакция арқылы жүреді, демек, металл да бөлінеді, сутек те тотықсызданады. Бұл кезде тотықсызданған

металдың мөлшері тізбек бойынша өткен электр тогының мөлшеріне сәйкес келмейді.

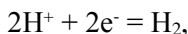
4. Сулы электролиттерде тотықсыздандырғыштардың қызметін галогендердің аниондары (Cl^- , Br^- , I^-), құрамында оттегі бар аниондар (NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}), сонымен қатар судың гидроксил-иондары атқарып, олардың анодта тотығуы орын алады. Олардың ішінде ең күшті тотықсыздандырғыштар болып фторидтерден басқа галогенидтер иондары табылады. OH^- – иондарының тотықсыздандырғыштық қабілеті галогенидтер мен көп атомды аниондардың ортасында. Сол себептен HCl , HBr , HI қосылыстары және олардың сулы ерітінділері электролизге ұшырағанда анодта галогенид-аниондары тотығады:



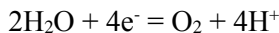
Сульфат-, нитрат-, фосфат- және т.б. аниондардың сулы ерітінділерінің электролизі кезінде анодта гидроксил-иондары тотығады:



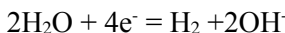
Сонымен, келтірілген қағидаларға сүйене отырып, кейбір тұздардың немесе басқа қосылыстардың сулы ерітінділерінің электролизін жүргізгенде қандай реакциялар жүретінін айтуға болады. Мысалы, KBr тұзының сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде анодта бром бос күйінде бөлініп шығады, катодта сутек бөлінеді, ал катодтық кеңістікте KOH жиналады. Мыс сульфатының ерітіндісінде электролиз жүргізсек, катодта мыс бөлінеді, анодта оттегі бөлінеді, ал анодтық кеңістікте күкірт қышқылы жиналады. Натрий гидроксиді, калий гидроксиді, күкірт қышқылының сулы ерітінділерінде электролиз жүргізгенде электр химиялық реакцияға, негізінен, су молекуласы ұшырайды, сонда жүретін үдерістерді былай жазуға болады:
қышқылды ортада катодта сутек бөлінеді:



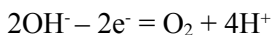
ал анодта оттегі бөлінеді:



Бұл кезде анодтық кеңістікте H^+ -иондары жинақталады. Сілтілі ортада катодта су молекулалары тотықсызданады, сутек бөлінеді:



ал анодта гидроксил-иондары тотығады:



Электролиз үдерістері Фарадей заңына бағынады. Фарадей заңы бойынша электролиз кезінде тотыққан немесе тотықсызданған заттың массасы электролит арқылы өткен электрліктің мөлшеріне және өзгеріске ұшыраған заттың химиялық эквивалентіне тура пропорционал. Математикалық түрде Фарадей заңын былай өрнектеуге болады:

$$m = \frac{M(\text{Э})It}{F}$$

Бұл формулада m – химиялық өзгеріске ұшыраған электролиттің массасы немесе катодта тотықсызданған (анодта тотыққан) заттың массасы $M(\text{Э})$ – заттың эквиваленттік массасы, I – ток күші; t – электролиз ұзақтығы; F – Фарадей саны – 96500 кулон немесе 26,8 А·сағат.

Электролиз үдерістерінің жүру барысы электрод материалдарына, электролит табиғатына тәуелді. Жоғарыда қарастырылған су молекулаларының немесе сутек, гидроксил-иондарының реакциялары электрод инертті болғанда және электролиттер тотығуға немесе тотықсыздануға ұшырамағанда орын алады.

Мысалдар. 1. Күкірт қышқылының сұйытылған ерітіндісінде 1 сағат бойы 5А ток күшінің әсерімен электролиз жүргізілді. Өзгеріске ұшыраған судың массасын, қалыпты жағдайда бөлінген сутек пен оттектің көлемін есептеңіздер.

Шешу жолы. Электролит арқылы өткен электрліктің мөлшері – 5А·сағат немесе $3600 \cdot 5 = 18000$ кулон. Егер 26,8 А·сағат электролизге 1 г/моль ұшырататын болса, 5 А·сағат электролизге

5/26,8 г/моль затты ұшыратады. Судың 1 эквиваленті 9 г құрайды, ал 5/26,8 моль неше г/моль құрайтынын табу үшін осы санды 9-ға көбейтеміз: $5/26,8 \cdot 9 = 1,67$ г H_2O . Сутектің эквиваленті – 1 моль, оның массасы – 1 г, ол қалыпты жағдайда 11,2 литр көлем алады, сонда электролиз нәтижесінде бөлінетін сутектің көлемі – $11,2 \cdot 5/26,8 = 2,09$ л. Оттектің эквиваленті – 0,25 моль, оның массасы – 8 г, ол қалыпты жағдайда 5,6 л көлем алады, сонда электролиз нәтижесінде $5,6 \cdot 5/26,8 = 1,045$ л оттегі бөлінеді.

2. Сулы электролит арқылы жіберілген ток күші – 2,5А. Электролиз ұзақтығы – 30 мин. Электролиз нәтижесінде тотықсызданып бөлінген металдың массасы – 2,77 г. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіздер.

Шешу жолы. Фарадей заңының теңдеуін пайдаланып, барлық берілген шамаларды теңдеуге енгіземіз және белгісіз болып тұрған металдың эквиваленттік массасын осы теңдеу арқылы есептейміз:

$$M(E_{\text{металл}}) = mF/It = 2,77 \cdot 96500 / (2,5 \cdot 1800) = 59,4 \text{ г/моль}$$

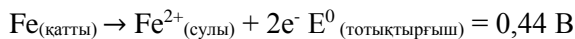
9.15. Коррозия

Дымқыл атмосферада немесе сулы ерітінділерде металдардың және олардың қоспаларының бұзылуын **коррозия** деп атайды. Коррозияның екі түрі болады: электрохимиялық және химиялық. Электрохимиялық коррозияның болу себебі кернеу қатарында тұратын потенциалдары әртүрлі металдар дымқыл немесе сулы ерітіндіде гальвани элементін түзеді. Химиялық коррозия дегеніміз – металдардан ауадағы оттегімен немесе басқа газдармен әрекеттесіп тотығуы. Коррозияға қарсы күрес – өте маңызды мәселе. Металдар коррозия арқылы бұзылмау үшін олардың бетін басқа металдармен немесе материалдармен қаптайды. Көптеген жағдайда темірдің орнына болат қолданылады, оның құрамында коррозияға берілмейтін қоспалар болады. Металдарды коррозиядан қорғаудың әртүрлі әдістері болады, оның ішінде электрохимиялық әдістер маңызды болып табылады. Ол әдістерді іске асыру үшін қорғалатын металды немесе конструкцияны электр тогының теріс полюсіне қосып қояды, демек, ол катод

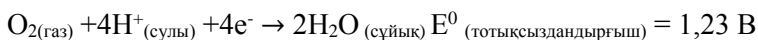
ретінде қызмет атқарады да, тотықпайды. Ал протекторлық қорғауда, мысалы үлкен кемелердің түбіне активті металдарды қондырады, сонда негізгі металдар коррозияға ұшырамай, жаңағы активті металдар немесе құймалар тотығады.

Ең көп тараған коррозиялық процесс — бұл темірдің тотығуы немесе тот басуы. Темірдің тотығуында маңызды рөл атқаратын элемент — бұл оттектен. Оттектен болмаса, темір суда тотықпайды. Тотығу процесінде маңызды рөл атқарушы — су молекулалары болып табылады; егер су молекулалары мүлдем болмаса, темір майлы ортада оттектен тотықпайды. Темірдің тот басу процесінің жылдамдығы әртүрлі факторлардың әсерінен артады: ортаның рН мәнінің өзгеруі, сулы ортада тұздардың болуы, темірдің басқа тотығуы қиын металмен контактіде болуы, сонымен қатар механикалық күштердің әсері.

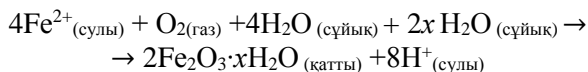
Темірдің тотығуы (тот басуы немесе коррозиясы) электрохимиялық процесс болып табылады. Темір бетінің кейбір бөліктері анод болып қызмет атқарады, осы бетте темірдің тотығуы жүреді:



Осы реакцияның нәтижесінде түзілген электрондар металл бойын жағалап, катод рөлін атқарушы басқа бөліктерге қарай жылжиды, бұл бөліктерде оттектің тотықсыздануы жүреді:

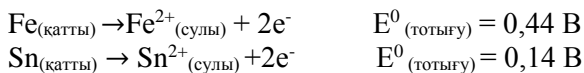


Айта кететін мәселе, оттектің тотықсыздану процесіне H^{+} -иондары қатысады. Егер H^{+} -иондарының концентрациясы төмендесе (демек, рН жоғарыласа), оттектің тотықсыздануы қиындай түседі. Егер $\text{pH} > 9 - 10$ -ға тең ерітіндімен контактіде болса, темір коррозияға ұшырамайтыны анықталған. Коррозия кезінде анодта түзілген Fe^{2+} -иондары Fe^{3+} -иондарына дейін тотығады, ал Fe^{3+} -иондары гидратталған темір (III) оксидін түзеді. Осы кезде темірді «тот басқан» дейді. Реакцияның жалпы түрі:



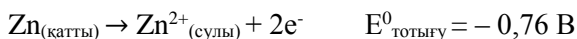
Оттектің мөлшері көбейген сайын коррозияның жылдамдығы арта түседі. Тұздардың қатысында коррозияның жүруі үдей түседі, себебі тұздар электролиттер рөлін атқарады және тұйық электрлік тізбек түзілуін қамтамасыз етеді.

Коррозиядан қорғау мақсатында темірді әдетте бояп қояды немесе басқа металдармен қаптайды, мысалы, қалайымен, мырышпен немесе хроммен. Жұқа қалайы қабатымен қапталған темірді «ақ қаңылтыр» деп атайды, бірақ мұндай қабат аз ғана түрде сызылып, бұзылған жағдайда темір бірден коррозияға ұшырайды, тіпті қалайының өзі коррозияны жылдамдатып жібереді, себебі ол катод болып қызмет атқара бастайды. Темір қалайыға қарағанда тезірек тотығады, оны олардың тотығу-тотықсыздану потенциалдарын салыстыру арқылы көруге болады:



Потенциалдарды салыстыру нәтижесінде бұл жағдайда темірдің анод болып, сол себептен тотығатыны туралы тұжырым жасауға болады.

Кейбір кезде «гальванизирленген» (мырышпен қапталған) темір алады. Мырыш темірді коррозиядан қорғайды, тіпті қаптама кейбір жерінде зақымдалған болған жағдайда да, темір бұл жұпта катод рөлін атқарады, ал мырыш анод рөлін атқарып, темірден бұрын тотығады:



Металды басқа металмен қаптаған кезде ол катод рөлін атқарса және өзі тотықпаса, осындай әдісті **катодтық қорғау** әдісі деп атайды. Катодтық қорғау әдісі көптеген кезде жер астындағы құбырларды коррозиядан сақтау үшін қолданылады. Бұл кезде жиірек қолданылатын магний. Құбыр жүретін желіге жақын жерде магний блоктарын қойып, оларды құбырлармен сым арқылы жалғайды. Сол кезде ылғалды топырақта белсенді металл анод болып қызмет атқарады да, темірден жасалған құбырлар катод болып, тотығу реакциясына ұшырамайды.

Әдетте коррозия тақырыбын қарастыру кезінде темір туралы жиі айтылады. Бірақ темір коррозияға ұшырайтын бірден-бір металл емес. Ал басқа жағынан қарастырсақ, алюминийден жасалған заттар ауада ұзақ уақыт бойында тотықпай сақталады. Ал осы екі металдың стандарттық электродтық потенциалдарын салыстырсақ, алюминий үшін ($E^0_{\text{(тотығу)}} = 1,66 \text{ В}$), темір үшін ($E^0_{\text{(тотығу)}} = 0,44 \text{ В}$) болады, демек, алюминийдің коррозиясы темірге қарағанда әлдеқайда тез, белсенді түрде жүруі керек. Ал іс жүзінде олай емес, себебі алюминийдің бетінде жұқа, тығыз оксид пленкасы түзіледі де, ары қарай тотығуға жол бермейді. Магний өте белсенді металл және тез тотығуға бейім, бірақ оның да бетінде тығыз, берік оксид пленкасы түзіліп, металды коррозиядан сақтап тұрады. Ал темірдің бетіндегі пленка тығыз, берік емес, ол металды коррозиядан қорғай алмайды, бірақ темірді коррозиядан қорғау үшін оны басқа металдармен қаптайды, мысалы, темірді хроммен қаптаса, тот баспайтын болаттар алынады.

1. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫ

1. Төменде келтірілген қосылыстардың шынайы химиялық формулаларын жазыңыздар:

а) алюминий оксиді, күкірт диоксиді, көміртек оксиді, күкірт қышқылы, литий оксиді, темір (II) сульфаты, темір (III) хлориді, кремний диоксиді, титан (IV) сульфаты, қорғасын (II) оксиді, қорғасын (IV) сульфаты.

ә) висмут (III) хлориді, кобальт (III) гидроксиді, никель (II) оксиді, калий гидроксиді, натрий гидроксиді, хром (III) оксиді, бериллий хлориді, фосфор пентаоксиді, фосфор қышқылы, марганец хлориді, мыс (II) гидроксиді, мыс (II) сульфаты, азот (I) оксиді, натрий сульфаты, хлорсутек қышқылы.

2. Төмендегі қосылыстардың құрылымдық (графикалық) формулаларын өрнектеңіздер:

а) күкірт қышқылы, тұз қышқылы, фосфор қышқылы, фторсутек қышқылы, күкірт диоксиді, фосфор диоксиді, көміртек диоксиді, көміртек оксиді, көмір қышқылы, марганец қышқылы, селен қышқылы.

ә) бор оксиді, азот (I) оксиді, мырыш сульфаты, кальций гидроксиді, кремний диоксиді, темір (II) хлориді.

3. Төменде келтірілген бейорганикалық қышқылдардың формулаларын жазып, олардың құрамындағы элементтердің валенттіліктерін анықтаңыздар:

а) күкірт қышқылы; ә) тұз қышқылы; б) азот қышқылы; в) хлор қышқылы; г) бромсутек қышқылы; д) селен қышқылы.

4. Төменде келтірілген негіздердің салыстырмалы молекулалық массаларын және молярлық массаларын анықтаңыздар:

а) натрий гидроксиді; ә) калий гидроксиді; б) кальций гидроксиді; в) бериллий гидроксиді; г) темір (II) гидроксиді; д) кобальт (II) гидроксиді.

5. Массасы 18 грамға тең CO_2 газындағы зат мөлшерін есептеңіздер.

6. Массасы 42 грамға тең күкірт қышқылындағы зат мөлшерін есептеңіздер.

7. Төменде келтірілген тұздардың молярлық массаларын есептеңіздер және құрылымдық формулаларын жазыңыздар:

а) алюминий сульфаты, калий сульфаты, натрий сульфаты, барий сульфаты; ә) хром (III) хлориді, висмут (III) хлориді, титан (IV) хлориді, натрий хлориді.

б) натрий карбонаты, калий карбонаты, кальций карбонаты, магний карбонаты, литий карбонаты.

8. Төменде келтірілген кристаллогидраттардың молярлық массаларын есептеңіздер: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

9. Калий гидроксиді мен тұз қышқылы арасында жүретін реакцияның теңдеуін жазыңыздар. Реакцияның типін атап көрсетіңіздер.

10. Күкірт қышқылы мен натрий гидроксидінің арасында жүретін реакцияның теңдеуін жазыңыздар. Реакцияның типін атап көрсетіңіздер.

11. Мырыш пен тұз қышқылының әрекеттесу реакциясының теңдеуін жазыңыздар, реакцияның типін атап көрсетіңіздер.

ХИМИЯЛЫҚ ЭКВИВАЛЕНТ. ЭКВИВАЛЕНТТЕР ЗАҢЫ

1. 10,00 г металл жанғанда 18,88 г оксид түзіледі. Металдың эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

2. Белгісіз металдың бірдей массасы 0,400 г оттеппен және 6,34 г галогенмен қосылыс түзеді. Галогеннің эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

3. 2 л оттектің массасы 2,8 г-ға тең. Магнийдің эквивалентінің $\frac{1}{2}$ мольге тең екенін ескере отырып, 42 г магний жанғанда жұмсалатын оттектің көлемін табыңыздар.

4. 6,48 г металл 6,96 г оксид немесе 7,44 г сульфид түзеді. Металл мен күкірттің эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

5. Қалыпты жағдайда 4,17 г металл 0,34 л оттектен әрекеттеседі. Металдың валенттілігі екіге тең. Бұл қандай металл және оның атомдық массасы қандай?

6. Мышьяқтың бірінші оксидінде 65,2 %, ал екінші оксидінде 75,7 % мышьяк бар. Осы оксидтердегі мышьяқтың эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

7. Белгісіз металдың 1,00 грамы 8,89 грамм броммен және 1,78 грамм күкіртпен қосылыс түзеді. Күкірттің эквиваленттік массасы 16 г/моль екенін ескере отырып, бромның және металдың эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

8. Хлордың эквиваленттік массасы – 35,5 г/моль, мыс атомының мольдік массасы – 63,5 г/моль, ал мыс хлоридінің эквиваленттік массасы – 99,5 г/моль. Мыс хлоридінің формуласы қандай?

9. 16,8 г металды еріту үшін 14,7 г күкірт қышқылы қажет. Металдың эквиваленттік массасын және қалыпты жағдайда бөлінген сутектің көлемін анықтаңыздар.

10. 1,80 г металл оксидін тотықсыздандыру үшін 883 мл сутек жұмсалады. Металдың және оксидтің эквиваленттік массасын есептеңіздер.

11. Белгісіз металдың эквиваленттік массасы 27,9 г/моль екенін және осы металл қышқылдан 700 мл сутекті бөліп шығаратынын ескере отырып, реакцияға түскен металдың массасын есептеңіздер.

12. Кальцийдің эквиваленттік массасы – 20 г/моль. 1,60 г кальций және 2,61 г мырыш қышқылдан сутектің бірдей көлемін бөліп шығарады. Мырыштың эквиваленттік массасын есептеңіздер.

13. Күкірт және фосфор қышқылдарының молекулалық массалары бірдей. Бейтараптану реакциясының нәтижесінде сульфат және дигидрофосфат түзіледі. Негіздің бірдей мөлшерін бейтараптандыру үшін жұмсалған қышқылдар мөлшерлерінің арақатынасы қандай?

14. Мыс екі түрлі оксид түзеді. Бірінші оксид түзілгенде мыстың белгілі бір мөлшеріне жұмсалатын оттектің көлемі, екінші оксид түзілгенде жұмсалатын оттектің көлемінен екі есе артық.

Мыстың екі оксидтегі валенттіліктерінің арақатынасын анықтаңыздар.

15. Фосфор қышқылы гидроксидпен әрекеттескенде Na_2HPO_4 түзіледі. Фосфор қышқылының осы реакциядағы эквиваленттік массасы қандай?

16. 4,90 г қышқылды нейтралдау үшін 4,00 г натрий гидроксиді жұмсалады. Қышқылдың эквиваленттік массасы қандай?

17. Белгісіз заттың 2,875 грамы 1,375 грамм хлорлы сутекпен әрекеттескенде 8,80 грамм тұз түзіледі. Осы заттың және тұздың эквиваленттік массасы қандай?

18. Қалыпты жағдайда 0,752 г алюминий қышқылмен әрекеттескенде 0,936 л сутек бөлініп шықты. Алюминийдің эквиваленттік массасының 8,99 г/мольге тең екенін ескере отырып, сутектің эквиваленттік көлемін есептеңіздер.

19. Химиялық элементтердің эквиваленті қандай шамаға тәуелді?

а) валенттілікке тәуелді; ә) әрқашанда тұрақты шама.

20. Осы формулалардың қайсысы эквиваленттер заңын дұрыс өрнектейді?

а) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1}$ б) $m_1 \cdot M(\mathcal{E}_2) = m_2 \cdot M(\mathcal{E}_1)$

ә) $m_1 \mathcal{E}_2 = m_2 \mathcal{E}_1$

21. Фосфор құрамы әртүрлі екі хлорид түзеді. Осы екі хлоридте қай элементтің эквиваленті тұрақты болып қала береді?

а) фосфордікі; ә) хлордікі.

22. Осы келтірілген көлемдердің ішінде сутек пен оттектің қандай көлемдері қалыпты жағдайға сәйкес келеді?

а) 11,2 л O_2 және 22,4 л H_2

ә) 11,2 л O_2 және 11,2 л H_2

б) 5,6 л O_2 және 11,2 л H_2

23. Металдың эквиваленттік массасы – 12 г/моль. Осы металдың оксидінің эквиваленттік массасы қандай?

а) 24 г/моль; ә) анықтауға болмайды; б) 20 г/моль.

24. Белгісіз металдың эквиваленттік массасы оттектің эквиваленттік массасынан екі есе артық. Сонда оксидтің массасы металл массасынан неше есе артық?

а) 1,5 есе; ә) 2 есе; б) 3 есе.

25. Күкірт S_2Cl_2 және SCl_2 деген хлоридтер түзеді. SCl_2 -де күкірттің эквиваленттік массасы – 16 г/моль. Күкірттің S_2Cl_2 -дегі эквиваленттік массасы қандай?

26. $CrCl_3$ және $Cr_2(SO_4)_3$ деген тұздарда хромның эквиваленті бірдей бола ма?

27. $FeCl_2$ және $FeCl_3$ деген тұздарда темірдің эквиваленті бірдей бола ма?

ГАЗ ЗАҢДАРЫ

1. 27 °С кезінде газдың белгілі бір мөлшері 680 мл-ге тең көлем алады. Егер қысым өзгермесе газдың осы мөлшері 200 °С кезінде қандай көлем алады?

2. Газдың 3,5 литрге тең көлемінің қысымы 128,6 кПа болды. Егер температура өзгермесе, осы газдың 1 литрінің қысымы қандай болады?

3. 10 °С кезінде газдың қысымы үш есе көбеюі үшін осы газдың температурасын қанша градусқа жоғарылату керек?

4. 29 °С кезінде және 98 кПа қысымда газдың көлемі 7 литрге тең болды. Осы газ температура 37 °С-қа тең болғанда және 112 кПа қысымда қандай көлем алады?

5. 17 °С кезінде газдың қысымы 106 кПа болды. Егер осы газды «минус» 23 °С-қа дейін салқындатса, оның қысымы қандай болады?

6. 1 г ауаның қалыпты жағдайдағы көлемі – 773 мл. Ауаның осы массасы 1 °С кезінде және 96,3 кПа қысымда қандай көлем алады?

7. 14 °С кезінде жабық ыдыстағы газдың қысымы 110 кПа болды. Егер осы газды 35 °С-қа дейін қыздырса, оның қысымы қандай болады?

8. Көлемі 12 литрге тең газ баллонында 0 °С кезінде оттектің қысымы 15,2 мПа болды. Оттектің осы көлемінің қалыпты жағдайдағы қысымын табыңыздар.

9. 17 °С кезінде газ баллонындағы азоттың қысымы 12,5 мПа болды. Баллонның ішіндегі қысымды 21,5 мПа-ға дейін көтеруге болады. Осы қысымға қандай температурада жетуге болады?

10. 96 °C кезінде және 100,7 кПа қысымда белгісіз газдың көлемі 688 мл-ге тең. Осы газдың қалыпты жағдайдағы көлемін табыңыздар.

11. 2,56 г металл сумен әрекеттескенде 760 мл сутек бөлінеді. Сутектің көлемі температура 25 °C-қа, ал қысым 106,5 кПа-ға тең болғанда өлшенді. Металдың эквиваленттік массасын табыңыздар.

12. Газдың массасын үлкейткенде оның көлемі өзгермеу үшін басқа қандай жағдайын өзгерту керек:

а) температурасын төмендету керек;

ә) қысымды жоғарылату керек;

б) ешнәрсе өзгерте алмаймыз.

13. Төменде келтірілген температура мен қысымның қайсысы қалыпты жағдайға сәйкес келеді:

а) $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 760\text{ мм с.б.б.}$ (с.б.б. – сынап бағанасы бойынша);

ә) $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1,03 \cdot 10^5\text{ Па}$;

б) $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 760\text{ мм с.б.б.}$

14. 2 г аммиакта және 2 г азотта болатын молекулалар санын салыстырыңыздар. Молекулалар саны қайсысында неше есе көп?

15. Күкірт (VI) оксидінің бір молекуласының массасын табыңыздар (г).

16. 0,002 кг сутекте және 0,002 кг оттеkte, 2 моль сутекте және 2 моль оттеkte, 2 литр сутекте және 2 литр оттеkte бірдей жағдайда молекулалар саны бірдей бола ма?

17. Қалыпты жағдайда 3 мл сутекте болатын молекулалар санын табыңыздар.

18. Газдың $27 \cdot 10^{21}$ молекуласы қалыпты жағдайда қандай көлем алады?

19. Бірдей жағдайда 2 моль оттек және 2 моль озон алатын көлемдердің арақатынасы қандай?

20. Оттек, сутек және хлордың бірдей жағдайда алынған бірдей массаларының көлемдерінің арақатынасы қандай?

21. 2 моль су қалыпты жағдайда 44,8 л-ге тең көлем алады деген дұрыс па?

22. Қалыпты жағдайда 1 литр ауада 0,03 % (көлем бойынша) көмірқышқыл газы бар. Осы көлемдегі (1 литр ауада) көмірқышқыл газының молекулаларының санын табыңыздар.

23. Төмендегі газдардың массасын табыңыздар:

а) 3 литр сутектің 160 °С температурада және 110,7 кПа қысымда; ә) 0,7 м³ хлордың 25 °С температурада және 97,9 кПа қысымда.

24. 21 °С температурада және 104,2 кПа қысымда 0,09 кг азоттың алатын көлемін табыңыздар.

25. Бертолле тұзы қыздырғанда калий хлориді және оттекке ыдырайды.

0 °С температурада 105,3 кПа қысымда 1 моль бертолле тұзынан қанша литр оттек алынады?

26. Қалыпты жағдайда кез келген газдың 1 м³-ге тең көлемінде қанша моль болады?

27. 0 °С температурада тау басынан массасы 700 мг-ға тең 1 литр ауа алынды. Тау басындағы атмосфералық қысымды табыңыздар.

28. Көміртек (II) оксидінің бір көлемі хлордың бір көлемімен әрекеттескенде фосген түзіледі. Фосгеннің формуласын табыңыздар.

29. 4 литр бутан жанғанда көміртек (IV) оксидінің қандай көлемі шығады? Газдардың көлемі қалыпты жағдайда алынған.

30. 130 °С температурада 610 кПа қысымда оттектің үш көлемінен және метанның бір көлемінен тұратын газ қоспасы жабық ыдыста тұр. Егер осы қоспа қопарылысқа ұшыраса, содан кейін бастапқы температураға қайтып оралса, ыдыстың ішіндегі қысым қандай болады?

31. 0,04 л сутекпен оттектің қоспасы қопарылысқа ұшырады, содан кейін 0,0064 л оттек қалды. Қоспаның бастапқы кездегі пайыздық құрамы қандай?

32. Күкірт оксидімен (SO₂) оттектің бірдей көлемдерінен тұратын газ қоспасы Контакт аппаратынан өткізілді, сонда күкірт диоксиді молекулаларының 92 %-ы SO₃-ке айналды. Контакт аппаратынан шығатын газ қоспасының пайыздық құрамын табыңыздар.

33. Үш көлем хлордан және бір көлем сутектен тұратын газ қоспасы жабық ыдыста бір қалыпты температурада шашыраңқы жарықта қалдырылған. Біраз уақыттан кейін хлордың мөлшері 25 %-ке азайды. Ыдыстағы қысым өзгерді ме? Газ қоспасының пайыздық құрамы (көлем бойынша) қандай болды?

34. Аммиак пен хлор әрекеттескенде хлорлы сутек және азот түзілді. Аммиак пен хлордың әрекеттескен кездегі көлемдерінің арақатынасы және шыққан газдардың көлемдерінің арақатынасы қандай?

35. 19 °С температурада және 105,4 кПа қысымда 2,5 кг мырышты тұз қышқылында еріткенде қанша сутек бөлінеді?

36. Белгісіз газдың бір көлемінен және сутектің бір көлемінен тұратын газ қоспасы қопарылғанда бір көлем су буы және бір көлем азот шықты. Көлемдер қалыпты жағдайда өлшенген. Белгісіз газдың формуласын табыңыздар.

37. Бірдей жағдайда азот пен оттектің бірдей көлемі алынған. Екі газдың массаларының арақатынасы қандай?

а) $mO_2 > mN_2$; ә) $mN_2 > mO_2$; б) $mO_2 = mN_2$.

38. Сутекпен оттектің бірдей көлемі араластырған. Газ қоспасының көлемі реакциядан кейін қалай өзгереді?

а) өзгермейді; ә) екі есе көбейеді; б) екі есе азаяды.

39. 1 моль хлорлы сутек пен 1 моль хлордың алатын көлемдерінің арақатынасы қандай болады (температура және қысым бірдей)?

а) $V(HCl) > V(Cl_2)$; ә) $V(HCl) = V(Cl_2)$; б) $V(HCl) < V(Cl_2)$.

40. Бромды сутекті қыздырғанда ол толық ыдырайды, бірақ газ көлемі өзгермейді. Ыдырағанда қандай заттар шығады?

а) Н және Вг атомдары; ә) H_2 және Br_2 молекулалары;

б) H_2 молекуласы және Вг атомдары.

41. 400 мл ацетиленнің массасы қалыпты жағдайда 0,464 грамға тең. Ацетиленнің молекулалық массасын табыңыздар.

42. Қалыпты жағдайда алынған белгісіз газдың 1,2 литрінің массасы 3,428 грамға тең. Газдың молекулалық массасын табыңыздар.

43. Температура 0 °С-қа тең болғанда және 101,33 кПа қысымда алынған газдың 0,002 м³-інің массасы 2,50 грамға тең. Газдың молекулалық массасын және бір молекуласының массасын табыңыздар.

44. Қалыпты жағдайда алынған белгісіз газдың 0,002 м³-інің массасы 0,0042 кг-ға тең. Газдың молекулалық массасын және ауа бойынша тығыздығын табыңыздар.

45. Этиленнің оттек бойынша тығыздығы – 0,875. Оның молекулалық массасы қандай?

46. Қалыпты жағдайда алынған белгісіз газдың $0,001 \text{ м}^3$ -інің массасы $0,00152 \text{ кг}$ -ға тең, ал азоттың $0,001 \text{ м}^3$ -інің массасы $0,00125 \text{ кг}$ -ға тең. Газдың азот бойынша тығыздығы және мольдік көлемі арқылы молекулалық массасын табыңыздар.

47. Сынап буының ауа бойынша тығыздығы – $6,92$. Сынаптың бу күйіндегі молекуласында қанша атом бар?

48. Белгісіз температурада күкірт буының азот бойынша тығыздығы – $9,14$. Күкірт молекуласында осы температурада қанша атом бар?

49. $87 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде және 96 кПа қысымда ацетон буының 500 мл -інің массасы $0,93 \text{ грамға}$ тең. Ацетонның молекулалық массасын табыңыздар.

50. $17 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде және 104 кПа қысымда газдың 624 мл -інің массасы $1,56 \text{ грамға}$ тең. Газдың молекулалық массасын табыңыздар.

51. $17 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде және $101,33 \text{ кПа}$ қысымда 2 кг ауаның көлемі қандай болады?

52. Көлемі 20 л -ге тең газометр газбен толтырылған. Осы газдың ауа бойынша тығыздығы – $0,40$, қысымы $103,3 \text{ кПа}$, температурасы – $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Газдың массасы қандай?

53. Сыйымдылығы 750 мл -ге тең колбаны $27 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде оттекпен толтырғанда, оның массасы $83,3 \text{ грамға}$ тең болды. Бос колбаның массасы – $82,1 \text{ грамм}$. Оттектің қысымы қандай?

54. $27 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде және $103,2 \text{ кПа}$ қысымда 1 м^3 ауаның массасы қандай?

55. Төмендегі келтірілген фактілердің қайсысы газ күйіндегі неонның бір атомнан тұратынын дәлелдейді?

а) неон басқа элементтермен қосылыс түзбейді;

ә) неонның тығыздығы өзінен кейін орналасқан аргонның тығыздығынан екі есе кіші;

в) неонның тығыздығы фтордың тығыздығынан екі есе кіші (фтор периодтық жүйеде неонның алдында орналасқан).

16. Хлордың ауа бойынша тығыздығы қандай?

а) $2,44$; ә) $3,0$; б) тек тәжірибе жасап білуге болады.

17. Газ күйіндегі белгісіз оксидтің құрамында $30,4 \%$ азот бар. Бұл оксидтің молекуласына азоттың бір атомы кіреді. Газдың (оксидтің) сутек бойынша тығыздығы қандай?

а) $0,94$; ә) $1,44$; б) $1,50$.

18. Қалыпты жағдайда 4,48 л газдың массасы 5,6 грамға тең. Газдың молекулалық массасы қандай?

а) 14; ә) 28; б) 42.

19. Күкірт атомының массасы оттектің атомының массасына қарағанда екі есе артық, сонда күкірт буының тығыздығы оттектің бойынша екіге тең деп айтуға бола ма?

а) болады; ә) болмайды.

ГАЗДЫҢ ПАРЦИАЛДЫҚ ҚЫСЫМЫ

1. Азоттың 96 кПа қысымдағы 0,04 м³-ге тең көлемін оттектің 0,02 м³-ге тең көлемімен араластырды. Қоспаның көлемі 0,06 м³-ге, ал қысым 97,6 кПа-ға тең болды. Оттектің бұрынғы көлемін табыңыздар.

2. Сутекстің 2 литрінен ($P = 93,3$ кПа) және метанның 5 литрінен ($P = 112$ кПа) газ қоспасы дайындалды. Қоспаның көлемі 7 литр болды. Газдардың парциалдық және жалпы қысымын есептеңіздер.

3. NO және CO₂ деген газдар араластырылған. Газдардың парциалдық қысымдары 36,3 және 70,4 кПа-ға тең. Қоспа құрамындағы NO және CO₂-нің пайызын есептеңіздер.

4. Көлемі 0,6 м³-ге тең жабық ыдыста 0 °С-та 0,2 кг көмір қышқыл газдан, 0,4 кг оттектен, 0,15 кг метаннан газ қоспасы жасалған. Газ қоспасының жалпы қысымын, әрбір газдың парциалдық қысымын және қоспаның пайыздық құрамын есептеңіздер.

5. 0,03 м³ метаннан, 0,04 м³ сутекстен және 0,01 м³ көміртек (II) оксидінен газ қоспасы жасалған. Әрқайсысының бастапқы қысымы 96; 84; 108,8 кПа-ға тең болды. Қоспаның көлемі 0,08 м³-ге тең. Газдардың парциалдық қысымын және қоспаның жалпы қысымын табыңыздар.

6. 23 °С кезінде газометрдегі судың бетіндегі 7,4 л оттектің қысымы 104,1 кПа-ға тең болды. 23 °С-та қаныққан су буының қысымы 2,3 кПа-ға тең. Металдың эквиваленттік массасын табыңыздар.

7. 0,250 грамм металл қышқылдан 229 мл сутексті ығыстырды. Осы сутек су бетіне 18 °С-та және 100,3 кПа-ға тең қысымда

жиналды, қаныққан су буының қысымы 2,3 кПа-ға тең. Металдың эквиваленттік массасын табыңыздар.

8. 28 °С кезінде және 88,7 кПа қысымда су бетінде 350 мл сутек жиналды. Қаныққан су буының қысымы 3,4 кПа. Сутектің қалыпты жағдайдағы көлемін және массасын табыңыздар.

9. Валенттілігі екіге тең белгісіз металдың 0,302 грамы қышқылдан 290,5 мл сутекті ығыстырып шығарды. Бұл сутек су бетінде 18 °С және 105,6 кПа-ға тең қысымда жиналды. Қаныққан су буының қысымы 2,1 кПа-ға тең. Металдың салыстырмалы атомдық массасын табу керек.

10. Бір ыдыс оттектен мен азоттың қоспасымен толтырылған. Осы газдардың парциалдық қысымдарының арақатынасы қандай болғанда газ массасы бірдей болады?

а) $P(O_2) = P(N_2)$; ә) $P(O_2) = 0,875 P(N_2)$; б) $P(O_2) = 1,14 P(N_2)$.

11. Оттектің ауадағы парциалдық қысымы – 22 кПа. Оттектің пайызбен алғанда көлемдік мөлшері қандай?

а) 42 %; ә) 21 %; б) 10,5 %.

12. Бірдей жағдайда сутекті су бетіне бір бөлек, сынап бетіне бір бөлек жинады. Екеуінде де газдың көлемі бірдей болды, сонда жиналған сутектің мөлшері бірдей бола ма?

а) бірдей;

ә) сынап бетінде жиналған сутек көптеу;

в) су бетінде жиналған сутектің мөлшері көптеу.

2. ХИМИЯЛЫҚ ФОРМУЛАЛАРДЫ ШЫҒАРУ. ХИМИЯЛЫҚ ФОРМУЛАЛАР ЖӘНЕ ТЕҢДЕУЛЕР АРҚЫЛЫ ЕСЕПТЕУЛЕР

1. Құрамында (масса бойынша) 43,4 % натрий, 11,3 % көміртек және 45,3 % оттек бар заттың қарапайым формуласын табыңыздар.

2. Құрамындағы сутек, көміртек, оттек және азоттың массаларының арақатынасы 1:3:4:7 болып келетін заттың қарапайым формуласын анықтаңыздар.

3. 2,73 г ванадий оксидінде 1,53 г металл бар екенін ескере отырып, ванадий оксидінің қарапайым формуласын анықтаңыздар.

4. Құрамында (масса бойынша) 26,53 % калий, 35,37 % хлор және 38,10 % оттек бар белгісіз қосылыстың қарапайым формуласын анықтаңыздар.

5. 36,6 г барий хлоридінің кристаллогидратын қыздырған кезде, оның массасы 5,4 грамға кемиді. Кристаллогидраттың формуласы қандай?

6. Май қышқылының құрамында (масса бойынша) 54,5 % көміртек, 36,4 % оттек, 9,1 % сутек бар, ал қышқылдың буының сутек бойынша тығыздығы 44-ке тең. Май қышқылының молекулалық формуласы қандай?

7. Құрамында (масса бойынша) 93,75 % көміртек, 6,25 % сутек бар белгісіз заттың ауа бойынша тығыздығы 4,41-ге тең. Заттың формуласы қандай?

8. 4,3 г көмірсутек жанғанда 13,2 г CO_2 бөлінді. Көмірсутектің буының сутек бойынша тығыздығы 43-ке тең. Заттың молекулалық формуласын табу керек.

9. Құрамында бром бар органикалық заттың 1,88 грамы толық жанғанда 0,88 г CO_2 және 0,3 г H_2O бөлінді. Заттың құрамын-

дағы бромды күміс бромидіне айналдырғанда 3,76 г AgBr түзілді. Заттың буының сутек бойынша тығыздығы 94-ке тең. Заттың молекулалық формуласын табыңыздар.

10. Белгісіз газдың 1 көлемінен және оттектің 2 көлемінен газ қоспасын қопарылысқа ұшыратса, CO_2 -нің 2 көлемі және азоттың 1 көлемі шығады. Газдың молекулалық формуласын табыңыздар.

11. Бор мен сутек қосылысының 1 литрінің массасы 1 литр азоттың массасына тең, ал бордың мөлшері бұл қосылыста – 78,2 % (масса бойынша). Заттың молекулалық формуласы қандай?

12. Мына заттардың: а) калий селитрасы KNO_3 ; ә) аммиак селитрасы NH_4NO_3 ; б) аммофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 1 килограммында болатын азоттың массасын есептеңіздер.

13. Мына қосылыстардағы а) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; ә) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$; б) H_2SO_4 ; г) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ әрбір элементтің массалық үлесін (%) есептеңіздер.

14. Құрамында (масса бойынша) 62 % Fe_2O_3 бар темір кенінің 4 тоннасынан темірдің қандай массасын алуға болады?

15. 20 г H_2SO_4 -тің ерітіндісіне 18 г NaOH қосылды. Алынған ерітіндінің ортасы қандай?

16. 68,0 г AgNO_3 ерітілген ерітіндіге 68,0 г NaCl қосылған. AgNO_3 реакцияға толық мөлшерде түсе ме? Реакция нәтижесінде түзілетін AgCl -дың массасын есептеңіздер.

17. 6,00 г антрацит жанғанда 10,60 л CO_2 бөлінді. Газ көлемі қалыпты жағдайда өлшенді. Антрациттің құрамындағы CO_2 -нің массалық үлесін есептеңіздер.

18. 0,10 моль FeCl_3 бар ерітіндіге 0,12 моль NaOH қосылды. Реакция нәтижесінде неше моль $\text{Fe}(\text{OH})_3$ түзілді және неше моль FeCl_3 ерітіндіде қалды?

19. Қалыпты жағдайда электр тогының әсерінен 2 моль су ыдырағанда неше литр күркіреуік газ шығады?

20. Қалыпты жағдайда сумен 0,24 кг CaC_2 әрекеттескенде ацетиленнің қандай көлемі шығады?

21. 665 г Na_2CO_3 -тен неше грамм NaCl шығады?

22. 12 моль SO_2 және 16 моль O_2 -ден тұратын газ қоспасын катализатордың бетінен өткізгенде 8 моль SO_3 шықты. SO_2 -нің және O_2 -нің неше молі реакцияға түсті?

23. 17,3 г HCl және 8,0 г NH_3 араластырылған. Неше грамм NH_4Cl шығады? Реакциядан кейін қалған газдың массасын табыңыздар.

24. Құрамында көлем бойынша 55 % H_2 , 30 % CH_4 , 8 % CO , 2 % C_2H_4 және 5 жанбайтын қосындылар бар газдың 1 м³-не ауаның қандай көлемі қажет? Ауадағы оттектің көлемдік үлесі – 21 %.

25. Қыздырылған көмірдің бетінен су буын жібергенде құрамында CO мен H_2 -нің тең көлемі бар су газы шығады. Қалыпты жағдайда 5 кг көмірден қанша су газы шығады?

26. Кальций карбонаты қыздырған кезде CaO мен CO_2 -ге ыдырайды. 14 т сөндірілмеген әк (ізбес) алу үшін құрамында 90 % (масса бойынша) $CaCO_3$ бар табиғи әктастың қандай массасы керек?

27. Құрамында 14,4 г кальций гидроксиді бар ерітінді арқылы қалыпты жағдайда 7,36 л көмірқышқыл газы жіберілді. Реакция нәтижесінде шыққан тұздардың жалпы массасын табу керек.

28. Құрамында 16,8 г $AlCl_3$ бар ерітіндіге 12,0 г KOH бар ерітінді құйылды. Түзілген тұнбаның массасын табу керек.

29. 16 г мысты азот қышқылында еріткенде және қайнатып суалтқанда $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ кристаллогидраты түзілді. Осы кристаллогидраттың массасы қандай?

30. Массасы 7,80 г алюминий мен оның оксидінің қоспасына натрий гидроксиді қосылды. Сонда көлемі қалыпты жағдайда өлшенген 1680 мл газ бөлінді. Қоспаның (масса бойынша) пайыздық құрамын табыңыздар.

31. Шала тотыққан магний оксидінің ұнтағының 10,20 грамына тұз қышқылы құйылды. Сонда көлемі қалыпты жағдайда өлшенген 7,48 л сутегі бөлінді. Алынған ұнтақта қанша пайыз (масса бойынша) магний бар?

32. Массасы 6,8520 грамға тең шойын жоңқаларынан тиісті өндеуден соң, 0,1996 г кремний (IV) оксиді алынды. Шойынның осы үлгісіндегі кремнийдің мөлшерін (пайызбен) есептеңіздер.

33. Массасы 250 г MoO_3 -ті тотықсыздандыру үшін қалыпты жағдайда алынған сутектің қандай көлемі қажет?

34. Магний-алюминий құймасының 2,4 грамы тұз қышқылымен әрекеттескенде 23 °С-та және 100,7 кПа қысымда өлшенген 2,84 л сутек бөлінді. Құйманың пайыздық (масса бойынша) құрамын табыңыздар.

35. Техникалық $NaOH$ -та қанша $NaCl$ бар екенін білу үшін техникалық $NaOH$ -тың 2,00 грамын суда ерітіп, ерітіндіге күміс

нитратының артық мөлшерін қосты. Алынған тұнбаны жуып кептірді, сонда тұнбаның массасы 0,287 грамм болды. Алынған үлгідегі NaCl-дың массасы қандай?

36. Гидразиннің қарапайым формуласы – NH_2 . Гидразиннің буының ауа бойынша тығыздығы – 1,1. Гидразиннің формуласы қандай?

а) NH_2 ; ә) N_2H_4 ; б) N_2H_6 .

37. Көміртек пен сутектің қосылысының қарапайым формуласы – CH_2 . Осы газдың 1 литрінің массасы 1 литр азоттың массасына тең екенін ескерсек, газдың шынайы формуласы қандай болады?

а) C_3H_6 ; ә) C_2H_4 ; б) C_4H_8 .

38. Азот пен оттектің қосылысының сутек бойынша тығыздығы 15-ке тең болса, осы қосылыстың формуласы қандай болады?

а) NO ; ә) N_2O .

39. Металл қышқылдан қалыпты жағдайда 134,4 мл сутек бөліп шығарды. Осы сутектен NH_3 алу үшін азоттың қандай көлемі керек?

40. CaCO_3 ыдырағанда 11,2 л CO_2 бөлінді. Осы газдан карбонат алу үшін KOH-тың қандай массасы қажет:

а) 56 г; ә) 112 г; б) 28 г.

41. 180 г NaOH-пен 146 г HCl әрекеттескенде реакция ортасы қандай болады?

а) нейтрал; ә) қышқыл; б) негіздік.

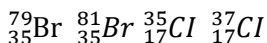
3. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ

ИЗОТОПТАР ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

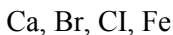
1. Келесі кестені көшіріп алып, бос ұяшықтарды толтырыңыздар.

Изотоп	Символ	Реттік нөмірі	Массалық сан	Нейтрондар саны
Көміртек-12	$^{12}_6\text{C}$	6	12	6
Көміртек-13			13	7
Оттегі-16	$^{16}_8\text{O}$	8	16	
Стронций-90	$^{90}_{38}\text{Sr}$	38		52
Йод-131	$^{131}_{53}\text{I}$			
	$^{123}_{53}\text{I}$			
Рубидий-85				

2. Келесі атомдардағы протондар, нейтрондар және электрондар санын анықтаңыздар:



3. 2-кестедегі деректерді пайдаланып, келесі элементтердің салыстырмалы атомдық массаларын есептеңіздер.



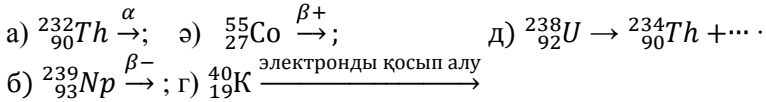
4. Сурьманың салыстырмалы атомдық массасы – 121,75. Сурьманың екі изотобы болады: сурьма-121 және сурьма-123. Осы екі изотоптың табиғаттағы мөлшерін есептеңіздер.

5. Рубидийдің салыстырмалы атомдық массасы – 85,47. Рубидийдің екі изотобы болады: рубидий-85 және рубидий-87.

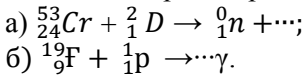
Табиғи рубидийдің құрамындағы рубидий-87 изотобының мөлшерін есептеңіздер.

ЯДРОЛЫҚ СИНТЕЗ

1. Радиоактивтік ыдыраудың келесі теңдеулерін аяқтаңыздар.



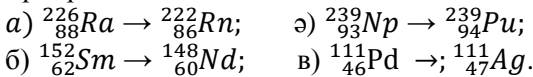
2. Келесі ядролық реакциялардың теңдеулерін аяқтаңыздар.



3. Элементтің бір изотобының символы – ${}_{24}^{52}\text{Э}$. Элементтің атын, ядродағы протондар мен нейтрондар санын, атомның электрондық қабатындағы электрондар санын көрсетіңіздер.

4. Берілген элементтің атомының массалық саны – 181, электрондық қабатында 73 электрон бар. Элементтің атын, атом ядросындағы протондар мен нейтрондардың санын көрсетіңіздер.

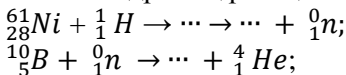
5. Келесі реакцияларда радиоактивті ыдыраулардың қандай түрлері орын алады?

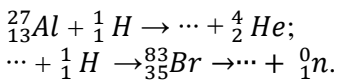


6. Стронций-81 изотобының жартылай ыдырау периоды – $T_{1/2} = 8,5$ сағ. Осы изотоптың бастапқы массасы 200 мг екенін ескеріп, изотоптың 25,5 сағат өткеннен кейінгі массасын есептеңіздер.

7. Натрий-24 β^- -радиоактивті изотобының жартылай ыдырау периоды 14,8 сағат. Радиоактивті ыдырау реакциясының теңдеуін жазыңыздар және 29,6 сағатта түзілетін туынды өнімнің массасын анықтаңыздар.

8. Келесі ядролық реакциялардың теңдеулерін жазыңыздар.

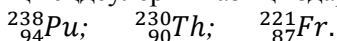




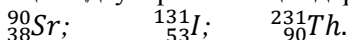
9. Табиғи галлий екі изотоптан құралған: ${}^{71}\text{Ga}$ және ${}^{69}\text{Ga}$. Галлийдің орташа атомдық массасы – 69,72. Галлий құрамындағы екі изотоптың арақатынасын есептеңіздер.

10. ${}_{92}^{238}\text{U}$ изотобының ядросының радиоактивті ыдырауының нәтижесінде ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ түзілді. Бастапқы ядродан бөлінген α - және β^- -бөлшектердің санын есептеңіздер.

11. Келесі бөлшектердің α -ыдырауының ядролық реакцияларының теңдеулерін жазыңыздар.



12. Келесі бөлшектердің β^- -ыдырауының ядролық реакцияларының теңдеулерін жазыңыздар.



13. Келесі үдерістердің әрқайсысы үшін ядролық реакциялардың теңдеулерін жазыңыздар.

а) ${}^7_3\text{Li}$ ядросы өзімен соқтығысқан протонды қосып алады, содан кейін бірдей екі бөлшек түзіледі.

ә) азот-14 атомы нейтронмен соқтығысқанда көміртек-14 түзіледі.

б) азот-14 атомы α -бөлшекпен соқтығысады, осы кезде протон бөлінеді және жаңа элемент түзіледі.

в) алюминий-27 атомы α -бөлшекпен соқтығысады, осы кезде фосфор-30 түзіледі.

14. ${}_{90}^{232}\text{Th}$ табиғи радиоактивтіліктің нәтижесінде алты α -бөлшек және төрт β^- -бөлшек бөліп шығарады. Осы үдерістердің нәтижесінде түзілген бөлшектің атомдық нөмірін және массалық санын анықтаңыздар.

15. 5-кестедегі деректерді пайдаланып, келесі сұрақтарға жауап беріңіздер. Берілген тапсырмалардағы изотоптардың бастапқы массасы 10 г екенін ескеріңіздер.

а) $4,5 \cdot 10^9$ жыл өткеннен кейін уран-238 изотобының қандай массасы қалатынын есептеңіздер.

ә) 78,8 минут өткеннен кейін ${}^{214}\text{Bi}$ изотобының қандай массасы қалатынын есептеңіздер.

б) қалдығы 1,25 г болатынын ескеріп, ^{214}Po изотобының ыдырауына қанша уақыт қажет екенін есептеңіздер.

в) $4,56 \cdot 10^4$ жыл өткеннен кейін ^{14}C изотобының қандай массасы қалатынын есептеңіздер.

АТОМДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ: ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚАБАТТАР

1. Төменде жазылған электрондық конфигурациялар элементтердің қандай блокта (s,p,d,f) екенін көрсетеді:

а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$;

ә) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;

б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$;

в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^4$.

2. Төменде аталған элементтер қандай блокта (s,p,d,f) екенін көрсетіңіздер.

а) хром;

ә) алюминий;

б) уран;

в) стронций.

3. Сыртқы квант қабаты келесі электрондық формуламен өрнектелетін элементтердің қалай аталатынын және реттік нөмірлерін анықтаңыздар.

а) $3s^2 3p^4$; ә) $5s^2 4d^{10} 5p^5$; б) $6s^2 5d^1$; в) $6s^2 5d^{10} 6p^3$.

4. Реттік нөмірінің мәні бойынша келесі атомдардың электрондық формулаларын жазыңыздар.

а) бор ($Z = 5$); ә) фосфор ($Z = 15$); б) хлор ($Z = 17$);

в) кальций ($Z = 20$); г) темір ($Z = 26$); д) сынап ($Z = 80$);

е) қорғасын ($Z = 82$); ж) мышьяк ($Z = 33$).

5. Келесі иондардың электрондық формулаларын жазыңыздар.

а) Sn^{2+} ; ә) Sn^{4+} ; б) Mn^{2+} ; в) Cu^{2+} ; г) S^{2-} ; д) Cr^{3+} .

6. Бас квант саны $n = 5$ болғанда, электрондық қабатта болатын электрондардың максималды саны қандай болатынын анықтаңыздар.

7. Клечковскийдің ережесі бойынша $n+l$ қосындысы а) 5; ә) 6; б) 7-ге тең электрондық орбитальдар қандай кезекте толтырылатынын анықтаңыздар.

8. $n+l=5$ мәні қандай период элементтерінің сыртқы қабатының электрондарын сипаттайтынын көрсетіңіздер.

9. Атомдағы 5s деңгейден кейін қандай электрондық деңгей толтырылады?

10. Хром және күкірт, фосфор және ванадийдің периодтық жүйеде бір топта орналасуының себебі қандай екенін, сонымен қатар осы жұптардағы элементтердің әрқайсысы әртүрлі топшаларда орналасуының себебін түсіндіріңіздер.

11. Реттік нөмірлері көрсетілген келесі элементтердің электрондық формулаларын жазыңыздар. а) $Z = 8$; ә) $Z = 17$; б) $Z = 28$; в) $Z = 82$; г) $Z = 33$; д) $Z = 47$; е) $Z = 51$.

12. Келесі келтірілген электрондық конфигурациялар бойынша элементтердің реттік нөмірлерін және периодтық жүйедегі орнын анықтаңыздар.

а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$;

ә) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$;

б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$;

в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^8$.

13. Fe^{2+} және Fe^{3+} иондарының электрондық-графикалық сызба-нұсқаларын құрыңыздар. Fe^{3+} ионының электрондық конфигурациясының ерекше тұрақты болуының себебін түсіндіріңіздер.

14. Мыс және хром атомдарының электрондық конфигурацияларының ерекшеліктерін түсіндіріңіздер. Осы элементтердің атомдарындағы 4s орбитальдарда неше электрон бар?

15. Клечковскийдің ережесін пайдаланып, келесі келтірілген орбитальдардың жұптарында қандай орбиталь бұрын толтырылатынын анықтаңыздар.

а) 5d және 5p; ә) 3d және 4s; б) 4s және 4d;

в) 5s және 4s; г) 4p және 5s; д) 5p және 5d.

IV ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

ИОНДАНУ ЭНЕРГИЯСЫ

1. Фтор мен хлор атомдарының иондану энергиялары сәйкесінше – 17,4 және 13,0 эВ, электронтартқыштығының энергиясы – 3,45 және 3,61 эВ. Осы элементтердің қайсысы иондық қосылыстар түзуге бейім екенін және осы қосылыстардағы галоген иондарының зарядтарын анықтаңыздар.

2. Гелийдің иондануы келесі реакция бойынша жүреді: $He = He^+ + e^-$ осы кезде бұл элементтің иондану энергиясы 2370 кдж/г-атом құрайды. Гелийдің иондану потенциалын вольтпен есептеңіздер.

3. Бромның иондану потенциалы – 1140 кдж/моль, ал электронтартқыштығы – 342 кдж/моль. Бромның салыстырмалы электртерістілігін есептеңіздер.

4. F_2 , H_2O , O_2 молекулаларындағы химиялық байланыстың типін көрсетіңіздер. Электрон бұлттарының бүркесуінің сызба-нұсқасын келтіріңіздер.

5. Салыстырмалы электртерістіліктің кестесін пайдалана отырып, келесі молекулалардағы химиялық байланыстардың типін анықтаңыздар және қосылыстардың қайсысындағы химиялық байланыс иондық байланысқа тән қасиетпен сипатталатынын көрсетіңіздер: HCl , $NaCl$, KBr , $BeCl_2$.

6. HF – HCl – HBr – HI қатарында байланыс беріктігі қалай өзгередінін және себептерін түсіндіріңіздер.

7. NCI_3 , CS_2 , ICI_5 , NF_3 , OF_2 , ClF , CO_2 қосылыстарындағы химиялық байланыстың типін анықтаңыздар. Осы молекулалардағы ортақ электрон жұптарының ығысу бағытын анықтаңыздар.

8. Су молекуласындағы химиялық байланыс донорлық-акцепторлық механизм бойынша түзілген коваленттік байланыс

болып табылады. Бұл кезде H_3O^+ -гидроксоний ионы түзіледі. Электрондарды нүктелер және крестиктер арқылы өрнектеп, гидроксоний-ионының электрондық диаграммасын көрсетіңіздер.

9. Аммиак бор трифторидімен әрекеттескен кезде NH_3BF_3 түзіледі. Бұл қосылыста донорлы-акцепторлы байланыс түзілген. Электрондарды нүктелер және крестиктер арқылы өрнектеп, NH_3BF_3 молекуласының электрондық диаграммасын көрсетіңіздер.

10. Хлордың электртерістілігі көміртектің электртерістілігінен жоғары деген ұғымды қалай түсіндіруге болады?

11. NH_4^+ - ионы түзілген кезде электрон жұбының доноры болып табылатын атомды немесе ионды анықтаңыздар.

12. CH_4 , NH_3 молекулалары және NH_4^+ — ионындағы коваленттік байланыстарын түзілуін сипаттаңыздар және салыстырыңыздар. CH_5^+ және NH_5^{2+} -иондарының түзілу мүмкіндігін немесе түзілмеу себебін түсіндіріңіздер.

13. Валенттік байланыс әдісін пайдаланып, NO және NO_2 оксидтерінің димерлік молекулалар түзу қабілетін түсіндіріңіздер.

14. Валенттік байланыс әдісін пайдаланып, O_2 молекуласының түзілуін түсіндіріңіздер.

15. Валенттік байланыс әдісін және молекулалық орбитальдар әдісін пайдаланып, CO және CN молекулаларының түзілуін түсіндіріңіздер.

16. Be_2 және Ne_2 молекулалары тұрақты болып түзілмейді. Себебін молекулалық орбитальдар әдісінің тұрғысынан түсіндіріңіздер.

17. HCN молекуласының дипольдік моменті – 2,9 D. Дипольдің ұзындығын есептеңіздер.

18. Фторсутек молекуласының диполінің ұзындығы – $4 \cdot 10^{-11}$ м. Молекуланың дипольдік моментін дебай және кулонметрде есептеңіздер.

19. P_4 тетраэдрлік молекуласының және PH_4^+ -ионының түзілу кезіндегі фосфор атомының электрон бұлттарының гибридтену типін анықтаңыздар.

20. SiH_4 молекуласының түзілу кезіндегі кремний атомының электрондық бұлттарының гибридтену типін анықтаңыздар.

21. H_2O және H_2S молекулаларының дипольдік моменттері – 1,84 D және 0,94 D. Дипольдардың ұзындықтарын есептеңіздер. Осы екі молекуланың полярлануын салыстырыңыздар.

22. SiH_4 және SiF_4 қосылыстарындағы кремний атомының электрон бұлттарының гибридтену типін анықтаңыздар және осы екі молекуладағы химиялық байланыс полярланған байланыс немесе полярланбаған байланыс екенін анықтаңыздар.

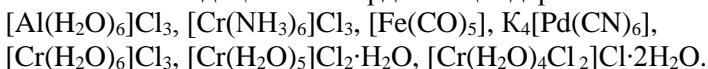
23. TiF_4 молекуласындағы титан атомының электрон бұлттарының гибридтену типін анықтаңыздар.

24. H_2S , H_2Se , H_2Te молекулаларындағы химиялық байланыстың полярлылығын салыстырыңыздар. Осы молекулалардағы байланыс бұрыштарының қайсысы 90° -қа жақын екенін анықтаңыздар.

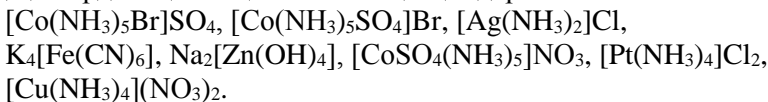
25. Келесі молекулалардағы байланыс типін анықтаңыздар. F_2 , Cl_2 , HCl , H_2O , BeCl_2 , TiF_4 , NH_3 , PCl_3 .

5. КОМПЛЕКСТІ (КЕШЕНДІ) ҚОСЫЛЫСТАР

1. Келесі кешенді қосылыстарды атаңыздар:

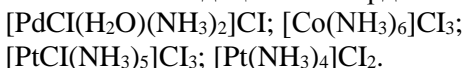


2. Келесі кешенді қосылыстардағы кешен түзуші элементтердің координациялық санын анықтаңыздар.



3. Келесі кешенді қосылыстардың формулаларын жазыңыздар: калий дицианоаргентаты, калий гексанитрокобальтаты (III), гексаамминникель (II) хлориді, натрий гексацианохроматы (III), гексаамминкобальт (III) бромиді, тетраамминкарбонатхром (III) сульфаты, диакватетраамминникель (II) нитраты, магний трифторгидроксобериллаты.

4. Келесі кешенді қосылыстарды атаңыздар:



5. Берілген элементтер, молекулалар, аниондар және катиондар арқылы кешенді қосылыстардың формулаларын құрыңыздар:

а) Ag^+ – кешен түзуші; NH_3 – лиганда; Cl^- – сыртқы сфера.

б) Co^{3+} – кешен түзуші; NH_3 , SO_4^{2-} – лигандалар; Cl^- – сыртқы сфера.

в) Ba^{2+} – сыртқы сфера, Cr^{3+} – кешен түзуші, NH_3 , SCN^- – лигандалар.

г) K^+ – сыртқы сфера, Fe^{2+} – кешен түзуші, CN^- – лиганда.

6. Берілген элементтер, молекулалар, аниондар және катиондар арқылы кешенді қосылыстардың формулаларын құрыңыздар:

а) Pt^{2+} – кешен түзуші; Cl^- , NH_3 – лигандалар; Cl^- – сыртқы сфера.

б) Co^{2+} – кешен түзуші; Br^- , NH_3 , – лигандалар; SO_4^{2-} – сыртқы сфера.

в) NH_4^+ – сыртқы сфера, Rh^{+3} – кешен түзуші, Cl^- – лигандалар.

г) K^+ – сыртқы сфера, Au^{3+} – кешен түзуші, CN^- – лиганда.

7. Келесі қосылыстардағы кешен түзуші элементтердің тотығу дәрежелерін анықтаңыздар: $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$, $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_3)_6]$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$.

8. Тұрақсыздық константаларының мәндерін пайдаланып, келесі қосылыстардың ерітінділерінің арасында жүретін реакциялардың мүмкіндігін анықтаңыздар. Жүруі мүмкін реакциялардың теңдеулерінің молекулалық және иондық түрлерін жазыңыздар:

а) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 + \text{NaNO}_2$; е) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{KCN}$

б) $\text{K}_2[\text{HgBr}_4] + \text{KI}$; ж) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2 + \text{KCN}$

в) $\text{K}_2[\text{HgBr}_4] + \text{KCl}$; з) $\text{K}[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2] + \text{NH}_4\text{OH}$

г) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{NH}_3$; и) $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + \text{KCN}$

д) $\text{K}_2[\text{HgBr}_4] + \text{KCN}$; к) $\text{K}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] + \text{H}_2\text{S}$.

9. Келесі кешенді бөлшектердің зарядтарын анықтаңыздар және олардың арасындағы катион, анион, бейтарап бөлшектерді көрсетіңіздер:

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4]$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]$,

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]$, $[\text{AuCl}_4]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]$

$[\text{Co}(\text{NO}_3)_6]$, $[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$; $[\text{PdCl}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_2]$.

10. Келесі кешенді иондардағы кешен түзуші элементтердің тотығу дәрежелерін анықтаңыздар:

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^-$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Br}_2]^+$,

$[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$,

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_2]$.

11. Келесі электрбейтарап кешенді қосылыстарды атаңыздар:

$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$, $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$,

$[\text{Pd}(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_2]$, $[\text{CrF}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$,

$[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$.

12. Берілген $0,1\text{M}$ $\text{K}_2[[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ – кешенді қосылысының ерітіндісінде артық мөлшерде $0,1$ моль/л KCN бар. $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ – ионының тұрақсыздық константасы $7,8 \cdot 10^{-18}$ екенін ескеріп, осы ерітіндідегі кадмий иондарының концентрациясын есептеңіздер.

13. Берілген $0,05\text{M K[Ag(CN)}_2]$ – кешенді қосылысының ерітіндісінде артық мөлшерде $0,01$ моль/л KCN бар. $[\text{Ag(CN)}_2]^-$ ионының тұрақсыздық константасы $1,4 \cdot 10^{-20}$ екенін ескеріп, осы ерітіндідегі күміс иондарының концентрациясын есептеңіздер.

14. Берілген кешенді қосылыстың $(\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3)$ ерітіндісіне күміс нитратын қосқан кезде хлорид-иондарының барлық мөлшері тұнбаға түзіледі. Ал $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ – кешенді қосылысының ерітіндісіне күміс нитратын қосқанда хлорид-иондарының $\frac{1}{4}$ бөлігі тұнбаға түседі. Берілген кешенді қосылыстардың формулаларын жазыңыздар, әрбір қосылыстағы кешен тұзуші – платинаның координациялық санын анықтаңыздар.

15. Берілген $0,1 \text{ M [Ag(NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ерітіндісінде 1 моль/л аммиак бар. Күміс хлоридінің ерігіштік көбейтіндісі – $\text{EK(AgCl)} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ екенін ескеріп, хлорид-иондарының қандай концентрациясында осы ерітіндіден күміс хлориді тұнбаға түсе бастайтынын анықтаңыздар.

6. ХИМИЯЛЫҚ КИНЕТИКА.

ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ

1. Келесі заттардың арасында жүретін реакциялардың жылдамдығын өрнектейтін формулаларды жазыңыздар:

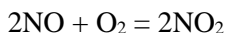
а) азот және оттегі; ә) сутек және оттегі; б) азот диоксиді мен оттегі; в) көміртек диоксиді және қыздырылған көмір.

2. Гомогенді жүйеде келесі схема бойынша $A + 2B = AB_2$ жүретін реакция үшін реакция жылдамдығының теңдеуін жазыңыздар және келесі сұрақтарға жауап беріңіздер.

а) егер «А» затының концентрациясы екі есе артса, реакция жылдамдығы қалай өзгереді?

ә) «В» затының концентрациясы екі есе артса, реакция жылдамдығы қалай өзгереді?

3. Азот (II) оксиді мен оттегі әрекеттескенде азот диоксиді түзіледі:



Реакция жылдамдығы 1000 есе арту үшін қысымды неше есе арттыру қажет?

4. Температуралық коэффициент – $\gamma = 3,2$. Температура 40°C -қа артқанда химиялық реакцияның жылдамдығының константасының неше есе артатынын анықтаңыздар.

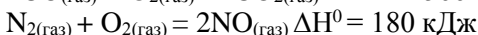
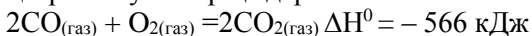
5. Температура 120°C -қа тең болғанда реакция жылдамдығының константасы – $5,88 \cdot 10^{-4}$, ал температура – 170°C -қа тең болғанда, реакция жылдамдығының константасы – $6,7 \cdot 10^{-2}$. Реакцияның температуралық коэффициентін есептеңіздер.

6. Келесі жүйедегі $H_{2(\text{газ})} + I_{2(\text{газ})} = 2HI_{(\text{газ})}$ тепе-теңдік реакцияға қатысушы заттардың концентрациялары келесі мәндерге тең кезінде орнады: $[H_2] = 0,025$ моль/л; $[I_2] = 0,005$ моль/л; $[HI] = 0,09$ моль/л; Йод және сутектің бастапқы концентрацияларын анықтаңыздар.

7. Келесі жүйедегі $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$ тепе-теңдік реакцияға қатысушы заттардың концентрациялары келесі мәндерге тең кезінде орнады: $[\text{NO}_2] = 0,006$ моль/л; $[\text{NO}] = 0,024$ моль/л. Йод және сутектің бастапқы концентрацияларын анықтаңыздар. NO_2 қосылысының бастапқы концентрациясын және реакция тепе-теңдігінің константасын анықтаңыздар.

8. Келесі реакция үшін $\text{H}_{2(\text{газ})} + \text{Br}_{2(\text{газ})} = 2\text{HBr}_{(\text{газ})}$ белгілі температурада – $K = 1$. Әрекеттесуші заттардың бастапқы мөлшерлері – $[\text{H}_2] = 3$ моль, $[\text{Br}_2] = 2$ моль. Реакциялық қоспаның тепе-теңдік кезіндегі құрамын анықтаңыздар (%).

9. Келесі тепе-теңдіктерді қарастырыңыздар және төмендегі сұрақтарға жауап беріңіздер.

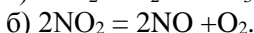
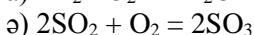
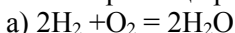


а) осы тепе-теңдіктер температура төмендегенде қандай бағытта ығысады?

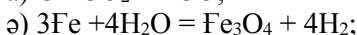
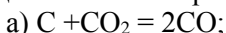
ә) осы тепе-теңдіктер қысым жоғарылағанда қандай бағытта ығысады?

10. $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$ реакциясының тепе-теңдік константасы 1-ге тең. «А» затының бастапқы концентрациясы – $[\text{A}]_0 = 0,02$ моль/л. «В» затының бастапқы концентрациясы келесі мәндерге $[\text{B}]_0 = 0,02; 0,1; 0,2$ моль/л ие болғанда, «А» затының неше пайызы өзгеріске ұшырайтынын анықтаңыздар.

11. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының тең екенін ескере отырып, келесі гомогенді жүйелер үшін тепе-теңдік константаларының өрнектерін жазыңыздар:



12. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының тең екенін ескере отырып, келесі гетерогенді жүйелер үшін тепе-теңдік константаларының өрнектерін жазыңыздар:



13. Келесі жүйеде $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$ йодсутектің бастапқы концентрациясы $0,05$ моль/л болды. Тепе-теңдік константасы – $K = 0,02$. Сутек иондарының тепе-теңдік орнаған кездегі концентрациясын есептеңіздер.

14. Келесі жүйеде $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ белгілі бір температурада – $K = 1$. CO және H_2 молекулаларының бастапқы концентрациялары 1 моль/л екенін ескере отырып, заттардың тепе-теңдік орнаған кездегі концентрацияларын есептеңіздер.

15. Келесі жүйелерде а) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$;

ә) $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$;

б) $\text{H}_2 + \text{S}_{(\text{қатты})} = \text{H}_2\text{S}$.

қысым жоғарылағанда тепе-теңдік қандай бағытта ығысатынын анықтаңыздар.

16. Келесі жүйеде $\text{CO}_{(\text{газ})} + \text{C}_{(\text{графит})} = \text{CO}_{(\text{газ})}$ әрекеттесуші заттардың концентрацияларының қандай өзгерістері тепе-теңдіктің оңға қарай ығысуына әкеледі?

17. Жабық кеңістікте келесі реакция жүреді:

$\text{AB}_{(\text{газ})} = \text{A}_{(\text{газ})} + \text{B}_{(\text{газ})}$. Реакцияның тепе-теңдік константасы – $K = 0,04$, ал «В» затының тепе-теңдік концентрациясы – 0,02 моль/л. «АВ» затының бастапқы концентрациясын және осы заттың неше пайызы ыдырағанын есептеңіздер.

18. Келесі жүйеде $\text{A}_{(\text{газ})} + \text{B}_{(\text{газ})} = \text{C}_{(\text{газ})} + \text{D}_{(\text{газ})}$ тепе-теңдік орнады. Бұл кезде $[\text{B}]_0 = 0,05$ моль/л, $[\text{C}]_0 = 0,02$ моль/л. Тепе-теңдік константасы – $K = 4 \cdot 10^{-2}$. «А» және «В» заттарының бастапқы концентрацияларын есептеңіздер.

19. Келесі жүйеде $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$ тепе-теңдік орнаған кезде N_2O_4 газының 50 % -і диссоциацияланған. Осы газдың бастапқы концентрациясы – $[\text{N}_2\text{O}_4]_0 = 0,08$ моль/л. Реакцияның тепе-теңдік константасын есептеңіздер.

20. Келесі жүйелерде тепе-теңдік орнаған:

а) $2\text{H}_{2(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{газ})} \Delta H^0 = -483,6$ кДж

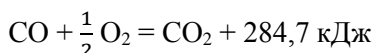
ә) $\text{CaCO}_{3(\text{қатты})} = \text{CaO}_{(\text{қатты})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} \Delta H^0 = 179$ кДж

Осы тепе-теңдіктер қысым жоғарылағанда немесе температура жоғарылағанда қалай ығысатынын анықтаңыздар.

7. ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ

ІШКІ ЭНЕРГИЯ ЖӘНЕ ЭНТАЛЬПИЯ

1. Көміртек (II) оксидінің жану реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:



4,187 кДж жылу бөліну үшін қалыпты жағдайда өлшенген көміртек (II) оксидінің жануға тиісті көлемін есептеңіздер.

2. CuCl_2 қосылысы түзілген кезде 13,4 кДж жылу бөлінеді. CuCl_2 қосылысының түзілу энтальпиясын анықтаңыздар.

3. Cu_2S қосылысының түзілу энтальпиясы 48,57 кДж екенін ескеріп, 144 грамм Cu_2S түзілгенде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

4. PCl_3 қосылысының түзілу энтальпиясы 317,8 кДж екенін ескеріп, 96 грамм PCl_3 түзілгенде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

5. PCl_3 қосылысының түзілу реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:

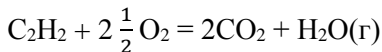


ал PCl_3 қосылысының хлормен әрекеттесу реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:



PCl_5 қосылысының түзілу энтальпиясын есептеңіздер.

6. Ацетиленнің жану реакциясы келесі теңдеу бойынша жүреді:



Реакцияның энтальпиясын және 1 м^3 C_2H_2 жанғанда бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер. Реакция қалыпты жағдайда жүргізілді.

7. Метанның жану реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:

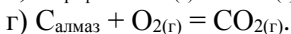
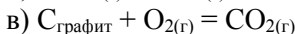
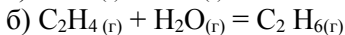
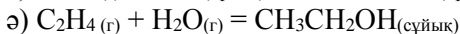
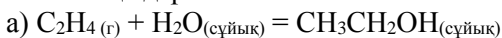


Реакцияның энтальпиясын және температура $17\text{ }^\circ\text{C}$, қысым $1,064 \cdot 10^5$ Па-ға тең болғанда 1 м^3 метан жанған кезде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

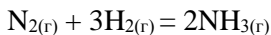
8. Кремний диоксидінің түзілу энтальпиясы $872,2$ кДж. Төменде келтірілген реакция бойынша магний оксидінің түзілу энтальпиясын есептеңіздер:



9. Келесі реакциялар үшін стандартты энтальпиялардың мәндерін есептеңіздер:



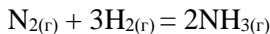
10. Температура жоғарылаған кезде келесі тепе-теңдік үшін ΔG мәні қалай өзгередінін анықтаңыздар:



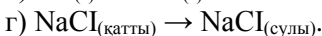
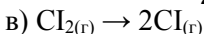
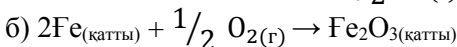
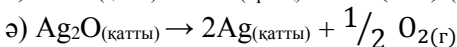
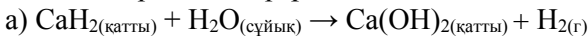
ΔH^0 және ΔS температураға байланысты өзгермейтінін ескеріп, температура $500\text{ }^\circ\text{C}$ -қа тең болған кездегі ΔG мәнін есептеңіздер.

11. Азот және сутектен аммиакты синтездеу реакциясы үшін ΔS^0 мәнін есептеңіздер.

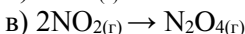
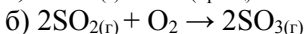
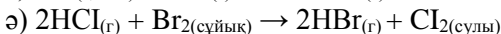
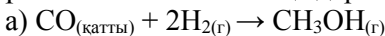
12. Температура $298\text{ }^\circ\text{C}$ -қа тең болған кезде келесі тепе-теңдік үшін ΔG мәнін есептеңіздер:



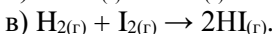
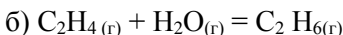
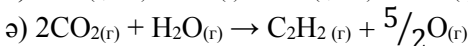
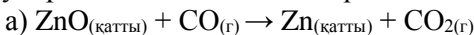
13. Келесі реакциялар үшін ΔS^0 мәнін есептеңіздер:



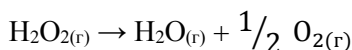
14. Анықтамадағы S^0 мәндерін пайдаланып, келесі реакциялар үшін ΔS^0 мәнін есептеңіздер:



15. Анықтамадағы қосылыстардың түзілуінің (Гиббс энергияларының) ΔG^0 мәндерін пайдаланып, келесі реакциялар үшін ΔG_{298}^0 мәндерін есептеңіздер және әрбір үдерістің өз еркімен жүру мүмкіндігін анықтаңыздар:



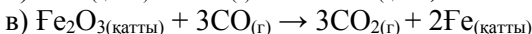
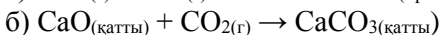
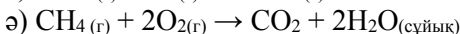
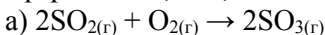
16. Келесі реакция үшін:



стандарттық энтальпия және стандарттық энтропия мәндері, сәйкесінше, $\Delta H_{298}^0 = -106$ кДж және $\Delta S_{298}^0 = +58$ Дж/К.

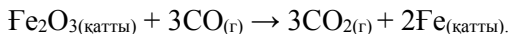
Осы реакция үшін ΔG_{298}^0 есептеңіздер.

17. Анықтамалардағы деректерді пайдаланып, келесі реакциялар үшін ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 есептеңіздер:



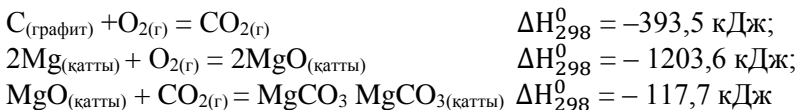
Әрбір реакция үшін $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ теңдеуі сақталатынын көрсетіңіздер.

18. Металлургияда темір оксидінен темір алу үшін келесі реакция қолданылады:

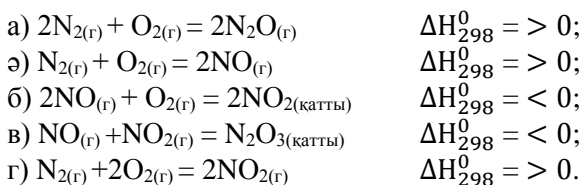


Стандартты жағдайда қандай температурада осы реакция өз еркімен жүретінін анықтаңыздар.

19. Төменде келтірілген деректерді пайдаланып, MgCO_3 қосылысы үшін температура 298 К тең болғанда түзілу энтальпиясын (ΔH_{298}^0) анықтаңыздар:



20. Келесі реакциялардың ішінде қайсысы өз еркімен стандарттық жағдайда жүруі мүмкін екенін анықтаңыздар:



8. ЕРІТІНДІЛЕР

ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ

1. 1 литр суда 20 грамм фосфор ангидридi ерiтiлген. Түзiлген ерiтiндiдегi фосфор қышқылының массалық үлесiн анықтаңыздар.

2. Азот қышқылының ерiтiндiсiнiң массалық үлесi 65 %-тi құрайды. Ерiтiндi тығыздығы – $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$, көлемi – 1 литр. Азот қышқылының 30 %-тiк ерiтiндiсiн алу үшiн осы ерiтiндiге неше мл су қосу қажет екенiн есептеңiздер.

3. Сулы ерiтiндiнiң құрамында 10 % сусыз сода ерiтiлген. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ формуласына сәйкес кристалдық содаға есептегенде осы ерiтiндiдегi ерiген заттың массалық үлесi (%) қандай болатынын анықтаңыздар.

4. Массалық үлесi 44 %, тығыздығы 1,34 г/мл күкiрт қышқылы берiлген. Күкiрт қышқылының эквиваленттiк концентрациясы 2,5 моль/л, көлемi 500 мл ерiтiндi дайындау үшiн берiлген ерiтiндiнiң қандай көлемiн алу керек екенiн есептеңiздер.

5. Массалық үлесi 60 %, тығыздығы 1,37 г/мл азот қышқылы берiлген. Азот қышқылының эквиваленттiк концентрациясы 1,5 моль/л, көлемi 300 мл ерiтiндi дайындау үшiн берiлген ерiтiндiнiң қандай көлемiн алу керек екенiн есептеңiздер.

6. Массалық үлесi 24 %, тығыздығы 1,12 г/мл тұз қышқылы берiлген. Тұз қышқылының молярлық концентрациясы 0,5 моль/л, көлемi 250 мл ерiтiндi дайындау үшiн берiлген ерiтiндiнiң қандай көлемiн алу керек екенiн есептеңiздер.

7. Массалық үлесi 28 %, тығыздығы 1,0388 г/мл сiрке қышқылы берiлген. Сiрке қышқылының молярлық концентрациясы 1,5 моль/л, көлемi 200 мл ерiтiндi дайындау үшiн берiлген ерiтiндiнiң қандай көлемiн алу керек екенiн есептеңiздер.

8. Натрий хлоридінің 25 %-тік ерітіндісінің 300 мл-ін дайындау үшін алынатын тұздың массасын және қосылатын судың көлемін есептеңіздер.

9. 2 молярлы калий гидроксидінің 250 мл-ін дайындау үшін алынатын гидроксидтің массасын есептеңіздер.

10. Эквиваленттік концентрациясы 3,5 моль/л-ге тең BaCl_2 (3,5 н BaCl_2) ерітіндісінің 200 мл-ін дайындау үшін алынатын барий хлоридінің массасын есептеңіздер.

11. Эквиваленттік концентрациясы 2,5 моль/л-ге тең күкірт қышқылы ерітіндісінің (2,5н H_2SO_4) 500 мл-ін дайындау үшін тығыздығы ($\rho = 1,808$ г/мл), массалық үлесі 88 %-ке тең күкірт қышқылының қандай көлемі алынатынын есептеңіздер.

12. Натрий нитритінің 20 грамы 60 грамм суда ерітілді. Түзілген ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесін есептеңіздер.

13. Натрий хлоридінің 2 %-тік ерітіндісінің 500 грамына осы тұздың 100 грамы қосылды. Түзілген ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесін анықтаңыздар.

14. Натрий хлоридінің 15 %-тік ерітіндісін алу үшін оның массалық үлесі 3 тең ерітіндісінің 5 кг-нан судың қандай көлемін буландырып, азайту қажет екенін есептеңіздер.

15. Массалық үлесі 2 %-ке тең натрий карбонатының 350 грамм ерітіндісін дайындау үшін $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ кристаллогидратының неше грамын алу қажет екенін есептеңіздер.

16. 0,25 литр ерітіндіде 17 грамм мырыш хлориді ерітілген. Еріген заттың молярлық және эквиваленттік концентрациясын есептеңіздер.

17. Хлорсутек қышқылы ерітіндісінің 50 мл-ін нейтралдау үшін эквиваленттік концентрациясы 0,5 моль/л-ге тең калий гидроксиді ерітіндісінің 8 мл-і жұмсалды. HCl ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясын анықтаңыздар.

18. Калий гидроксидінің 20 %-тік ерітіндісінің 50 грамы азот қышқылының 2 молярлы ерітіндісінің 50 мл-імен араластырылды. Түзілген ерітіндідегі орта рН-ы қандай болатынын анықтаңыздар.

19. 260 грамм суда 40 грамм калий гидроксиді ерітілген. Еріген заттың массалық үлесін, эквиваленттік концентрациясын, молярлық концентрациясын есептеңіздер.

20. 20 %-тік HCl ($\rho = 1,1$ г/мл) ерітіндісінің 10 мл-ін және 20 %-тік H₂SO₄ ($\rho = 1,143$ г/мл) ерітіндісінің 10 мл-ін нейтралдау үшін қажет 0,1М калий гидроксидінің көлемін есептеңіздер.

21. 350 грамм суда 32 грамм калий сульфаты ерітілген. Еріген заттың (калий сульфатының) массалық үлесін анықтаңыздар.

22. 8 %-тік (масса бойынша) натрий сульфитінің 5 литр ерітіндісін дайындау үшін (тығыздығы – $\rho = 1,075$ г/мл) осы тұздың қандай массасын алу қажет?

23. Күкірт қышқылының 50 %-тік (масса бойынша) ерітіндісінің 400 грамын қыздырып, буландырғанда ерітінді массасы 100 граммға азайды (судың буланып ұшып кетуіне байланысты). Буландырылғаннан кейінгі ерітіндідегі күкірт қышқылының массалық үлесін есептеңіздер.

24. 25 %-тік (масса бойынша) ерітіндінің 1 мл-інде 0,442 г. еріген зат бар. Осы ерітіндінің тығыздығын есептеңіздер.

25. Температура 25 °С-қа тең болғанда натрий хлоридінің ерігіштігі – 36,0 г. (100 грамм суда). Осы тұздың қаныққан ерітіндісіндегі массалық үлесін есептеңіздер.

26. Тұз қышқылының 20 %-тік (масса бойынша) ерітіндісін дайындау үшін газ күйінде алынған хлорсутек газының 65,2 литрін (газ көлемі қалыпты жағдайда өлшенген) неше мл суда еріту қажет екенін есептеңіздер.

27. 32 %-тік (масса бойынша) азот қышқылының тығыздығы – $\rho = 1,20$ г/мл. Осы ерітіндінің 200 мл-не 0,5 мл су қосқанда түзілген ерітіндідегі азот қышқылының массалық үлесін есептеңіздер.

28. 35 %-тік (масса бойынша) ерітіндінің (I ерітінді) 250 грамын және 22 %-тік (масса бойынша) ерітіндінің (II ерітінді) 160 грамын қосып араластырды. Түзілген ерітіндідегі (III ерітінді) еріген заттың массалық үлесін есептеңіздер.

29. 20 %-тік (масса бойынша) күкірт қышқылының ерітіндісінің тығыздығы – $\rho = 1,14$ г/мл. Осы ерітіндіден 5 %-тік (масса бойынша) ерітінді алу үшін оның 80 мл-не неше мл су қосу керек екенін есептеңіздер.

30. 1 литр ерітіндінің құрамында (тығыздығы – $\rho = 1,14$ г/мл) 224 г HNO₃ бар. Ерітіндідегі азот қышқылының массалық үлесін есептеңіздер.

31. 26 %-тік (масса бойынша) калий гидроксиді ерітіндісінің тығыздығы – $\rho = 1,24$ г/мл. Осы ерітіндінің 6 литрінде неше моль КОН ерігенін есептеңіздер.

32. 15 %-тік (масса бойынша) $MgSO_4$ ерітіндісін дайындау үшін 250 грамм $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ алынды. Түзілген ерітіндінің массасын есептеңіздер.

33. 400 грамм суда 50 грамм $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ерітілген. Түзілген ерітіндідегі $CuSO_4$ тұзының массалық үлесін есептеңіздер.

34. $CuSO_4$ тұзының 22 %-тік (масса бойынша) ерітіндісін дайындау үшін $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ тұзының 25 грамын неше мл суда еріту керек екенін есептеңіздер.

35. $AgNO_3$ 3 %-тік (масса бойынша) ерітіндісі NaI ерітіндісінің артық мөлшерімен әрекеттескенде 12,35 грамм күміс иодиді түзілді. Реакцияға түскен күміс нитраты ерітіндісінің массасы қандай екенін есептеңіздер.

36. 24 %-тік (масса бойынша) NH_4OH ерітіндісін алу үшін 12 %-тік (масса бойынша) NH_4OH ерітіндісінің 250 грамында қалыпты жағдайда өлшенген NH_3 газының қандай көлемін еріту керек екенін есептеңіздер.

37. 20 %-тік (масса бойынша) күкірт қышқылының ерітіндісін алу үшін 400 грамм суда қалыпты жағдайда өлшенген SO_3 газының қандай көлемін еріту керек екенін есептеңіздер.

38. Na_2SO_3 тұзының 2,5 М ерітіндісінің 500 мл-ін дайындау үшін қажет болатын құрғақ натрий сульфитінің массасын есептеңіздер.

39. $NaNO_3$ тұзының 1,5 М ерітіндісінің 300 мл-ін дайындау үшін қажет болатын құрғақ натрий нитратының массасын есептеңіздер.

40. Na_2CO_3 ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы – 0,25 моль/л. Осы ерітіндінің 500 мл-інде неше грамм натрий карбонаты бар екенін есептеңіздер.

41. $CuSO_4$ ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы – 0,1 моль/л. Осы ерітіндінің қандай көлемінде 12 грамм $CuSO_4$ бар екенін есептеңіздер.

42. 35 %-тік (масса бойынша) $NaOH$ ерітіндісінің ($\rho = 1,38$ г/мл) 80 мл-інен неше литр 2,5 %-тік (масса бойынша) $NaOH$ ерітіндісін ($\rho = 1,03$ г/мл) алуға болатынын есептеңіздер.

43. 40 %-тік (масса бойынша) H_3PO_4 ерітіндісінің ($\rho = 1,26$ г/мл) 200 мл-і 27 %-тік (масса бойынша) KOH ерітіндісімен ($\rho = 1,25$ г/мл) әрекеттескенде калий гидроортофосфаты түзіледі. Осы реакцияға жұмсалатын KOH ерітіндісінің көлемін есептеңіздер.

44. 84,5 %-тік (масса бойынша) H_2SO_4 ерітіндісінің ($\rho = 1,78$ г/мл) 700 мл-іне 42 %-тік (масса бойынша) NaOH ерітіндісінің ($\rho = 1,45$ г/мл) 1200 мл-і қосылды. Осы қоспаны нейтралдау үшін 35 %-тік (масса бойынша) KOH ерітіндісінің ($\rho = 1,35$ г/мл) қандай көлемін қосу қажет екенін есептеңіздер.

45. 36,5 %-тік (масса бойынша) HCl ерітіндісінің ($\rho = 1,18$ г/мл) эквиваленттік концентрациясын есептеңіздер.

46. FeCl_3 ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы – 0,5 моль/л. Осы ерітіндінің 100 мл-інен темір иондарын толық $\text{Fe}(\text{OH})_3$ түрінде тұндыру үшін эквиваленттік концентрациясы 0,2 моль/л-ге тең сілті ерітіндісінің қандай көлемін қосу керек екенін есептеңіздер.

47. CaCl_2 ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы – 0,5 моль/л. Осы ерітіндінің 400 мл-іне сода ерітіндісінің артық мөлшерін қосқанда түзілетін CaCO_3 тұнбасының массасын есептеңіздер.

48. 9 %-тік (масса бойынша) сахароза - $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ – ерітіндісінің тығыздығы – $\rho = 1,035$ г/мл. Сахарозаның молярлық концентрациясын, моляльдық концентрациясын және г/л-мен өлшенген концентрациясын анықтаңыздар.

49. 1 кг суда 666 г KOH ерітілген. Осы ерітіндінің тығыздығы – $\rho = 1,395$ г/мл. Ерітіндінің эквиваленттік концентрациясын, молярлық концентрациясын және моляльдық концентрациясын анықтаңыздар.

50. Эквиваленттік концентрациясы 0,5 моль/л күкірт қышқылының 500 мл-ін дайындау үшін эквиваленттік концентрациясы 2 моль/л-ге тең күкірт қышқылының қандай көлемін алу қажет екенін анықтаңыздар.

СҰЙЫТЫЛҒАН ЭЛЕКТРОЛИТ ЕМЕС ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

1. 40 грамм бензолда 0,324 грамм күкірт ерітілген, осы ерітіндінің қайнау температурасы таза бензолдың қайнау температурасынан $0,081$ °C-қа жоғары. Бензолдың эбуллиоскопиялық

тұрақтысы $E = 2,57$ екенін ескеріп, еріген заттың молекулалық массасын анықтаңыздар.

2. 400 грамм суда 20 грамм сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасын анықтаңыздар.

3. Белгісіз заттың 0,052 грамы 26 грамм бензолда ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасы таза бензолдың қату температурасынан $0,065$ °C-қа төмен. Бензолдың криоскопиялық тұрақтысы $K = 5,1$ екенін ескеріп, еріген заттың молярлық массасын есептеңіздер.

4. 1 грамм нитробензол ($C_6H_5NO_2$) 10 грамм бензолда ерітілген. Таза бензолдың қату температурасы 6 °C және криоскопиялық тұрақтысы $K = 5,1$ екенін ескеріп, түзілген ерітіндінің қату температурасын анықтаңыздар.

5. $t = 0$ °C болғанда қант ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ерітіндісінің осмос қысымы – 3,5 атм. Ерітіндінің 1 литрінде еріген қанттың массасын есептеңіздер.

6. $t = 27$ °C болғанда 2 литр ерітіндіде 90 грамм глюкоза ерітілген. Ерітіндінің осмос қысымын есептеңіздер.

7. 100 мл ерітіндіде 2,30 грамм белгісіз зат ерітілген. Температура 298 K болғанда бұл ерітіндінің осмос қысымы – 486,8 кПа. Еріген заттың молярлық массасын есептеңіздер.

8. $t = 65$ °C болғанда 90 грамм суда 13,68 грамм сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ерітілген. Осы температурада су буының қысымы 25,0 кПа (187,5 мм с.б.б) екенін ескеріп, түзілген ерітіндінің буының қысымын есептеңіздер.

9. $t = 100$ °C болғанда 10 %-тік карбамид ерітіндісінің қаныққан буының қысымын есептеңіздер.

10. Температура 315 K болғанда судың қаныққан буының қысымы – 8,2 кПа (61,5 мм с.б.б.). Осы температурада 540 грамм суда 36 грамм глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) еріткен кезде ерітіндінің қаныққан буының қысымы неше кПа-ға төмендейтінін есептеңіздер.

11. 400 грамм диэтил эфирінде (C_2H_5)₂O – 13,0 грамм электролит емес зат ерітілгенде, температура 0,453 K-ға жоғарылады. Еріген заттың молярлық массасын есептеңіздер.

12. 200 грамм суда 9,14 грамм сахароза ерітілген. Судың қаныққан буының қысымы (293 K) 2,337 кПа (17,53 мм с.б.б.) екенін ескеріп, осы ерітіндінің осмос қысымын (293 K), қату температурасын, қайнау температурасын, қаныққан буының қысы-

мын (293 К) есептеңіздер. Ерітінді тығыздығын судың тығыздығына тең деп қабылдауға болады.

13. Сахарозаның судағы ерітіндісінің қайнау температурасы – 102,1 °С. Ерітіндідегі сахарозаның молярлық концентрациясын, массалық үлесін және ерітіндінің қату температурасын есептеңіздер.

14. $t = 25\text{ °C}$ болғанда 5,6 грамм электролит емес жоғары молекулалы қосылыс 400 мл суда ерітілген. Осы ерітіндінің осмос қысымы – 0,70 кПа. Еріген заттың молярлық массасын анықтаңыздар.

15. $t = 25\text{ °C}$ болғанда белгісіз заттың ерітіндісінің осмос қысымы 1,56 кПа-ға тең болды. $t = 10\text{ °C}$ болғанда осы ерітіндінің осмос қысымы қандай болатынын есептеңіздер.

16. 22 г сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 380 г суда ерітілген, температурасы – 293К. Осы ерітіндінің осмос қысымын анықтаңыздар. Ерітінді тығыздығын 1-ге тең деп есептеу қажет.

17. Сахарозаның ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0,5 М ерітіндісінің 100 мл-іне 300 мл су қосылды. Температурасы – 25 °С. Түзілген ерітіндінің осмос қысымын есептеңіздер.

18. 0,5М глюкоза ($C_{12}H_{22}O_6$) ерітіндісінің осмос қысымын есептеңіздер. Температурасы 25 °С.

19. Құрамында 5,6 г жоғары молекулалы қосылыс бар 400 мл ерітіндінің осмос қысымы –1,4 кПа. Температурасы – 25 °С. Еріген заттың молярлық массасын анықтаңыздар.

20. Электролит емес ерітіндінің осмос қысымы – 243,4 кПа. Температурасы – 20 °С. Осы ерітіндінің 1 литрін екінші электролит емес ерітіндінің 3 литрімен араластырды. Екінші ерітіндінің осмос қысымы – 486,8 кПа. Түзілген ерітіндінің осмос қысымын есептеңіздер.

21. Температура 65 °С-қа тең болғанда су бетіндегі қаныққан будың қысымы – 25,0 кПа (187,5 мм с.б.б.). Осы температурада 36 г глюкозаны ($C_{12}H_{22}O_6$) 540 г суда еріту нәтижесінде түзілген ерітіндінің бетіндегі қаныққан будың қысымын анықтаңыздар.

22. Температура 315К болғанда су бетіндегі қаныққан будың қысымы – 8,2 кПа (61,5 мм с.б.б.). Осы температурада 27,36 г сахарозаны ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 90 грамм суда еріту нәтижесінде түзілген ерітіндінің бетіндегі қаныққан будың қысымын анықтаңыздар.

23. Температура 293К болғанда су бетіндегі қаныққан будың қысымы – 2,34 кПа (17,53 мм с.б.б.). Осы температурада су буының қысымын 133,3 кПа-ға (1 мм с.б.б.) төмендету үшін 180 г суда неше грамм глицерин $C_3H_5(OH)_3$ еріту қажет екенін есептеңіздер.

24. 100 г суда 18 г глюкозаны ($C_{12}H_{22}O_6$) еріткенде судың қайнау температурасы неше градусқа жоғарылайтынын анықтаңыздар.

25. 55 %-тік (масса бойынша) сахарозаның ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ерітіндісінің қайнау температурасын жуық шамамен анықтаңыздар.

26. Судың қайнау температурасын 1 градусқа жоғарылату үшін және қату температурасын 1 градусқа төмендету үшін 100 г суда неше грамм сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) еріту қажет екенін анықтаңыздар.

27. 40 %-тік (масса бойынша) этил спиртінің (C_2H_5OH) ерітіндісінің қату температурасын есептеңіздер.

28. Автомобиль радиаторына 9 литр су құйып 2 литр метил спиртін (тығыздығы – $\rho = 0,8$ г/мл) қосқан. Осы қоспаның қату температурасын анықтаңыздар, демек, радиатордағы су қатпайтын ең төмен температура қандай болуы тиіс деген сұраққа жауап беріңіздер.

29. Белгілі бір заттың 5 грамын 200 г суда еріткенде ток өткізбейтін ерітінді түзілді, бұл ерітіндінің қату температурасы – «минус» $1,45^\circ C$. Еріген заттың молярлық массасын есептеңіздер.

30. Электролит емес қосылыстың 13 грамын 400 грамм диэтил эфирінде (C_2H_5)₂O еріткенде қайнау температурасы Кельвин бойынша 0,453 градусқа (0,453К) артты. Еріген заттың молекулалық массасын есептеңіздер.

9. ЭЛЕКТРОЛИТТЕР

1. Келесі әлсіз электролиттердің сатылап диссоциацияланатынын көрсетіп, теңдеулерін жазыңыздар:

а) күкіртсутек қышқылы; ә) бор қышқылы (H_3BO_3); б) темір (III) гидроксиді; в) никель (II) гидроксиді.

2. Күкіртті қышқылдың диссоциациясының 1-сатысында диссоциациялану дәрежесі 20 %-ке тең екенін ескеріп, осы қышқылдың 0,05 молярлы ерітіндісіндегі сутек иондарының концентрациясын (моль/л) есептеңіздер.

3. Аммоний гидроксидінің 0,02 молярлы ерітіндісінің электролиттік диссоциациясының дәрежесін есептеңіздер. $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $K_{\text{дисс.}}(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

4. Селенді қышқылдың (H_2SeO_3) диссоциациялану константасы – $K_{\text{дисс.}(1)} = 3,5 \cdot 10^{-3}$, осы қышқылдың концентрациясы 0,001 моль/л-ге тең болған кездегі диссоциациялану дәрежесін есептеңіздер.

5. Құмырсқа қышқылының 0,2 н ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесі – 0,03. Қышқылдың диссоциациялану константасын және рК мәнін анықтаңыздар.

6. 0,3 н HClO қышқылының диссоциациялану дәрежесін анықтаңыздар.

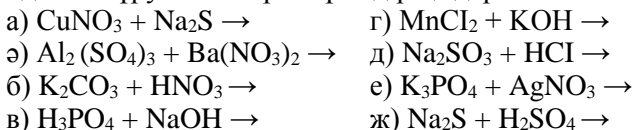
7. Калий гидроксидінің 4,2 грамы 500 грамм суда ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасы «минус» $0,519\text{ }^\circ\text{C}$ -қа тең. Ерітіндінің изотондық коэффициентін есептеңіздер.

8. Күкіртті қышқылдың (H_2SO_3) диссоциациялану константасы – $K_{\text{дисс.}(1)} = 1,6 \cdot 10^{-2}$. Осы қышқылдың 0,02 М ерітіндісіндегі сутек иондарының концентрациясын есептеңіздер. Қышқылдың екінші сатыдағы диссоциациялану константасын ескермейміз.

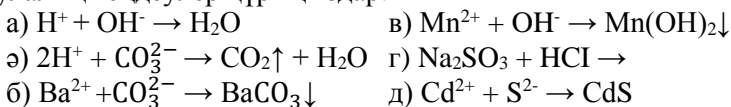
9. 400 грамм суда 1,06 грамм натрий карбонаты ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасы – «минус» $0,13\text{ }^\circ\text{C}$. Тұздың диссоциациялану дәрежесін есептеңіздер.

10. Судың бірдей мөлшерінде бірінші жағдайда 0,5 моль қант, ал екінші жағдайда – 0,2 моль кальций хлориді ерітілген. Екі ерітіндінің қату температуралары бірдей. Кальций хлоридінің диссоциациялану дәрежесін анықтаңыздар.

11. Келесі реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын құрыңыздар және осы реакциялардың аяғына дейін жүру себептерін түсіндіріңіздер:



12. Келесі молекулалық-иондық теңдеулердің негізінде молекулалық теңдеулер құрыңыздар:



13. Ерітіндінің сутектік көрсеткіші – $\text{pH}=7,6 \cdot 10^{-3}$, осы ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясын есептеңіздер.

14. Берілген ерітінділердегі сутек иондарының концентрациясы, моль/л:

$1 \cdot 10^{-7}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-8}$. Осы ерітінділердің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер.

15. Ерітіндідегі гидроксил (OH^-) иондарының концентрациясы, моль/л: $2,6 \cdot 10^{-5}$, $5,1 \cdot 10^{-2}$, $8,3 \cdot 10^{-9}$. Осы ерітінділердің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер.

16. Сірке қышқылының концентрациясы – 0,01 моль/л, диссоциациялану дәрежесі – $\alpha = 0,042$. Ерітіндінің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер.

17. Келесі әлсіз электролиттер ерітінділерінің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер:

а) 0,03 М CH_3COOH ; ә) 0,01 М NH_4OH ; б) 0,15 М HCN ;
в) 0,05 М HCOOH .

18. Құрамында 0,1 моль/л натрий ацетаты бар 0,1 М сірке қышқылы ерітіндісінің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер. Иондардың активтілік коэффициенттерін 1-ге тең деп қабылдаңыздар.

19. $t = 25^\circ\text{C}$ болғанда күміс бромидінің (AgBr) ерігіштік көбейтіндісі – $\text{EK} = 6 \cdot 10^{-7}$. Осы тұздың қаныққан ерітіндісіндегі концентрациясын есептеңіздер.

20. $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ болғанда барий хроматының (BaCrO_4) ерігіштік көбейтіндісі – $\text{EK} = 1,6 \cdot 10^{-10}$. Осы тұздың қаныққан гидроксидінің ерітіндісіндегі барий және хромат-иондарының концентрацияларын есептеңіздер.

21. $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ болғанда кадмий гидроксидінің ерігіштік көбейтіндісі – $\text{EK} = 2 \cdot 10^{-14}$. Кадмий гидроксидінің ерігіштігін (г/л) есептеңіздер.

22. 0,02 н SrCl_2 тұзының 5 мл-іне 5 мл гипс суын қосқанда тұнба түзілу мүмкіндігін анықтаңыздар.

23. Күміс нитратының 0,02 М ерітіндісінің белгілі көлеміне 1 н H_2SO_4 ерітіндісінің тең көлемін қосқанда күміс сульфатының тұнбаға түсу мүмкіндігін анықтаңыздар.

24. Кальций фосфатының ерігіштік көбейтіндісі – $\text{EK} = 1 \cdot 10^{-29}$. Осы тұздың қаныққан ерітіндісінің 200 мл-індегі $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ тұзының массасын есептеңіздер.

25. Натрий сульфатының 0,02 М ерітіндісіндегі Na^+ және SO_4^{2-} -иондарының активтілігін есептеңіздер.

26. Барий хлоридінің 0,001 н ерітіндісіндегі Ba^{2+} және Cl^- -иондарының активтілігін есептеңіздер.

27. Ерітінді құрамында 0,02 моль/л кальций нитраты және 0,02 моль/л кальций хлориді бар. Ерітіндідегі иондардың активтіліктерін және ерітіндінің иондық күшін есептеңіздер.

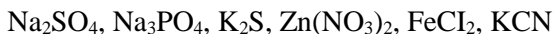
28. Берілген ерітіндінің иондық күші – 0,0001. Осы ерітінді құрамындағы келесі иондардың активтілік коэффициенттерінің мәндерін жуық шамамен анықтаңыздар: Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$.

29. Құрамында 0,001 н HCl және 0,20 моль/л KCl бар ерітіндідегі сутек иондарының активтілігін есептеңіздер.

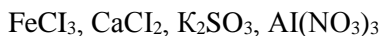
30. Барий хлоридінің 0,2 %-тік ерітіндісінің иондық күшін және ерітіндідегі иондардың активтілігін есептеңіздер. Ерітіндінің тығыздығын 1-ге тең деп қабылдаңыздар.

10. ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗИ

Келесі тұздардың ішінде қайсысы гидролизге ұшырайтынын көрсетіңіздер, сонымен қатар гидролиздің молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.



1. Келесі тұздардың сулы ерітінділерінің орта реакциялары (рН) қандай болатынын көрсетіңіздер.



Гидролиз реакцияларының молекулалық және молекулалық-иондық реакциялар теңдеулерін жазыңыздар және түсіндіріңіздер.

2. Аммоний сульфаты, хром (III) нитраты, натрий силикаты, натрий сульфиті, никель (II) хлориді тұздарының гидролизінің молекулалық және молекулалық-иондық реакциялар теңдеулерін жазыңыздар және орта рН-ының мәні қандай болатынын көрсетіңіздер (рН > 7 немесе рН < 7).

3. Хром (III) сульфидінің толық гидролизінің реакциясын жазыңыздар.

4. Калий карбонаты және хром (III) нитраты ерітінділерін араластырған кезде хром (III) гидроксиді түзіледі. Осы құбылысты түсіндіріңіздер, сонымен қатар гидролиздің молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.

5. Натрий сульфаты және барий хлориді ерітінділерін араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.

6. Мырыш нитраты және натрий гидроксиді ерітінділерін араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.

7. CH_3COOK , Al_2S_3 , ZnCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, CrCl_3 тұздарының гидролизінің молекулалық және молекулалық-иондық теңдеулерін жазыңыздар.

8. Натрий фторидінің 0,02 М ерітіндісі үшін гидролиз константасын, гидролиздену дәрежесін және рН-ын есептеңіздер.

9. Аммоний хлоридінің 0,005 М ерітіндісі үшін гидролиз константасын, гидролиздену дәрежесін және рН-ын есептеңіздер.

10. Na_2CO_3 тұзының гидролизінің тек бірінші сатысын жазып, осы тұздың 0,02 н ерітіндісі үшін рН мәнін есептеңіздер

11. Натрий цианидінің 0,1 М және 0,001 М ерітінділері үшін гидролиздену дәрежелерін салыстырыңыздар.

12. Келесі қосылыстардың ерітінділерінің немесе элементтердің қайсысын қосқан кезде FeCl_3 тұзының гидролизі күшейе түседі: HCl , NaOH , ZnCl_2 , Na_2CO_3 , NH_4Cl , Zn , H_2O ? Жауаптарыңызды реакциялар жазып дәлелденіңіздер.

13. CuSO_4 ерітіндісін дайындаған кезде күкірт қышқылын қосудың себебін түсндіріңіздер.

14. CuSO_4 және Na_2CO_3 ерітінділерін араластырғанда жүретін гидролиз реакцияларының теңдеулерін жазыңыздар. Гидролиз соңында қандай өнімдер алынатынын көрсетіңіздер.

11. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

1. Келесі жартылай реакциялардың екі бөлігінде заряд тең болу үшін қажеттілігіне қарай электрон (e^-) қосыңыздар және әрбір аяқталған жартылай реакцияның тотығу немесе тотықсыздану реакциясы екенін көрсетіңіздер.

- а) $K \rightarrow K^+$;
- ә) $H_2 \rightarrow 2H^+$;
- б) $O \rightarrow O^{2-}$;
- в) $Cr \rightarrow Cr^{3+}$;
- г) $Ni^{3+} \rightarrow Ni$;
- д) $Cd \rightarrow Cd^{2+}$;
- е) $Se \rightarrow Se^{2-}$.

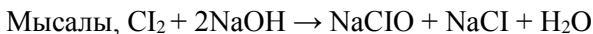
2. Келесі мысалдардағы элементтердің тотығу дәрежелерін жазыңыздар:

Ag^+ , Br_2 , $AgCl$, BaS , $CaCl_2$, Al_2O_3 , SO_4^{2-} , NO_3^- , PCl_3 , PCl_5 , PO_4^{3-} , $KMnO_4$, H_2SeO_4 , $HClO_3$, $HClO_3$, $BaCl_2$, $KBrO_3$, H_2S , H_2SO_3 , CO_2 .

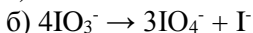
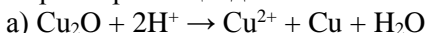
3. Төменде келтірілген галогендердің қатысуымен жүретін реакциялардың барлығы тотығу-тотықсыздану реакциялары. Әрбір реакциядағы тотықтырғышты және тотықсыздандырғышты анықтаңыздар, сонымен қатар элементтердің реакцияға дейінгі және реакциядан кейінгі тотығу дәрежелерін анықтаңыздар:

- а) $Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2$;
- ә) $2Fe + Cl_2 \rightarrow FeCl_2$;
- б) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$;
- в) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$;
- г) $Cl_2 + KI \rightarrow KCl + I_2$;
- д) $2H_2O + 2F_2 \rightarrow 4HF + O_2$.

4. Кейбір тотығу-тотықсыздану реакцияларында бір элемент әрі тотығады, әрі тотықсызданады.



Бұл реакцияда хлордың тотығу дәрежесі екі түрлі болып өзгерді: +1 және -1, демек, хлордың бір атомы тотықты, бір атомы тотықсызданды. Оттектің тотығу дәрежесі өзгерген жоқ. Су-тектің тотығу дәрежесі өзгерген жоқ. Осы мысалға сүйеніп, келесі реакциялардағы элементтердің реакцияға дейінгі және реакциядан кейінгі тотығу дәрежелерін анықтаңыздар және әрбір элементтің тотыққанын немесе тотықсызданғанын анықтаңыздар. Қандай элементтер әрі тотықты, әрі тотықсызданды? Қандай элементтер өзгеріссіз қалды?



5. Тотығу дәрежелерінің мәндерін пайдаланып, келесі иондар мен қосылыстарды атаңыздар:

SnO ; Cu_2O ; SO_4^{2-} ; SnO_2 ; $\text{Mn}(\text{OH})_2$; MnO_4^- ; FeCl_2 ; NO_3^- ; CrO_4^{2-} ; FeCl_3 ; VO_3^- ; SO_3^{2-} ; $\text{Fe}(\text{OH})_2$; CaCl_2 ; PbCl_4 .

6. Әрбір жағдайда теріс зарядты ионның заряды «минус» 1(-1) екенін ескеріп, келесі қосылыстардың формулаларын жазыңыздар.

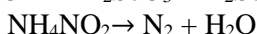
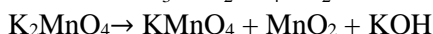
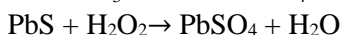
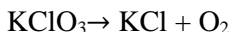
Калий хлораты (III);

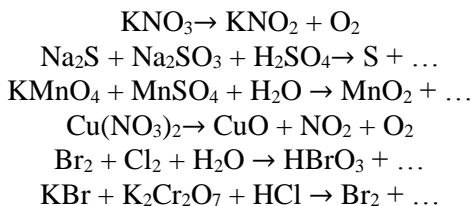
Натрий хлораты (V);

Темір (III) гидроксиді;

Мыс (II) нитраты (V).

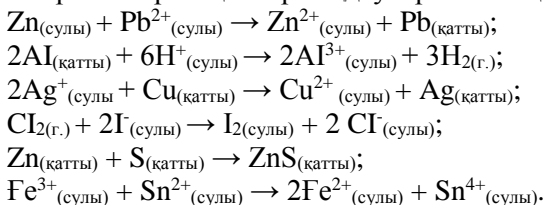
7. Төмендегі реакциялар теңдеулерін аяқтаңыздар, коэффициенттерін қойыңыздар; олардың ішіндегі диспропорциялану, молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздану және компропорциялану реакцияларын көрсетіңіздер.



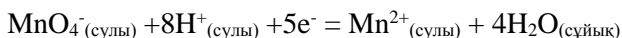


ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОДТЫҚ ПОТЕНЦИАЛДАР

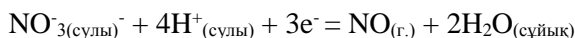
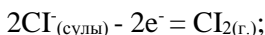
1. Келесі келтірілген әрбір тотығу-тотықсыздану реакциясы үшін жартылай реакциялар теңдеулерін жазыңыздар:



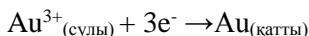
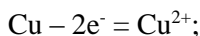
2. Келесі жартылай реакцияларды қосып, тотығу-тотықсыздану реакцияларының толық теңдеулерін жазыңыздар:



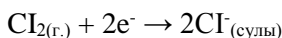
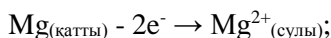
және



және



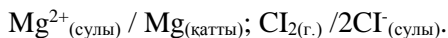
және



және



3. Келесі гальваникалық жұптарды тотығу немесе тотықсыздану реакциялары ретінде жазыңыздар, содан кейін оларды қосып, толық теңдеулерін жазыңыздар және стандартты электродтық потенциалдардың кестесін пайдаланып, ТТР үшін электр химиялық потенциалдарды есептеңіздер.



4. Электр химиялық ұяшық келесі екі жартылай элементтен құрылған:



$E^0_{(\text{ұяшық})} = + 2,23 \text{ В}$, ал қорғасын ұяшықтың оң зарядты полюсі болып табылады. Қорғасынды жартылай элементтің стандартты электродтық потенциалын есептеңіздер.

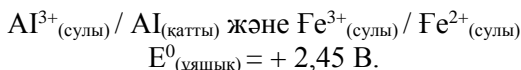
5. Стандартты кадмий жартылай элементінен және стандартты мыс жартылай элементінен құрылған ұяшықтың кернеуі $0,74 \text{ В}$. Мыс жартылай элементі оң полюсті болып табылады. Кадмий жартылай элементінің электродтық потенциалы қандай?

6. Электр химиялық ұяшық келесі жартылай элементтерден құрылған:



$E^0_{(\text{ұяшық})} = + 0,62 \text{ В}$. Мыс жартылай элементі ұяшықтың оң полюсі болып табылады. Кобальт жартылай элементінің электродтық потенциалын есептеңіздер.

7. Электр химиялық ұяшық келесі екі жартылай элементтен құрылған:



Алюминий теріс зарядты полюс болып табылады. Темір иондарынан құрылған жартылай элементтің стандартты электродтық потенциалын есептеңіздер.

8. Егер металл электр химиялық қатардың бас жағында орналасса, оның электрон беру қабілеті өте жоғары болады, демек,

ол – күшті тотықсыздандырғыш. Электродтық потенциалдар кестесінің негізінде келесі металдарды олардың тотықсыздандырғыштық қасиетінің артуына қарай орналастырыңыздар:

Ag, Ce, Sn, Ni, Cd, K.

9. Электр химиялық ұяшық келесі жартылай элементтерден құрылған:



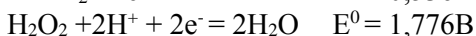
$E^0_{(\text{ұяшық})} = +1,49 \text{ В}$. Фторлы жартылай элементтің стандарттық электродтық потенциалын есептеңіздер.

ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖҰРУ БАҒЫТЫН БОЛЖАУ

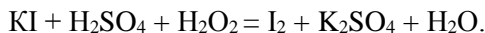
1. Темір (III) сульфаты және натрий бромиді немесе натрий иодидімен әрекеттескенде тотығу-тотықсыздану реакциясы жүре ме? Жауап беру үшін келесі жартылай реакциялардың стандарттық электродтық потенциалдарын қолданып, мүмкін болатын реакцияның электродтық потенциалын есептеңіздер.



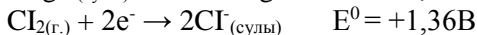
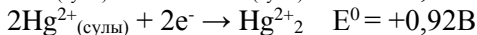
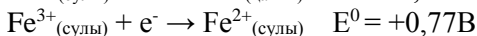
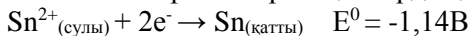
2. Берілген жартылай реакциялардың



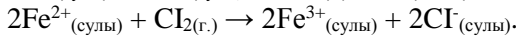
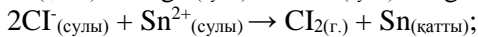
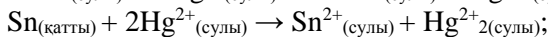
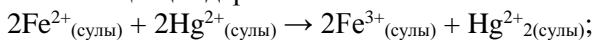
электродтық потенциалдарының мәндерін пайдаланып, келесі реакцияның тура бағытта жүретінін немесе жүрмейтінін анықтаңыздар:



3. Келесі жартылай реакциялардың



электродтық потенциалдарының мәндерін пайдаланып, төменде келтірілген реакциялардың тура бағытта жүретінін немесе жүрмейтінін анықтаңыздар:



4. Екі жартылай элемент берілген:

Жартылай реакция $E^0, \text{В}$
$2\text{I}_{(\text{сулы})} / \text{I}_{2(\text{сулы})} + 0,536$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{сулы})} / 2\text{Cr}^{3+} + 1,36$

Тапсырмалар:

а) осы екі жартылай элемент үшін жартылай реакциялардың теңдеулерін жазыңыздар;

ә) реакцияның толық теңдеуін жазыңыздар;

5. Егер $\text{Fe} / \text{FeSO}_4$ жұбында $[\text{Fe}^{2+}] = 0,01$ моль · экв/л болса, металдың электродтық потенциалының мәні қандай болады?

6. Марганец тұзының ерітіндісіне салынған марганец электродының потенциалы – 1,1 В. Марганец иондарының концентрациясы қандай?

7. Күміс электроды күміс иодидінің қаныққан ерітіндісіне салынған. Күміс иодидінің ерігіштік көбейтіндісі – $E_{\text{KAgI}} = 1,5 \cdot 10^{-16}$. Күміс иондарының концентрациясының қандай мәнінде электрод потенциалы нөлге тең болады?

8. Келесі Гальвани элементтерінде орын алатын электродтық реакцияларды жазыңыздар және осы Гальвани элементтерінің электр қозғаушы күштерін есептеңіздер.

а) $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$

$[\text{Zn}^{2+}] = 0,1$ моль/л

$[\text{Pb}^{2+}] = 0,01$ моль/л

ә) $\text{Ni} / \text{Ni}^{2+} // \text{Pd}^{2+} / \text{Pd}$

$[\text{Ni}^{2+}] = 4 \cdot 10^{-2}$ моль/л

$[\text{Pd}^{2+}] = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л

12. ЭЛЕКТРОЛИЗ. ФАРАДЕЙ ЗАҢДАРЫ

1. Инертті анодты қолданып, электролиз жүргізген кезде натрий сульфатының сулы ерітіндісінде жүретін реакцияларды жазыңыздар.

2. Ток күші – 6 А. Электролиз ұзақтығы – 1,5 сағат. Осындай электролиз нәтижесінде судың қандай массасы өзгеріске ұшырады және неше мл сутек пен оттегі бөлінді? (есептеулерді қалыпты жағдайда жүргізу қажет).

3. NaOH және NiCl₂ балқымасында инертті электродтарды пайдаланып электролиз жүргізілді. Жүретін реакцияларды жазыңыздар.

4. H₂SO₄, CuCl₂, Pb(NO₃)₂ қосылыстарының сулы ерітінділерінде платина электродтарында электролиз жүргізілді. Электродтық үдерістердің реакцияларын жазыңыздар.

5. BaCl₂, Pb(NO₃)₂ сулы ерітінділерінде графит электродтарын пайдаланып электролиз жүргізгенде жүретін реакцияларды жазыңыздар.

6. FeCl₃, Ca(NO₃)₂ сулы ерітінділерінде инертті электродтарда жүретін электролиздің сызбасын құрыңыздар және жүретін реакцияларды жазыңыздар.

7. Мырыш хлоридінің сулы ерітіндісінде мырыш анодын немесе графит анодын пайдаланып жүргізетін электролиздің сызбасын құрыңыздар және жүретін реакцияларды жазыңыздар.

8. Мыс сульфатының сулы ерітіндісінде мыс анодында немесе графит анодында жүретін электролиздің сызбасын құрыңыздар және жүретін реакцияларды жазыңыздар.

9. Құрамында бірдей концентрацияда никель, күміс, мыс сульфаты бар сулы ерітіндіні электролизге ұшыратқанда металдардың бос күйінде бөлінуі қандай ретте жүретінін анықтаңыздар.

10. CuCl_2 сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде анодта қалыпты жағдайда 560 мл газ бөлінді. Катодта бөлінген мыстың массасын есептеңіздер.

11. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ тұзының сулы ерітіндісінде электролиз жүргізген кезде катод массасы 2 грамға артты. Ток күші – 2 А. Электролиз ұзақтығын есептеңіздер.

12. Платина тұзының сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде 1,517 г платина тотықсызданып бос күйінде бөлініп шықты. Ток күші – 5 А, электролиз ұзақтығы – 10 минут. Платинаның эквиваленттік массасын есептеңіздер.

13. SnCl_2 сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде қалыпты жағдайда 4,48 л хлор бөлінді. Катодта бос күйінде бөлінген калайының массасын есептеңіздер.

14. Кадмий тұзының сулы ерітіндісі арқылы 1717 Кл электрлік өткізілді. Бұл кезде 1 г кадмий тотықсызданып бөлініп шығады. Кадмийдің эквиваленттік массасын анықтаңыздар.

15. CuSO_4 сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде 0,72 г мыс катодта тотықсызданып, бөлінді. Ток күші – 2,5А, электролиз ұзақтығы – 15 минут. Токтың пайдалы әсерінің коэффициентін есептеңіздер.

16. NiSO_4 сулы ерітіндісінде электролиз жүргізген кезде анодта 3,8 л оттегі бөлінді. Газдың көлемі температура 27°C және қысым 750 мм с.б.б. тең болғанда өлшенді. Катодта бөлінген никельдің массасын есептеңіздер.

17. NaCl сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде анодта 2,8 л хлор бөлінді. Газ көлемі 0°C және қысым 760 мм с.б.б. тең болғанда өлшенді. Электролиз ұзақтығы – 30 минут. Ток күшін есептеңіздер.

18. AgNO_3 тұзының сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде 9,6 г күміс бөлінді. Ток күші – 3А, электролиз ұзақтығы – 50 минут. Күмістің ток бойынша шығымын анықтаңыздар.

Ескерту: ток бойынша шығымды анықтау үшін есептің шартында берілген ток күші және электролиз ұзақтығын пайдаланып, Фарадей заңы арқылы теориялық тұрғыдан бөлінуге тиісті күмістің мөлшерін анықтайды. Содан кейін іс жүзінде, демек, есепте берілген мөлшерді (9,6 г) сол мәнге бөліп, 100-ге көбейтеді. Сол кезде ток бойынша шығым (%) анықталады:

$$\text{ТШ, \%} = \frac{m(\text{іс жүзінде})}{m(\text{теориялық})} \cdot 100.$$

19. FeSO₄ тұзының сулы ерітіндісінде (ерітінді көлемі 200 мл) электролиз жүргізгенде анодта 2,71 л оттек бөлінді. Газ көлемі 3 °С және қысым 776 мм с.б.б. тең болғанда өлшенді. FeSO₄ ерітіндісінің молярлық концентрациясын есептеңіздер.

20. Үш валентті металдың тұзының сулы ерітіндісінде электролиз жүргізгенде катодта 1,071 г металл бөлінді. Ток күші – 1,5А, электролиз ұзақтығы – 30 минут. Металдың атомдық массасын есептеңіздер.

1. ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ОРЫНДАУ ТЕХНИКАСЫ

1.1. Жұмыс тәртібі

Химиялық лабораторияда жұмыс орындағанда, келесі ережелерге сүйену қажет:

1. Алдын ала оқулықтың жұмысқа сәйкес тарауларын, дәрістер конспектілерін оқып шығу және лабораториялық жұмыстың мазмұнымен танысу керек.

2. Тәжірибеге қажетті ыдыстар, құрал-жабдықтар, қондырғылар, реактивтердің барлығын тексермей тәжірибені бастауға болмайды.

3. Нұсқауда көрсетілген жұмыс ретін мұқият орындау.

4. Газ тартатын шкафтарда (тяга), жанғыш және қауіпті заттармен жұмыс орындағанда, қажетті сақтық шараларын бұлжытпай орындау.

5. Тәжірибе барысын зер салып бақылап, оның барлық құбылыстарын байқап отыру.

6. Жұмыс біткеннен кейін жұмыс орнын тәртіпке келтіру.

7. Тәжірибе біткеннен кейін барлық байқалған өзгерістерді, реакция теңдеулерін арнайы жұмыс дәптеріне жазу.

8. Дәптерге жұмыс орындаған айдың күні, жұмыстың тақырыбы, мазмұны (сызба-нұсқалар, қондырғының суреті), бақылау нәтижесі, реакция теңдеулері жазылады, есеп шығару жолдары көрсетіледі және қорытындылар жасалады.

1.2. Реактивтерді пайдалану ережелері

Ерітінділер мен құрғақ реактивтер шыны, резина немесе қабық тығындармен жабылған шыны ыдыстарда сақталу керек.

Реактивтер салынған ыдыстардың сыртында реактивтердің аты және оның сапасы: «техникалық», «таза», «анализ үшін таза», «химиялық таза», ал ерітінділер құйылған ыдыстардың сыртында ерітінділердің аты және концентрациясы жазылған этикеткалар болу керек. Реактивтерді пайдаланғанда келесі ережелерге сүйену қажет:

1. Егер жұмысқа қажетті реактивтердің мөлшері көрсетілмеген болса, реактивтерді аз алу (материал мен жұмысқа кететін уақытты үнемдеу үшін).

2. Алынған реактивтің артық мөлшерін сол ыдысқа қайтадан салуға немесе құюға болмайды.

3. Реактивтерді пайдаланғаннан кейін ыдысты жауып, орнына қою.

4. Құрғақ реактивтерді фарфор немесе металдан жасалған қасықшалармен немесе қалақшалармен (шпательдер) алған жөн. Олар әрдайым таза, құрғақ болуы керек. Пайдаланғаннан кейін оларды әбден тазалап (сүзгіш қағазбан) сүртіп отыру.

5. Егер реактив (ерітінді) пипеткамен алынған болса, ол пипетканы жуып тазартпай, екінші ыдыстан басқа реактив (ерітінді) алуға пайдалануға болмайды.

1.3. Лабораторияда жұмыс жасағанда қолданылатын сақтық шаралары

1. Улы және жағымсыз иісті заттармен жасалатын тәжірибелер тартпа шкафта жүргізіледі.

2. Бөлініп жатқан газдарды ыдысқа жақын еңкейіп иіскеуге болмайды. Газдың немесе сұйықтықтың иісін білу үшін ыдыстың аузынан ауаны өзіне қарай желпу керек.

3. Концентрациялы қышқылдарды, әсіресе күкірт қышқылын сұйылтқанда, қышқылды суға құю керек, керісінше (қышқылға суды) құюға болмайды!

4. Бетке немесе киімге шашырамау үшін реактивтерді құйғанда ыдысқа аса еңкеймеу керек.

5. Сұйықтықты қыздырған кезде ыдыстың үстіне еңкеймеу керек, себебі сұйықтықтың бетке шашырап кетуі мүмкін.

6. Пробирканы қыздырғанда оның аузын өзіңе немесе қатар тұрған жолдасыңа қаратып ұстама.

7. Егер беттеріне немесе қолдарыңа сұйықтықтың (қышқылдың) шашырандысы тисе, судың күшті ағындысымен жуып, содан кейін күйген жерді соданың сұйытылған ерітіндісімен жуу қажет. Сілті тиген жерлерді сілті әбден кеткенше сумен жуады, сосын калий перманганатының 3 %-ті ерітіндісіне батырылған мақтамен сүртеді.

8. Оңай от алғыш, ұшқыш заттармен жасалған барлық тәжірибелерді оттан аулақ және мүмкіндігінше тартпа шкафта жүргізген жөн.

9. Жана бастаған бензин, спирт, эфирді сөндіргенде жалынға құм себу.

10. Жанарғының жалынынан немесе қызған нәрселерден дене күйсе, күйген жерді калий перманганатының концентрленген ерітіндісімен жуу керек, тіпті осы қосылыстың кристалдарымен күйген жер қоңыр тартқанша сүртуге болады немесе күйікке қарсы қолданылатын дәріні жағып, таңып тастау керек.

11. Уланғанда және қатты күйгенде іле-шала дәрігерге көріну керек.

12. Лабораториядан кетерде газ жанарғыларының шүмектерін тексеру қажет.

2. ЗАТТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Бұл тәжірибелер жалпы білім беру мектебінде өтілген химия пәнінің мазмұнын еске түсіру үшін берілген. Бейорганикалық заттардың бір-біріне айналуы, химиялық өзгерістері, олардың қасиеттеріне байланысты. Иондық тепе-теңдіктердің ығысуы реакция нәтижесінде тұнбалардың түзілуіне, газ күйіндегі заттардың немесе аз диссоциацияланатын заттардың түзілуіне байланысты.

Әрбір тәжірибенің алдында зерттелетін реакцияның теңдеуін жазыңыздар, оны оқытушыға көрсетіңіздер, содан кейін оқытушының рұқсатын алып, реакцияларды жасауға кірісіңіздер.

1-тәжірибе. Дайындалған ерітінділерді пайдаланып, 1-кестеде «А» бағанасында көрсетілген иондық-молекулалық теңдеуге сәйкес ерімейтін тұздарды алыңыздар.

1-кесте

№	А	Ә	Б
1	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
2	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$\text{NiSO}_4 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NiCl}_2 \rightarrow \text{NiCO}_3$
3	$\text{Zi}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{ZnCO}_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuSiO}_3$
4	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FePO}_4$
5	$\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{BaCrO}_4$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{BiCl}_3 \rightarrow \text{BiPO}_4$
6	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$
7	$\text{Cu}^{2+} + \text{SiO}_3^{2-} = \text{CuSiO}_3$	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	$\text{CdSO}_4 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CdCl}_2 \rightarrow \text{CdS}$
8	$\text{Ni}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{NiCO}_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow$ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{PbS}$
9	$\text{Sr}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{SrCO}_3$	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$\text{CoSO}_4 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CoSiO}_3$
10	$\text{Co}^{2+} + \text{SiO}_3^{2-} = \text{CoSiO}_3$	$\text{Sb}(\text{OH})_3$	$\text{SrCl}_2 \rightarrow \text{SrCO}_3 \rightarrow \text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{SrSO}_4$
11	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3$	$\text{Bi}(\text{OH})_3$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbCO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{PbI}_2$
12	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{Br}^- = \text{PbBr}_2$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{BiCl}_3 \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3$

Есеп беру:

– тәжірибені орындау тәртібін қысқаша жазыңыздар, заттардың рационалды атауларын пайдаланыңыздар және байқаған құбылыстарды сипаттаңыздар, мысалы: «калий сульфатының ерітіндісіне барий нитратын қосқан кезде ақ түсті тұнба түзіледі»;

– жүргізілген реакцияның теңдеуінің молекулалық түрін жазыңыздар және тұнбаға түскен тұздың формуласының астына тұнбаның түсін және тұздың атын жазыңыздар;

– осындай тұзды алудың басқа жолдарын да көрсетіңіздер және реакциялардың теңдеулерін жазыңыздар.

2-тәжірибе.

1-кестенің «Ә» бағанасында көрсетілген негіздерді алыңыздар. Осы негіздердің қышқылдық-негіздік қасиеттерін зерттеу үшін алынған негізді екі пробиркаға бөліңіздер. Бір бөлігіне сұйытылған күшті қышқыл құйыңыздар, ал екінші бөлігіне күшті негіздің ерітіндісімен әсер етіңіздер.

Есеп беру:

– тәжірибелер жүргізген кезде байқалған құбылыстарды сипаттаңыздар және осы құбылыстардың негізінде алынған қосылыстың қышқылдық-негіздік қасиеттері жөнінде қорытынды жасаңыздар;

– жүргізілген барлық реакциялардың молекулалық және иондық-молекулалық теңдеулерін жазыңыздар және судан басқа заттардың барлығының формулаларының астына олардың аттарын жазыңыздар.

– жүргізілген реакциялардың нәтижесінде алынған тұздардың графикалық (құрылымдық) формулаларын жазыңыздар.

3-тәжірибе.

1-кестенің «Б» бағанасында келтірілген реакциялардың тізбектерін орындаңыздар.

Есеп беру:

– жүргізілген реакцияларды және байқалған құбылыстарды сипаттаңыздар (заттардың түсінің өзгеруі, тұнбалардың түзілуі, тұнбалардың түсі, газдардың бөлінуі және т.б.);

– тізбектегі әрбір өзгерісті сипаттайтын реакцияның молекулалық және иондық-молекулалық теңдеулерін жазыңыздар.

2-кесте

Сұрақтар және есептер

Вариант	А	Ә	Б
1	H_3PO_4	$Fe(OH)_2$	ZnO (97)
2	H_2SO_4	$Ca(OH)_2$	Al_2O_3 (51)
3	H_3AsO_4	$Cu(OH)_2$	SnO (270)
4	H_2SO_3	$Fe(OH)_3$	Cr_2O_3 (76)
5	H_2CO_3	$Sr(OH)_2$	PbO (446)
6	H_2CrO_4	$La(OH)_3$	V_2O_3 (225) <i>a</i>
7	H_3SbO_4	$Mn(OH)_2$	SnO (181)
8	H_2SeO_4	$Bi(OH)_3$	Nb_2O_3 (117)
9	H_2MoO_4	$Ga(OH)_3$	ZnO (194)
10	H_2WO_4	$Sc(OH)_3$	TiO_2 (200)
11	H_2SiO_3	$V(OH)_3$	As_2O_3 (198)
12	H_2TeO_4	$Cd(OH)_2$	ShO_2 (202)

1. 2-кестедегі «А» бағанасындағы қышқылдағы қышқыл түзуші элементтің массалық үлесін (%) және «Ә» бағанасындағы негіздегі негіз түзуші элементтің массалық үлесін (%) есептеңіздер.

2. 2-кестедегі «А» бағанасындағы қышқыл және «Ә» бағанасындағы негіздің әрекеттесуінің нәтижесінде түзілуі мүмкін барлық тұздардың (орта, қышқылдық, негіздік) алыну реакцияларын жазыңыздар.

3. 2-кестедегі «Б» бағанасындағы оксидтің қасиеттері амфотерлі екенін ескеріп, оның кестедегі «А» бағанасындағы қышқылмен және «Ә» бағанасындағы негізбен әрекеттесу реакцияларын жазыңыздар. Жақшада көрсетілген мәндер осы оксидтердің реакцияға түскен массасы екенін ескеріп, екі реакцияның нәтижесінде түзілген тұздардың массаларын (г) есептеңіздер. Реакциялар нәтижесінде орта тұздар түзіледі деп есептеңіздер.

4. Қалыпты жағдайда оттегі белгілі элементпен әрекеттескенде 2-кестедегі «Б» бағанасындағы оксидтер түзіледі. Оксидтің осы бағанада жақшада көрсетілген массасы түзілу үшін қалыпты жағдайда оттектің қандай көлемі қажет екенін есептеңіздер.

3. ЗАТТАРДЫҢ МОЛЯРЛЫҚ МАССАСЫН ЖӘНЕ ЭКВИВАЛЕНТТІК МАССАСЫН АНЫҚТАУ

А) көмірқышқыл газының салыстырмалы молекулалық массасын анықтау.

Жұмыс жүргізу тәртібі: көлемі 250-300 мл құрғақ колбаны тығынмен жауып, әйнекке жазуға арналған қаламмен тығынның төменгі жиегін белгілейді. Сосын колбаның салмағын техникалық таразыда өлшейді. Өлшеніп алынған колбаны алдын ала тазартылған және құрғатылған Кипп аппаратынан көмірқышқыл газымен толтырады.

3-5 минут өткеннен кейін Кипп аппаратының кранын жаппай тұрып колбадан жайлап газ түтікшесін шығарады да колбаны тығындайды. Тығынның төменгі деңгейі белгіленген жерден төмен түспеуі керек. Колбаны бұрынғы таразыға қайтадан өлшейді. Колбаға газдың толғанын білу үшін колбаны қайтадан 3-5 минут газбен толтырады да, қайтадан өлшейді. Газдың салмағы бірінші өлшенген газдың салмағынан 0,2 г аспауы керек. Содан кейін колбаны белгіленген деңгейіне дейін су құйып, ол суды цилиндрге құйып, колбаның көлемін өлшейді.

Эксперимент нәтижелерін жазу және есептеу

Тығындалған колбаның ауамен өлшенген массасы – m_1 (г)

Тығындалған колбаның көмірқышқыл газымен өлшенген массасы – m_2 (г)

Газдың колбадағы көлемі – V (мл)

Тәжірибе температурасы – t , °С; абсолюттік температура – T , К.

Қалыпты жағдайдағы қысым – $P_0 = 760$ мм рт. ст.;

101,325 кПа

Тәжірибе кезіндегі ауа қысымы – P , мм рт.ст.

1. Ауа көлемін төмендегі формуланы пайдалана отырып, қалыпты жағдайға келтіру:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

2. Колба ішіндегі ауаның массасын есептеп шығару – m_3 ,
г – ауа тығыздығы – 1,293 г/л-ге тең

3. Бос колбаның массасын табу: $m_4 = m_1 - m_3$

4. Колба ішіндегі көмірқышқыл газының массасын табу:
 $m_5 = m_2 - m_4$

5. Көмірқышқыл газының ауамен салыстырмалы тығыздығын есептеп табу:

$$D_{\text{возд.}}(\text{CO}_2) = \frac{m_5}{m_3}$$

6. Колба көлемінде болатын сутектің массасын m_6 есептеп шығару (сутектің тығыздығы 0,09 г/л).

7. Көмірқышқыл газының сутекпен салыстырмалы тығыздығын есептеп шығару:

$$D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = \frac{m_5}{m_6}$$

8. CO_2 салыстырмалы молекулалық массасын екі әдіспен есептеп шығару:

$$M = 2,016 D_{\text{H}_2}$$

$$M = 29 D_{\text{ауа}}$$

9. Төмендегі теңдеу бойынша салыстырмалы қателігін есептеу:

$$\frac{M_{\text{эксп.}} - M'_{\text{теор.}}}{M_{\text{теор.}}} 100 \%$$

Б) Магнийдің эквиваленттік массасын анықтау.

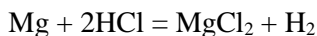
Жұмысты жүргізу тәртібі:

1. 0,1 г магнийді техникалық таразыда өлшеп алады да, оны сүзгі қағазға орайды.

2. Суы бар кристаллизаторға цилиндрді төңкеріп түтікше арқылы цилиндрді сумен толтырып болған соң, Вюрц колбасының газ шығатын түтікшесін цилиндрге кіргізеді. Резина түтікше қысылып қалмау үшін цилиндрді сәл қисайтып ұстаған жөн.

3. Вюрц колбасына 10 мл 2 н HCl құю керек.

4. Фильтр қағазға оралған магнийді Вюрц колбасының мойын жағына орналастырып, колбаның ішіне түсіп кетпейтіндей тығындайды, көлденең жатқан колбаны тік тұрғызғанда магний 2 н HCl ерітіндісіне түсу керек. Магний мен қышқыл арасында реакция басталады:



5. Бөлініп шыққан сутегі газының көлемін өлшеу керек.

Есептеу:

1. Идеал газ күйі теңдеуіне $\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$ сүйене отырып, газдың қалыпты жағдайдағы көлемін табамыз:

$$V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T} \quad (1)$$

Сутек судың астында жиналғандықтан оның қысымы су буының қысымын – h арттырады, сондықтан сутегінің су астындағы қысымынан – P су буының парциалдық қысымын шегеріп тастайды. Су буының қысымының әртүрлі температурадағы мәндері 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте

Судың қаныққан буының қысымы

Температура, °C	Будың қысымы, сын.бағ.мм.	Температура, °C	Будың қысымы, сын.бағ.мм.
15	12,788	21	18,650
16	13,634	22	19,827
17	14,530	23	21,088
18	15,477	24	22,377
19	16,477	25	23,756
20	17,535	30	31,824

2. Су буының қысымын ескере отырып (1) теңдеуді қайта жазамыз: $V_0 = \frac{V(P-h)T_0}{P_0T}$

3. Бөлініп шыққан сутектің массасын табамыз:

$$m_{H_2} = \frac{V_0 2,016}{22400}$$

4. Эквивалент заңының негізінде магний эквиваленттік массасын табамыз:

$$\frac{m_{Mg}}{m_H} = \frac{M(\text{Э}_{Mg})}{M(\text{Э}_H)}, \quad M(\text{Э}_{Mg}) = \frac{m_{Mg}M(\text{Э}_H)}{m_H}$$

5. Абсолюттік қателік $\frac{M(\text{Э})_{\text{теор.}} - M(\text{Э})_{\text{экспер.}}}{M(\text{Э})_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$ формуласы бойынша табылады.

Сұрақтар:

1. Авогадро заңын және оның салдарларын сипаттаңыздар.
2. Газдардың молекулалық массаларын анықтау әдістерін сипаттаңыздар.
3. Заттың эквиваленті, эквиваленттік массасы туралы түсінік беріңіздер.
4. Заттардың эквиваленттік массаларын анықтау әдістерін сипаттаңыздар.
5. Эквиваленттер заңын сипаттаңыздар және мысалдар келтіріңіздер.
6. Газды қалыпты жағдайға келтіру амалын түсіндіріңіздер.
7. Судың қаныққан буының қысымын пайдалану әдісін сипаттаңыздар.

4. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ

4.1. Жылу эффектілерін анықтау

Практикалық жұмыстарда энтальпияны *калориметр* деп аталатын приборда анықтайды. Калориметрдегі калориметрлік ыдыс жылуды сыртқа шашпау үшін жасалған, оның ішінде термометр болу керек. Калориметрдегі бөлінген, не сіңірілген жылудың мөлшерін мынадай формула арқылы есептейді:

$$Q = (t_2 - t_1) \Sigma C$$

t_2 – ақырғы температура,

t_1 – бастапқы температура,

ΣC – системаның жылу сыйымдылығы, калориметрлік ыдыс пен оның ішіндегі заттың жылу сыйымдылығының жиынтығы $\Sigma C = C_1 m_1 + C_2 m_2$,

C_1 және C_2 – шыны мен сұйықтың меншікті жылу сыйымдылығы,

m_1 және m_2 – калориметрлердің және оның ішіндегі сұйықтың массасы.

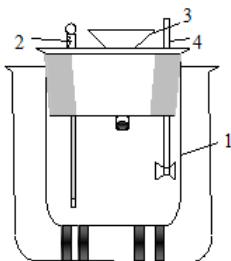
Q – жылу мөлшері;

ΔH – I мольге есептелген жылу эффектісі;

m – заттың массасы;

M – заттың мольдік массасы.

Суда жүретін реакциялардың энтальпиясын анықтау үшін 1-суретте көрсетілген калориметрді қолдануға болады.



1-сурет. Көлемі екі түрлі стакан алып кішісін үлкенінің ішіне салу, бір біріне тиіп, кішкене стакан жылуын жоғалтпау үшін араларына қабық тығындарды қою. Кішкене (ішкі стаканды (1), термометр (2), воронка (3) және араластырғыш (мешалка) (4) орналастырылған қақпақпен жабу

4.2. Гидраттану энтальпиясын анықтау

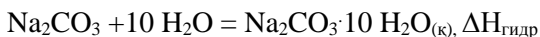
А) Сусыз тұзға кристаллизациялық су қосылу реакциясының энтальпиясын анықтау

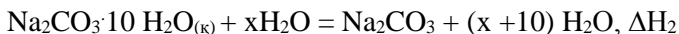
Лаборанттан белгісіз сусыз тұз және оның кристаллогидратын алады. Сусыз тұздың 7 грамын өлшеп алып, оны калориметрдегі температурасы өлшенген суға салады (судың көлемі – 200 мл). Ерітіндіні араластыра отырып, әрбір 30 секунд сайын температурасын өлшейді. Біраздан кейін температура тұрақты бола бастайды, осыдан кейін температураны өлшеп жазып қояды. Осындай тәжірибені кристаллогидратпен қайталайды. Алынған нәтижелерді 4-кестеге жазады.

4-кесте

Тұздың массасы (m), г	Бастапқы температура (t ₁), °C	Соңғы температура (t ₂), °C	Судың массасы, г
Кұрғақ тұз Кристалло-гидрат			

Гидратация энтальпиясын анықтау үшін мынадай реакцияларды қарастырамыз. Мысалы:





Сусыз тұздың еруінің энтальпиясы (ΔH_1) сусыз тұздың гидраттану энтальпиясы мен ($\Delta H_{\text{гидр}}$) кристаллогидраттың еру энтальпиясының (ΔH_2) қосындысынан тұрады. Гесс заңы бойынша $\Delta H_1 = \Delta H_{\text{гидр}} + \Delta H_2$. Сусыз тұздың гидраттану энтальпиясын есептеп, оны 5-кестедегі шамамен салыстырып, қандай тұз алғандарыңды табыңдар.

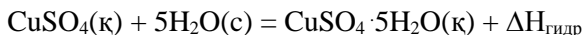
5-кесте

Кристаллогидраттың формуласы	кДж/моль
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	-91,2
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	-95,0
$\text{ZnCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	-78,7
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	-80,5
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	-119,3

Б) Мыс сульфатының гидраттану энтальпиясын анықтау

Алдын ала өлшенген калориметрдің стаканына дистилденген су құйып, калориметрдегі судың температурасын (t_1) өлшейді. 8 грамм сусыз мыс сульфатын алып, араластырғышты іске қосып, суда ерітеді. Ерітіндінің ең жоғарғы температурасын (t_2) өлшейді. Ерітіндінің жылу сыйымдылығын 4,18 Дж/г·град және тығыздығын 1 г/см³ тең деп алып, ерітінді мен калориметрлік стаканның массасын ескере отырып, калориметрдегі бөлінген жылу мөлшерін (ΔH_1) есептейді (жоғарыда келтірілген формулалар бойынша).

Осындай тәжірибені мыс сульфатының кристаллогидраты үшін қайталайды ($m = 10$ г). Бөлінген жылу мөлшерін есептейді (ΔH_2). Тәжірибенің нәтижелерін пайдаланып, мыс сульфатының гидраттану жылуын есептейді:



Гесс заңы бойынша $\Delta H_{\text{гидр}} = \Delta H_1 - \Delta H_2$. Есептеулерде стандарттық энтальпиялардың таңбаларын ескеру керек.

Тәжірибелер нәтижесін жазу үлгісі:

Құрғақ тұздың массасы – m_1 , г

Бастапқы температура – $t_1, ^\circ\text{C}$
 Соңғы температура – $t_2, ^\circ\text{C}$
 Жүйенің жылу сыйымдылығы – $C, \text{Дж/г}\cdot\text{град.}$
 Калориметрдегі бөлінген жылу мөлшері – Q_1
 Құрғақ (сусыз) тұздың еру жылуы – ΔH_1
 Кристаллогидраттың массасы – $m_2, \text{г}$
 Бастапқы температура – $t_3, ^\circ\text{C}$
 Соңғы температура – $t_4, ^\circ\text{C}$
 Жүйенің жылу сыйымдылығы – $C, \text{Дж/г}\cdot\text{град.}$
 Калориметрдегі бөлінген жылу мөлшері – Q_2
 Кристаллогидраттың еру жылуы – ΔH_2
 Құрғақ сусыз тұздың гидраттану жылуы – $\Delta H_{\text{гидр}}$

4.3. Тұздың түзілу энтальпиясын анықтау

5 г барий сульфаты түзілу үшін қажет болатын натрий сульфатының және $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ тұзының массасын есептейді. Барий хлоридін суда (150 мл) ерітіп, ерітіндіні калориметрге құяды. Натрий сульфатын есептелген мөлшерден 5 % артық алып, 150 мл суда ерітеді. Тәжірибенің басында BaCl_2 және Na_2SO_4 ерітінділерінің температурасын өлшейді. Ерітіндінің реакция алдындағы орташа температурасын (t_1) есептейді. Араластырғышты іске қосып, натрий сульфатының ерітіндісін калориметрге құяды, ең жоғарғы температураны (t_2) өлшейді.

Ерітіндінің жылу сыйымдылығын $4,184 \text{ Дж/г}\cdot\text{град.}$ және тығыздығын 1 г/см^3 , ал шынының жылу сыйымдылығын $0,79 \text{ Дж/г}\cdot\text{град.}$ деп есептеп, жоғарыда келтірілген формулаларды пайдаланып, калориметрдегі бөлінген жылу мөлшерін есептейді (ΔH_x).

Тәжірибе нәтижелерін жазу:

Барий хлоридінің массасы – m_1

Натрий сульфатының массасы – m_2

Бастапқы температура – t_1

Соңғы температура – t_2

Жүйенің жылу сыйымдылығы – C

Калориметрдегі бөлінген жылу мөлшері – Q

Барий сульфатының түзілу жылуы – ΔH_x

Г) Нейтралдану энтальпиясын анықтау

Калориметрге концентрациясы 1 моль/л қышқылдан (HCl) 50 мл құяды. Басқа стаканға концентрациясы 1 моль/л сілтіден (NaOH) 50 мл құйып, калориметрдің жанына қояды. Екі ерітіндінің температурасы бірдей болғаннан кейін калориметрдегі қышқылдың температурасын (t_1) өлшеп, араластыра отырып, сілті ерітіндісін құяды.

Нейтралдану энтальпиясын (кДж/моль) есептеп, тәжірибенің қателігін анықтаңыз ($\Delta H_{\text{нейтр}} = -57,22$ кДж/моль).

Сұрақтар:

1. Жылу эффектісі туралы түсінік беріңіз.
2. Энтальпия дегеніміз не?
3. Реакцияның энтальпиясын қандай формуламен анықтайды? Гесс заңы және оның салдарлары туралы түсінік беріңіз.
4. Түзілу энтальпиясы дегеніміз не?
5. Гидраттану энтальпиясы туралы түсінік беріңіз.

5. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ

А) Гомогенді реакция жылдамдығына әрекеттесуші заттар концентрациясының әсері

4 стаканға концентрациясы 0,25 моль/л-ге тең күкірт қышқылынан 10 мл-ден құяды. Басқа 4 стаканға концентрациясы 0,2 моль/л-ге тең натрий тиосульфатын және су құяды (су мен тиосульфаттың көлемі 6-кестеде көрсетілген).

6-кесте

Стаканның нөмірі	Натрий тиосульфаты, мл	Су, мл
1	10	30
2	20	20
3	30	10
4	40	0

Ерітіндінің көлемін дәл өлшеп құйғаннан кейін күкірт қышқылы бар стаканға тиосульфаттың ерітіндісін құю (әрбір екі стаканның ерітінділерін қосады.) Секундомермен қанша уақыттан кейін ерітіндіде ақ тұнба түзіле бастағанын өлшейді. Тұнба түзілу себебі неде? Тәжірибенің нәтижесін 7-кестеге жазыңыздар.

7-кесте

№	Күкірт қышқылының көлемі, мл	Тиосульфаттың көлемі, мл	Судың көлемі, мл	Жалпы көлемі, мл	Уақыт, секунда
1					
2					
3					
4					

Тәжірибенің саны өзгерген сайын қай заттың концентрациясы өзгеріп отырады және неше есе? Алынған нәтижеден қандай

тұжырым жасауға болады? Концентрация өзгергенде реакция жылдамдығы қалай өзгереді? $v = 1/t$ екенін ескере отырып, концентрация өзгергенде жылдамдық қалай өзгередетінін көрсететін график құрыңыздар.

Б) Реакция жылдамдығына температураның әсері

Үш пробиркаға (№1, 2, 3) күкірт қышқылы ерітіндісінен 5 мл-ден құяды, ал басқа үш пробиркаға (№ 4, 5, 6) натрий тиосульфаты ерітіндісінен 5 мл-ден құяды. Барлық пробиркаларды су құйылған стаканға салып, 5-7 минуттан кейін судың температурасын өлшейді. Осыдан кейін 1- және 4-пробиркалардағы ерітінділерді қосып, ақ тұнба түзілгенше қанша уақыт өткенін жазады. Енді стаканды (қалған пробиркалармен) асбест тор қойылған электр пешіне қойып, температурасын 10 °С-қа көтереді, 5-7 минут өткен соң 2- және 5-стакандағы ерітінділерді араластырып, қанша уақытта ақ тұнба түзілгенін жазып қояды.

3- және 6-пробиркалармен жоғарыда айтылған тәжірибелерді 20 °С-қа көтеріп, жасайды. Алынған нәтижелерді 8-кестеге жазады.

8-кесте

Температура, °С	Ерітінділерді араластырғаннан бастап, ақ тұнба түзілгенге дейін өткен уақыт, т	Реакция жылдамдығы, v

Температураны 10 °С-қа көтерген сайын реакция жылдамдығы қалай өзгереді? Егер әрекеттесуші заттардың концентрациялары бірдей болса, реакциялық жүйенің көлемі реакцияның жылдамдығына әсер ете ме?

Сұрақтар:

1. Жылдамдық константасы дегеніміз не және оған қандай факторлар әсер етеді?
2. Келесі заттардың арасында жүретін реакциялардың жылдамдығын өрнектейтін формулаларды жазыңыздар:
 - а) азот және оттегі; ә) сутек және оттегі; б) азот диоксиді мен оттегі;
 - в) көміртек диоксиді және қыздырылған көмір.

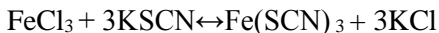
3. Гомогенді жүйеде келесі схема бойынша $A + 2B = AB_2$ жүретін реакция үшін реакция жылдамдығының теңдеуін жазыңыздар және келесі сұрақтарға жауап беріңіздер.
- а) егер «А» затының концентрациясы екі есе артса, реакция жылдамдығы қалай өзгереді?
- ә) «В» затының концентрациясы екі есе артса, реакция жылдамдығы қалай өзгереді?

6. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК. ҚАЙТЫМДЫ ЖӘНЕ ҚАЙТЫМСЫЗ РЕАКЦИЯЛАР

6.1. Химиялық тепе-теңдіктің ығысуын зерттеу

А) Әрекеттесетін заттар концентрациясының химиялық тепе-теңдіктің ығысуына әсері

Бұл жұмысты орындау үшін мына реакцияны қарастырамыз:



Бұл заттардың ішінде $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ тұзының түсі қанық қызыл, ал FeCl_3 тұзының ерітінділерінің түсі сары, KSCN және KCl ерітінділері – түссіз. Сондықтан темір роданидінің $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ концентрациясы өзгерсе, оның түсінің қанықтығы да өзгереді. Осы өзгеріске қарап, әрекеттесетін заттардың концентрациясы өзгергенде химиялық тепе-теңдік қай бағытқа ығысатынын айтуға болады.

Бір стакандағы 20 мл дистилденген суға қаныққан FeCl_3 ерітіндісінен 1-2 тамшы және калий роданидінің (немесе аммоний роданидінің) қанық ерітіндісінен 1-2 тамшы қосады. Алынған ерітіндіні пробиркаға бөліп құяды. Бірінші пробиркаға концентрациясы 0,3 М FeCl_3 ерітіндісінен 1 мл, ал екінші пробиркаға 0,6 М KSCN (немесе NH_4SCN) ерітіндісінен 1 мл құяды, үшінші пробиркаға KCl кристалынан аз мөлшерде қосады, ал төртінші пробирканы салыстыру үшін алып қалады.

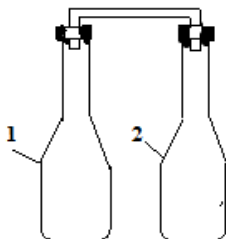
Алынған ерітінділердің түсінің өзгергенін ескеріп, оларды төртінші пробиркадағы ерітіндінің түсімен салыстырады және химиялық тепе-теңдік константасының формуласын қолданып,

бірінші, екінші, үшінші пробиркалардағы ерітінділер түсінің қалай және неге өзгергенін түсіндіреді.

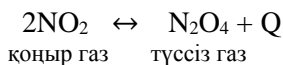
Байқалған өзгерістерді жазады. Қарастырылған реакция үшін тепе-теңдік константасының формуласын жазады. Тепе-теңдік күйіндегі жүйеге FeCl_3 , KSCN және KCl қосқанда ерітінділердің түсінің қанықтығы қалай өзгереді және тепе-теңдік қай бағытта ығысты?

Б) Химиялық тепе-теңдікке температураның әсері. Азот (IV) оксидінің термиялық диссоциациялануы

2-суретте көрсетілген бір-бірімен шыны немесе резеңке түтік арқылы жалғастырылған екі колба азот (IV) оксидімен толтырылғаннан кейін, бірінші колба қар немесе мұз салынған стаканға қою, ал екіншісін – су құйылған стаканға қойып, оны қыздырып, колбадағы газдың түсінің қалай өзгергенін байқау. Колбаларды стаканнан алып қойып, газдың түсінің қалай өзгергенін байқау.



2-сурет. Азот (IV) оксидінің термиялық диссоциациялануын зерттеуге арналған қондырғы



Осы реакцияға Ле-Шательенің принципін қолдана отырып, байқаған өзгерістерді түсіндіру.

Сұрақтар:

1. Ле-Шателье принципін түсіндіріңіздер.
2. Келесі жүйедегі $\text{H}_2(\text{газ}) + \text{I}_2(\text{газ}) = 2\text{HI}(\text{газ})$ тепе-теңдікке қандай факторлар әсер ететінін түсіндіріңіздер.

3. Келесі реакция үшін $\text{H}_{2(\text{газ})} + \text{Br}_{2(\text{газ})} = 2\text{HBr}_{(\text{газ})}$ белгілі температурада – $K = 1$. Әрекеттесуші заттардың бастапқы мөлшерлері – $[\text{H}_2] = 2$ моль, $[\text{Br}_2] = 1$ моль. Реакциялық қоспаның тепе-теңдік кезіндегі құрамын анықтаңыздар (%).
4. Келесі тепе-теңдіктер температура төмендегенде қандай бағытта ығысады?
- $2\text{CO}_{(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{2(\text{газ})} \Delta H^0 = -566 \text{ кДж}$
 $\text{N}_{2(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{NO}_{(\text{газ})} \Delta H^0 = 180 \text{ кДж}$
- Және осы тепе-теңдіктер қысым жоғарылағанда қандай бағытта ығысады?
4. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының тең екенін ескере отырып, келесі гомогенді жүйелер үшін тепе-теңдік константаларының өрнектерін жазыңыздар:
- а) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
ә) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
б) $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$.

7. КОМПЛЕКСТІ ҚОСЫЛЫСТАР

7.1. Құрамында комплексті катионы бар қосылыстың түзілуі мен ыдырауы

а) пробиркаға AgNO_3 қосылысының ерітіндісінің 15-20 мл-ін құйып, аздаған NaCl ерітіндісін қосады. Түзілген тұнба ерігенше аммиактың ерітіндісін қосады. Ag -тің координациялық саны 2-ге тең екендігін ескере отырып, тұнбаның түзілуінің және оның ерітіндіге айналуының реакция теңдеулерін құрайды. Болған өзгерістерді түсіндіріңіздер.

б) пробиркаға 1-2 мл CuCl_2 ерітіндісін құяды және $\text{Cu}(\text{OH})_2$ тұнбасы пайда болғанша аммиактың ерітіндісін тамшылатып қосады. Содан кейін тұнба ерігенше аммиактың ерітіндісін артығымен құяды. Cu^{2+} -ионының түсін алынған ерітіндінің түсімен салыстырады. Ерітіндінің түсі қандай иондардың түзілгенін көрсетеді? Комплексті негіз алудың реакция теңдеуін және Cu^{2+} -нің координациялық саны 4-ке тең екендігін ескеріп, оның координациялық формуласын жазыңыздар. Қай негіз: мыс (II) гидроксиді немесе комплексті негіз күштірек? Неліктен?

Алынған ерітінділерді қалған тәжірибелер үшін сақтайды.

7.2. Құрамында комплексті анионы бар қосылыстың түзілуі және ыдырауы

а) 1-2 мл сынап (II) нитратының ерітіндісіне (өте улы зат) сұйытылған KI ерітіндісін HgI_2 тұнбасы түзілгенше тамшылатып қосады. Содан кейін KI ерітіндісін тұнба ерігенше қосады. Реакция теңдеуін және Hg^{2+} -ионының координациялық саны 4-ке тең екендігін ескеріп, комплексті қосылыстың координациялық формуласын жазыңыздар.

б) пробиркадағы 2-3 мл $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісіне 0,5 н KI ерітіндісін BiI_3 тұнбасы түзілгенше тамшылатып құяды. Сонан кейін түзілген тұнба ерігенше KI ерітіндісінің тағы да бірнеше тамшысын қосады. Алынған ерітіндінің түсі қандай? Ерітіндінің түсі K^+ , I^- , Bi^{3+} иондарына байланысты ма? Комплексті қосылыстың түзілу және диссоциациялану реакцияларының теңдеулерін және оның координациялық формуласын жазыңыздар. Bi^{3+} -ионының координациялық саны 4-ке тең.

7.3. Темір (III)-тің жай және комплексті иондарының арасындағы айырмашылық

а) 1-2 мл FeCl_3 ерітіндісіне аздап KSCN ерітіндісін қосады. Реакция теңдеуін жазыңыздар. Бұл реакция Fe^{3+} -ионына тән, сондықтан осы ионды анықтау үшін сапалық реакция ретінде қолданылады.

б) FeCl_3 -тің орнына $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ерітіндісін алып, алдыңғы тәжірибені қайталап, Fe^{3+} -ионының бар немесе жоқ екендігіне көз жеткізеді.

в) бір пробиркаға аздап FeCl_3 , екіншісі пробиркаға $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ерітінділерін құяды және әрқайсысына бірдей мөлшерде FeSO_4 ерітіндісін қосады. Бірінші пробиркада ешқандай өзгеріс жоқтығын, ал екінші пробиркада «турнбулл көгі» деп аталатын $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ тұнбасының түзілуін түсіндіріңіздер. Реакция теңдеулерін молекулалық және иондық түрде жазыңыздар.

Турунбулл көгінің түзілуі $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ комплексті ионына тән реакция.

7.4. Комплексті иондардың беріктігі және күйреуі

7.1 (а) тәжірибеде алынған $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ерітіндісін алады. Пробиркаға бөліп құйып, төмендегі тәжірибелерде пайдаланады.

а) алынған $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ерітіндісінің 1-2 мл-ін құйып, оған мырыштың түйірін қосады. Қандай өзгеріс байқалады? Zn^{2+} -ионының координациялық саны 4-ке тең екенін ескеріп, мырыш-

аммиакты комплексінің түзілу реакциясының теңдеуін жазады. Комплексті иондардың тұрақсыздық константасы таблицасын пайдаланып, мырыштың күмісті оның аммиакатты комплекс ионынан ығыстыру себебін түсіндіріңіздер.

ә) екі пробиркаға бірдей мөлшерде AgNO_3 ерітіндісін құяды, біреуіне NaOH , екіншісіне KI ерітінділерін қосады. Байқалған өзгерістерді жазады. Бұл реакциялар Ag^+ -ионына тән және оны анықтау үшін пайдаланылады. Реакция теңдеуін құрастырыңыздар.

б) алынған $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ерітіндісін 1мл-ден екі пробиркаға құяды. Біреуіне NaOH , екіншісіне KI ерітінділерін қосады. Қандай өзгеріс байқалады? $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ комплексті ионының диссоциациялану теңдеуін және оның тұрақсыздық константасының өрнегін жазыңыздар. Комплексті ионның диссоциациялану теңдеуін және ерігіштік көбейтіндісі ережесін еске ала отырып, байқалған құбылыстарға түсінік беріңіздер.

в) пробиркада AgCl тұнбасын алады. Енді ол толық ерігенше 1 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісін қосады. $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ түзілу реакциясының теңдеуін жазыңыздар. Түзілген комплексті қосылыс ерітіндісіне KI ерітіндісін қосыңыздар. Нәтижесін д-тәжірибесінің нәтижесімен салыстырыңыздар. Аммиакты және тиосульфатты күміс комплекстері тұрақсыздық константасының формуласын жазып, в және д-тәжірибелерінің нәтижесіне қарап, қай константаның мәні жоғары екенін тұжырымдаңыздар. Қорытындысын анықтама кестемен тексеріңіздер.

г) алынған $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ерітіндісінен пробиркаға 1-2 мл құйып, тұнбаға түскенше сұйытылған HNO_3 қосу керек. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ мен $[\text{NH}_4]^+$ -иондарының тұрақсыздық константасын, сәйкесінше $6,8 \cdot 10^{-8}$ және $6,0 \cdot 10^{-10}$ тең деп алып, байқаған құбылыстарды түсіндіріңіздер.

д) екі пробиркаға бірдей көлемді CuCl_2 ерітіндісін құяды. Біреуіне NaOH , екіншісіне $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ерітіндісін қосады. Түзілген тұнбалардың түстерін белгілеп алады. Бұл реакцияларды Cu^{2+} -ионын анықтау үшін пайдалануға болады. Реакция теңдеулерін жазыңыздар. 10.1(б) тәжірибедегі алынған $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ерітіндісін бірдей етіп екі пробиркаға бөледі. Біреуіне NaOH , ал екіншісіне $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ерітіндісін қосады. Қандай өзгеріс байқалады? Реакция теңдеулерін жазыңыздар. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ мен CuS ерігіштік

көбейтіндісіне және $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ -ионының тұрақсыздық константасына сүйене отырып, байқаған құбылыстарды түсіндіріңіздер.

7.5. Қос тұздың диссоциациялануы

Сілті ерітіндісін пайдаланып, реакциялар жасап, темір аммоний ашудасының $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ерітіндісіне NH_4^+ , Fe^{3+} және SO_4^{2-} иондары бар екенін көрсетіңіздер. Жасалған реакциялардың иондық теңдеулерін жазыңыздар. Темір аммоний ашудасының электролиттік диссоциациялану теңдеуін құрыңыздар. Қос тұздар мен комплексті қосылыстар арасындағы өзгешеліктер мен ұқсастықтар қандай?

7.6. Комплекстің түзілуіне ерітінділер концентрациясының әсері

Пробиркадағы CoCl_2 ерітіндісінің бірнеше тамшысына концентрленген KSCN ерітіндісін құяды. Ерітіндіде $\text{K}_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$ комплексті тұз түзілу салдарынан ерітіндінің өзгеруін байқайды. Реакция теңдеулерін жазыңыздар. Ерітінділердің концентрациялары комплекс түзілуге қалай әсер етеді?

7.7. Аквакомплексстердің гидраттық изомериясы

Хром кристаллогидраты $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ әртүрлі түске бояған изомерлер түзеді:

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Күлгін түсті	қою жасыл түсті	ашық жасыл түсті

Ерітіндіде үш изомер тепе-теңдік күйде болады. Тепе-теңдік күйі – әртүрлі факторларға, атап айтқанда, температураға өте күшті тәуелді.

Екі пробиркаға $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ біраз кристалдарын салып, суда ерітеді. Бірінші пробирканы штативке қойып, екіншісін қайнап

тұрған су моншасында қыздырады. Ерітіндінің түсінің өзгеруін байқайды. Байқалған өзгерістерге түсінік беріңіздер.

Сұрақтар:

1. Комплексті (кешенді қосылыстар туралы) түсінік беріңіздер.
2. Координациялық теорияның негізгі қағидаларын сипаттаңыздар.
3. Комплексті қосылыстардың жіктемесі туралы баяндаңыздар.
4. Комплексті қосылыстардың атауларын құруды түсіндіріп, мысалдар келтіріңіздер.
5. Комплексті қосылыстардың маңызын түсіндіріңіздер.

8. ЕРІТІНДІЛЕР

А) Сұйықтықтардың тығыздығын анықтау

Сұйықтықтардың тығыздығы **ареометр** көмегімен (жуықтай) анықталады. Ол үшін сұйықтықты шыны цилиндрге құйып, оған цилиндр қабырғасына тигізбей, ареометрді біртіндеп батырады (тастап жіберуге болмайды).

Зат құрамында қоспа болса, оның тығыздығы да таза заттан басқаша болады. Ареометр сұйықтық бетінде қалқымауы немесе батып кетпеуі керек. Сұйықтықтың деңгейі ареометр шкаласына сәйкес келуі керек. Егер сынауға өте ауыр немесе өте жеңіл ареометр алынса, оны шығарып, сумен шайып, сүртеді, содан кейін ареометрлер қорабындағы өз орнына салып, одан жеңілін немесе ауырын алады. Сұйықтық бетінің деңгейіне сәйкес ареометр шкаласының көрсеткіші осы сұйықтықтың тығыздығына сәйкес келеді. Тығыздықты анықтағаннан кейін ареометрді жақсылап жуып, сүртіп, орнына салады.

Оқытушы берген қышқыл және негіз ерітінділерінің тығыздығын анықтап, анықтамалардан олардың массалық үлесінің пайызбен көрсетілген мәнін алыңыздар.

Б) Әртүрлі концентрациялы ерітінділер дайындау

1. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – тұзынан: молярлық концентрациясы 0,05 моль/л 50 мл ерітінді.

2. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – тұзынан Na_2CO_3 массалық үлесі 10 % – 100 г ерітінді.

3. Концентрленген тұз қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 10 % – 100 мл ерітінді.

4. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,3 моль/л $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ тұзының 50 мл ерітіндісі ($C_n = 0,3$ моль/л).

5. Молярлық концентрациясы 0,2 моль/л, көлемі 50 мл K_2CO_3 ерітіндісі.
6. Массалық үлесі 5 %, 200 г NaCl ерітіндісі.
7. Концентрленген күкірт қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 10 %, көлемі 25 мл ерітіндісі.
8. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,1 моль/л көлемі 50 мл $Al_2(SO_4)_3$ ерітіндісі берілген.
9. Молярлық концентрациясы 0,1 моль/л K_2CO_3 25 мл ерітіндісі.
 10. Массалық үлесі 2,5 % NaOH 50 г ерітіндісі.
 11. Концентрленген күкірт қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 5 % – 50 мл ерітінді.
 12. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,1 моль/л $Al_2(SO_4)_3$ 100 мл ерітіндісі.
 13. Молярлық концентрациясы 0,5 моль/л $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ тұзының 50 мл ерітіндісі.
 14. $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ тұзынан: $Al_2(SO_4)_3$ тұзының массалық үлесі 12 % – 100 г ерітіндісі.
 15. Концентрленген HNO_3 ерітіндісінен: қышқылдың массалық үлесі 10 % – 100 мл ерітінді.
 16. Эквиваленттің молярлық концентрациясы 0,05 моль/л тұзының 50 мл ерітіндісі.
 17. Концентрленген тұз қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 10 % – 100 мл ерітінді.
 18. Молярлық концентрациясы 0,05 моль/л $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ тұзының 50 мл ерітіндісі.
 19. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ кристаллогидратынан массалық үлесі 10 % Na_2CO_3 100 г ерітіндісі.
 20. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,3 моль/л $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ кристаллогидратының 25 мл ерітіндісі.
 21. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ кристаллогидратынан молярлық концентрациясы 0,5 моль/л 50 мл ерітінді.
 22. $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ кристаллогидратынан: $Al_2(SO_4)_3$ массалық үлесі 12 % – 100 мл ерітінді.
 23. Концентрленген тұз қышқылынан қышқылдың массалық үлесі 15 % – 25 мл ерітіндісі.
 24. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,05 моль/л $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ кристаллогидратының 50 мл ерітіндісі.

Сұрақтар:

1. Еріген заттың концентрациясы деген ұғымды түсіндіріңіздер.
2. Молярлық концентрация дегеніміз не?
3. Эквиваленттік концентрация дегеніміз не?
4. Молярлық концентрация дегеніміз не?
5. Массалық үлес дегеніміз не?
6. Титр дегеніміз не?
7. Күкірт қышқылының сулы ерітіндісін дайындаған кезде колбаға ең алдымен дистильденген су құйып алу қажет. Осының себебін түсіндіріңіздер.

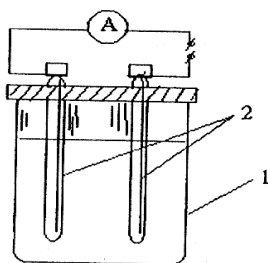
9. ЭЛЕКТРОЛИТТІК ДИССОЦИАЦИЯ

9.1. Электродиттік диссоциация процесін зерттеу

А) Кейбір электролиттердің ерітінділерінің электрөткізгіштігін салыстыру

Ерітінділердің электрөткізгіштігін зерттеу үшін арнайы қондырғы – электролизерді қолданады (3-сурет). Көлемі 50 мл стаканға (1) сәйкес ерітінді құйып, оған көмір электродтарын (2) салып, айнымалы токқа қосады. Басқа 4 стаканға 10 мл-ден 0,1 н сірке, тұз қышқылы және аммиак, күйдіргіш натр ерітінділерін құяды. Электрөткізгіштерін сынап, амперметрдің көрсетуін жазады, электродтарды біркелкі тереңдікке батыра отырып, электролиттерді күшінің өсуіне қарай орналастырады.

Әрбір сынақ алдында электродтарды жақсылап жуып, дистилденген сумен шайып отыру қажет.



3-сурет. Электролизер

Сыналған электролиттердің электрөткізгіштігі неге әртүрлі?
Осы электролиттердің диссоциациялану теңдеулерін жазып, оларға әрекеттесуші массалар заңын қолданады. Өлсіз электро-

литтердің диссоциациялану константаларының мәндерін анықтамалар бойынша анықтап, жұмыс дәптерге жазады.

Б) Диссоциациялану дәрежесіне сұйылтудың әсері

Стаканға концентрленген сірке қышқылының 10 мл-ін құяды. Бюретканы дистилденген сумен толтырып, ыдыс үстіне қойып, штативке бекітеді. Прибордың көмегімен қышқылдың электрөткізгіштігін сынайды, бюреткадан 2 мл су қосып, шыны таяқшамен араластырып, қайтадан электрөткізгіштігін сынап, амперметрдің көрсетуін жазады. Осындай 4-5 көрсеткіш жазып алады (әр жағдайда 2 мл су қосып отырады). Жиналған мәліметтерге сүйене отырып, ордината осіне ток күшін, абцисса осіне су көлемін белгілеп, ток күшінің қосылған су мөлшеріне тәуелділігін көрсететін қисығын сызады.

Теңдеулерді пайдалана отырып, сутек иондарының концентрациясымен 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 н сірке қышқылы ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесін есептейді. Диссоциациялану дәрежесінің сұйылтуға тәуелділігі қандай сипатқа ие?

В) Әлсіз электролиттердің диссоциациялану дәрежесіне аттас ионның әсері

Конус тәрізді екі пробиркаға 2-3 мл сұйытылған сірке қышқылын құйып, бір тамшыдан метилоранж ерітіндісі индикаторын қосады. Бір пробирканы салыстыру үшін қалдырып, ал екіншісіне микрошпательмен натрий ацетатының біраз кристалдарын салып, жақсылап араластырады. Екі пробиркадағы ерітінділер түсін салыстырып, сірке қышқылының диссоциациялану константасының өрнегін пайдаланып, оны түсіндіреді. Тепе-теңдікті аз диссоциацияланатын молекула түзілетін жағына қарай ығыстыру үшін әлсіз қышқыл ерітіндісіне қандай зат қосу қажет?

2-3 мл аммиак ерітіндісін құйған 2 пробирка алып, бір тамшыдан фенолфталеин қосады. Бір пробиркаға микрошпательмен аммоний хлоридінің біраз кристалдарын салып, жақсылап араластырады. Тұз қосқандағы ерітінді түсінің өзгеруін түсіндіреді. Тепе-теңдікті аз диссоциацияланатын молекула түзілетін жағына қарай ығыстыру үшін әлсіз негіз ерітіндісіне қандай зат қосу қажет?

Г) Сутек және гидроксил-иондарының концентрациясының өзгеруі

Екі пробиркаға 2 н тұз қышқылы ерітіндісінен 1 мл-ден құйып, оларға мырыш түйірін тастайды. Сутектің бөлінуі біркелкі бола бастағанда, бір пробиркаға 1 мл натрий ацетатының қаныққан ерітіндісін қосып, ал екіншісіне – 1 мл су қосады (екі пробиркада көлем бірдей болу үшін). Бірінші пробиркада реакция жылдамдығының азаюын түсіндіреді. Сутек иондарының концентрациясын азайту үшін қандай заттар қосуға болады?

Д) Иондық реакциялар

Бір пробиркаға 2 мл CH_3COONa ерітіндісін, екіншісіне – дәл осындай аммоний хлориді ерітіндісін құю керек. Біріншісіне 2-3 мл сілті ерітіндісін қосады. Екеуін де иіскеп сынау керек (қалай?). Молекулалық және иондық түрде реакция теңдеулерін жазады.

2 пробиркаға 3 мл-ден ерітінді алады: біреуіне мыс сульфатынан, екіншісіне – никель сульфатынан. Осыдан кейін әрқайсысына тартпа астында тұрған жаңа дайындалған күкіртсутек суынан 2-3 мл қосады. Молекулалық және иондық реакциялар теңдеулерін жазады.

Сұрақтар:

1. Әлсіз және күшті электролиттерге сипаттама беріңіздер және мысалдар келтіріңіздер.
2. Диссоциациялану константасы туралы түсінік беріңіз және формуласын жазыңыз.
3. Диссоциациялану дәрежесі дегеніміз не?
4. Әлсіз электролиттердің диссоциациялану дәрежесіне аттас ионның әсері қандай?
5. Диссоциациялану дәрежесіне сұйылту қалай әсер етеді?

10. БУФЕРЛІ ЕРІТІНДІЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

10.1. Буферлі ерітінділерді дайындау және зерттеу

А) буферлі ерітінділерді дайындау. Диаметрі бірдей 6 пробиркаға 0,1 н сірке қышқылы және 0,1 н натрий ацетаты ерітінділерінен 9-кестеде көрсетілгендей мөлшерде құйыңыздар.

8-кесте

Ерітінділер, мл	№ пробиркалар					
	1	2	3	4	5	6
0,1 н сірке қышқылы, мл	4,5	4	2,5	1,5	1	0,5
0,1 н натрий ацетаты, мл	0,5	1	2,5	3,5	4	4,5
Есептелген рН мәні	3,7	4,0	4,6	5,0	5,2	5,6
Тәжірибе кезінде табылған рН мәні						

Пробиркалардағы ерітінділерді араластырып, әрқайсысының үстіне 2 тамшы универсалдық индикатордан қосады. Универсалдық индикатор – бұл рН мәнін анықтауға мүмкіндік беретін индикаторлардың қоспасы. Пайда болған ерітінді бояуларын универсал индикаторлардағы түсті кестемен салыстырып, әрбір пробиркадағы буферлік жүйенің рН мәнін табады және кестеге енгізеді.

Тәжірибе кезінде анықталған рН мәндерін есептелген рН мәндерімен салыстырады.

Сутек иондарының концентрациясы мынадай формуламен есептеледі:

$$[H^+] = K_{[қышқыл]} / \alpha \cdot [Tұз]$$

Осыдан кейін ерітіндінің рН мәні анықталады.

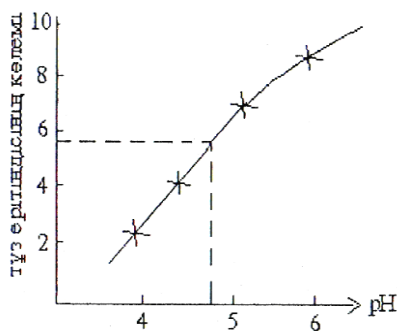
Сірке қышқылының диссоциациялану константасы $1,86 \cdot 10^{-5}$, ал 0,1 н натрий ацетатының диссоциациялану дәрежесі 0,79-ға тең.

$$[H^+] = 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 2,5 / 2,5 \cdot 0,79 = 2,3 \cdot 10^{-5}$$

$pH = -\lg[H^+]$ екенін ескере отырып, оның мәнін табамыз:

$$-\lg[H^+] = -\lg 2,3 + 5 = -0,36 + 5 = 4,6 \text{ pH} = 4,6$$

pH мәндері мен тұздың көлемдері бойынша буферлік қисықтың градиенттік көрінісін, яғни буферлік қоспаның pH мәні мен қышқыл және оның тұзының көлемі арасындағы қатынасқа тәуелді қисық тұрғызамыз. 4-суретте көрсетілгендей, ордината осіне pH мәні салынады.



4-сурет. Буферлі қисық

Буферлі қисықтың көмегімен сутегі иондарының кез келген концентрациясынан тұратын буферлік қоспадағы қышқыл мен тұздың көлемін есептеп табуға болады. Бұл үшін абсцисса осінен pH-тың берілген мәнін табады және осы нүктеден буферлік қисықты қиып өткенше перпендикуляр жүргізеді. Қисықтағы табылған нүктені абсцисса осіне параллель түзу арқылы ордината осімен қосады. Осылайша, қышқыл мен тұздың көлемін анықтайды. Мысалы, pH = 4,7-ге тең ацетатты буфер дайындау үшін қажетті қышқыл мен тұзды 5,6 : 4,4 қатынаста алу керек, 4-суреттегі графикте көрсетілгендей.

Б) Буферлі ерітіндінің рН-на қышқыл мен сілтінің әсері

рН мәні беске тең ерітіндісі ($V = 5$ мл) бар пробиркаға 2 тамшы метил қызыл индикаторынан тамызады. Осыдан кейін 2-пробиркаға 3-4 тамшы 0,1 н тұз қышқылы ерітіндісінен, ал үшіншісіне 3-4 тамшы 0,1н NaOH ерітіндісінен қосады. Ерітінділерді шайқайды, екінші және үшінші пробиркалардағы ерітінділердің түсін 1-пробиркадағы ерітіндімен салыстырады. Қышқыл және сілті қосқанда ерітінділердің түсі өзгермегендігіне назар аударады. Сонымен, буферлік ерітіндіге қосылған қышқыл мен сілтінің едәуір мөлшері жүйенің рН мәніне әсерін тигізбейді.

В) Буферлі ерітіндінің рН мәніне сұйылтудың әсері

Үш пробиркаға рН = 5 буферлі ерітіндінің белгілі көлемінен құяды: 1-шіге 6 мл, 2-шіге 3 мл және үшіншіге 2 мл. Барлық үш пробиркаға 2 тамшы метил қызыл индикаторынан тамызады, осыдан кейін екінші пробиркаға 3 мл, үшінші пробиркаға 4 мл дистилденген су қосып араластырады. Екінші және үшінші пробиркалардағы ерітінділерді бірінші пробиркадағы ерітіндімен салыстырады. Барлығы да өзгеріссіз қалады. Сонымен, сұйылту буферлі ерітінділердің рН мәнін айтарлықтай өзгертпейді.

Г) Ерітінділердің буферлік сыйымдылығын анықтау

Колбаға рН = 5 буферлік ерітіндіден 10 мл құйып, үстіне 3 тамшы метил қызыл ерітіндісінен қосып, 0,1 н NaOH ерітіндісімен сары түс пайда болғанша ($\text{pH} \approx 6,0$) титрлейді. Ацетатты қоспаның буферлік сыйымдылығын төменде көрсетілгендей есептейді.

Есептеу тәсілі: мәселен, 10 мл буферлі қоспаны титрлеуге 4,8 мл сілті жұмсалады дейік. Сонда 1 л қоспаны титрлеуге мынадай көлем жұмсалады.

$$V = 4,8 \cdot 1000/10 = 480 \text{ мл}$$

Буферлік сыйымдылық немесе берілген көлемдегі сілтінің В мг/экв саны мынадай формуламен есептеледі:

$$B = N \cdot V,$$

мұндағы N – сілтінің нормалдылығы немесе 1 мл-дегі мг/экв мөлшері (берілген жағдайда $N = 0,1$); V – сілтінің көлемі, яғни $B = 0,1 \cdot 480 = 48$

Д) Буферлік сыйымдылыққа сұйылтудың әсері

Колбаға 1 мл буферлі ерітінді ($pH = 5$), 9 мл су және 3 тамшы метил қызыл ерітіндісінен құяды. Осы ерітіндінің буферлі сыйымдылығын 6.4. жұмыста көрсетілгендей тәсілмен анықтайды. Алынған нәтижені сұйытылмаған буферлі ерітіндінің буферлік сыйымдылығымен салыстыра отырып, қорытынды жасайды.

Сұрақтар:

1. Буферлі ерітінділер дегеніміз не?
2. Буферлі ерітінділердің тірі ағзаларда атқаратын рөлін түсіндіріңіздер.
3. Заттарды анализдеу әдістерінде буферлі ерітінділерді не үшін қолданады?
4. Фосфаттық және карбонаттық буферлік жүйелердің қызметінің механизмін түсіндіріңіздер.
5. Буферлі ерітінділерді дистилденген сумен сұйылтқан кезде олардың pH -ы өзгере ме?

11. ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗИ

Гидролиз реакцияларын жүргізу және зерттеу

А) Әртүрлі тұздардың гидролизі нәтижесінде ортаның өзгеруі

6 пробиркаға 1/3 көлемін алатындай етіп лакмустың нейтрал ерітіндісін құяды. Біреуі салыстыру үшін қалдырылып, қалғандарына бір микрошпательден мына тұздар салынады: біріншісіне – натрий ацетаты, екіншісіне – алюминий хлориді, үшіншісіне – натрий карбонаты, төртіншісіне – аммоний карбонаты, бесіншісіне – калий хлориді.

Ерітінділерді араластырады (шыны таяқша әрбір жағдайда таза болуы шарт). Лакмус түсінің өзгеруі бойынша әрбір тұз ерітіндісіндегі ортаның өзгеруі туралы тұжырым жасайды.

Алынған нәтижелерді 10-кестеге жинақтайды.

10-кесте

Реттік нөмірі	Тұздың формуласы	Лакмус түсі	Ортаның өзгеруі (қышқылдық, негіздік немесе нейтрал)	Ортаның рН мәні (рН < 7, рН = 7, рН > 7)

Зерттелген тұздардың қайсысы гидролизге ұшырайды? Гидролиз реакцияларының иондық және молекулалық теңдеулерін жазыңыздар, әрбір тұздың гидролизінің түрін көрсетіңіздер: сатылы гидролиз жағдайында реакция теңдеуін тек бірінші саты үшін жазылады, өйткені іс жүзінде реакция баяу жүреді. Тұздар ерітінділеріндегі ортаның өзгеруі туралы жалпы қорытынды жасайды:

- а) күшті негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұздың гидролизі;
- ә) әлсіз негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұздың гидролизі;
- б) әлсіз негіз бен әлсіз қышқылдан түзілген тұздың гидролизі;
- г) күшті негіз бен әлсіз қышқылдан түзілген тұздың гидролизі.

Б) Гидролиз барысында негіздік және қышқылдық тұздардың түзілуі

а) алюминий ацетатының түзілуі және гидролизі

Пробиркаға 2-3 мл алюминий хлоридінің ерітіндісімен дәл сондай көлемдегі натрий ацетатының ерітіндісін құйып, пробирканы штативке бекітіп, қайнауға дейін ысытылған су моншасына салады. Реакция нәтижесінде алюминий ацетаты түзілуі тиіс. Бірақ реакция сулы ортада жүргендіктен түзілетін алюминий ацетаты гидролизге ұшырайды, сол себептен реакция нәтижесінде негіздік тұз түзіледі, ол алюминий гидроксоацетаты – $Al(OH)_2CH_3COO$. Алюминий ацетаты түзілуінің молекулалық теңдеуін және оның гидролизденуінің иондық теңдеуін жазады. Түзілген негіздік тұз тұнбасы гидролиздің қай сатысында пайда болады? Қандай тұздар гидролизденгенде негіздік тұз түзіледі?

б) натрий сульфитінің гидролизі

Пробиркаға оның 1/3 көлемін алатындай етіп су құйып, содан кейін 1-2 микрошпатель натрий сульфитінің кристалдарын салып, шыны таяқшамен араластырады. Индикатор қағазына осы ерітіндінің 2 тамшысын тамызып, рН мәнін таба білу. Анықталған рН мәні ерітіндіде қандай иондар бар екеніне нұсқайды? Қандай үдерістің нәтижесінде бұл иондар пайда болды? Күкірт оксидінің иісі шықпағандықтан, күкіртті қышқылдың түзілмегеніне көз жеткізу. Натрий сульфитінің гидролизі қай сатыда басымырақ жүреді? Ол гидролизденгенде қандай тұз шығады?

Натрий сульфитінің гидролизінің молекулалық және иондық теңдеулерін жазады.

В) Екі тұздың бірге жүретін гидролизі

Екі пробиркаға 2-3 мл алюминий хлоридінің ерітіндісін құяды. Бірінші пробиркаға дәл сондай көлемде аммоний суль-

фидінің ерітіндісін, екіншісіне – натрий карбонатының ерітіндісін қосады. Бірінші пробиркада күкіртсутек (иісінен), ал екіншісінде көміртек (IV) оксидінің (көпіршектерінен) бөлінгенін белгілейді. Екі жағдайда да тұнбаға алюминий *гидроксиді түседі*.

Г) Тұздардың гидролиздену дәрежесіне әсер ететін факторлар:

1) Тұз түзетін қышқыл мен негіз күшінің тұздың гидролиздену дәрежесіне әсері

Екі пробиркаға олардың 2/3 көлемін алатындай етіп дистилденген су құяды. Бір пробиркаға микрошпательмен натрий сульфитінің, ал екіншісіне натрий карбонатының кристалдарын салады. Екі пробиркаға да бір тамшыдан фенолфталеин қосады. Натрий сульфиті мен карбонаты гидролизінің бірінші сатысының иондық теңдеулерін жазады. Қай тұздың ерітіндісінде фенолфталеиннің бояуы қанығырақ? Қай ерітіндіде OH^- иондарының концентрациясы жоғарырақ?

Тұз түзетін қышқыл мен негіз күшінің тұз гидролизіне әсер етуі туралы жалпы қорытынды жасайды.

2) тұздың гидролиздену дәрежесіне температураның әсері

Пробирканың жартысына дистилденген су құйып, оған 1 микрошпатель натрий ацетатын қосады. Осы тұздың гидролизінің иондық теңдеуін жазады. Натрий ацетаты ерітіндісінің рН мәні қандай, 7-ден аз ба, көп пе?

Пробиркаға бір тамшы фенолфталеин қосып, қайнағанға дейін ысытылған су моншасына салады.

Фенолфталеиннің бояуы өзгергеніне негіздей отырып, ерітіндіде иондардың концентрациясы өзгеруі туралы қандай қорытынды жасауға болады? Гидролиз тепе-теңдігі қай бағытқа ығысады? Тұздың гидролиздену дәрежесіне температураның әсері туралы қорытынды жасайды. Бұл әсердің себебін көрсетеді.

3) тұз гидролизіне ерітіндіні сұйылтудың әсері

Пробиркаға 2-3 мл сурьма (III) хлориді ерітіндісін құйып, сурьма оксохлориді SbOCl тұнбасы түскенше тамшылап су құяды. Бұл тұнба гидролиздің екінші сатысында $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{Cl}$ -дан суды

бөліп алу нәтижесінде түзіледі. Сурьма (III) хлориді гидролизінің бірінші және екінші сатысының иондық теңдеуін және оның гидролизінің жалпы теңдеуін жазады. Сурьма хлориді гидролизінің бірінші сатысының константасын есептейтін формуланы жазады. Осы тұздың гидролиздену дәрежесіне сұйылту қалай әсері ететінін осы константа көмегімен көрсетеді. Қандай реактив қосу арқылы $SbCl_3$ гидролиздену дәрежесін азайтуға болады? Тұжырымдарды тәжірибемен тексереді. Сұйылтудың тұздың гидролиздену дәрежесі әсері туралы жалпы қорытынды жасайды. Қандай тұздың гидролиздену дәрежесі сұйылтқанда өзгермейді?

4) сутек иондарының концентрациясының өзгеруінің тұздар гидролизіне әсері

Пробиркаға 8-10 мл дистилденген су мен 1 микрошпатель қалайы (II) хлориді кристалдарын алады. Ерітіндіні шыны таяқшамен араластырады. Түзілген ақ тұнба екі валентті қалайының негіздік тұзы $Sn(OH)Cl$ болып табылады. Қандай үдерістің нәтижесінде осы тұз түзілді? Сәйкес реакцияның иондық теңдеуін жазады. Түзілген тұзды еріту үшін ерітіндідегі қандай иондардың концентрациясын көбейту керек? Тұжырымды тәжірибемен тексереді.

Сұрақтар:

1. Гидролиз дегеніміз не?
2. Гидролизге ұшырау қабілетіне қарай тұздар қандай топтарға бөлінеді?
3. Гидролиз дәрежесі дегеніміз не?
4. Гидролиз константасы дегеніміз не?
5. Мыс сульфаты ерітіндісін дайындаған кезде аз мөлшерде күкірт қышқылын қосудың себебін түсіндіріңіздер.

12. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

Жай заттардың қатысымен жүретін тотығу-тотықсыздану реакциялары

А) Йодид ионның броммен тотығуы

3-4 тамшы калий йодиді ерітіндісіне осынша көлемдегі бром суын қосу. Бром суы артық мөлшерде болмасын. Алынған ерітіндіге 3-4 тамшы крахмал қосып, ерітіндінің түсін белгілеу.

Б) Күкіртсутек суының йодпен тотығуы

8-10 тамшы қаныққан күкіртсутек суына йодтың түсі өзгергенше тамшылатып йод суын (калий йодидіндегі йод ерітіндісі) қосу. Ептеп ерітіндіні тұнбадан бөліп басқа пробиркаға құйып алып, оған 1-2 тамшы хлорсутек (2 моль/л) және 2-4 тамшы барий хлориді ерітінділерін қосу. Ерітіндіде қандай өзгешеліктер байқалады?

В) Металдардың тотықсыздандырғыштық қасиеттері

3 пробирканың біреуіне мырыш, екіншісіне – темір, үшіншісіне – мыс түйірлерін салып, оларға 5-6 тамшы қорғасын нитраты ерітіндісін қосу. Бірер минуттан кейін металдар түйірлерінің сыртында қорғасынның жылтыр кристалдарының түзілгенін байқауға болады. Қай жағдайда және неліктен металдар мен Pb-иондарының арасында электрондар алмасу байқалмайды? Тура сол мөлшерде жоғарыдағы металдарды тағы 3 пробиркаға салып, әрқайсысына 6-7 тамшы сынап (I) нитратын қосып, тәжірибені қайталау. Барлық 3 пробиркада сынап бөлінгені байқала ма?

Г) Теріс тотығу дәрежелі атомдардың тотықсыздандырғыштық қасиеттері

2 пробиркаға 2-3 тамшы бром суын құю. Енді біреуіне бірнеше тамшы күкіртсутек суын, ал екіншісіне аммиақтың 25 %-ті ерітіндісінен қосу. Ерітінділердің түстері қалай өзгереді? Бром мен күкіртсутек әрекеттескенде шығатын заттардың біреуі күкірт, ал екіншісі аммиактан түзілетін азот екенін ескере отырып, реакция теңдеулерін жазу.

Д) Ең жоғары тотығу дәрежесіндегі элементтер атомдарының тотықсыздандырғыш қасиеттері

Ең жоғары тотығу дәрежесіндегі мына элементтер: күкірт, хром, висмут, титан атомдарының электрондық формулаларын және графикалық кескіндерін жазу. Ақырғысына негізделе отырып, олардың химиялық реакцияларда тотықтырғыш әлде тотықсыздандырғыш бола алатындығын шешу. Өздерінің тұжырымдарыңды тексеру үшін мына тәжірибені жасаңдар.

Пробиркаға 3-4 тамшыдан күкіртсутек суын алу. Біріншісіне 2-3 тамшы күкірт қышқылын ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) қосу. Ерітіндінің лайлануы күкірт түзілуімен байланысты. Өзінің әрбір тотығу дәрежесінде күкірт қандай қасиеттер көрсетеді?

Екінші пробиркаға 3-4 тамшы хлорсутек қышқылын (2 моль/л) қосу. Тұнба неге түспейді? Енді жасыл түс пайда болғанша 1-2 тамшы калий дихроматының ерітіндісін қосу. Ерітінді неге лайланды?

Үшінші пробиркаға 2-3 тамшыдан марганец (II) сульфатының және азот қышқылының (2 моль/л) ерітінділерін құйып, сосын бір микрошпатель натрий висмутатын қосу. Күлгін түс пайда болуы Mn^{2+} ионының перманганат ион MnO_4^- дейін тотығуын көрсетеді.

Төртінші пробиркаға 4-5 тамшы титан (IV) оксосульфатының ерітіндісіне 2-3 тамшы күкірт қышқылын (эквивалентінің молярлық концентрациясы 4 моль/л) құйып, сосын мырыш түйірін салу. Күлгін түс пайда болуы титан (IV) титан (III)-ке дейін тотықсыздандырылғанын көрсетеді.

Жасалған тәжірибелермен жоғарыдағы тұжырымдар дәлелденді.

Ж) Молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздану реакциясы

а) аммоний дихроматының молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздануы

Бір жапырақ асбест үстіне аммоний дихроматынан кішкене төбешік жасау. Оның үстіне жанған сіріңке апарып, реакция жүргенше балқыған кристалдарды қыздырып, «жанартаудың атылуын» байқау. Реакция жүруінің өзгешеліктері мен өнімдеріне көңіл бөлу.

б) калий перманганатының молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздануы

Құрғақ пробиркаға 1-2 микрошпатель калий перманганатын салып, жанарғының азғантай жалынына қыздыру. Пробирка аузына бұрын дайындалған бықсыған шырақ апару. Газ бөлініп біткен соң, пробирканы суытып, оған 6-8 тамшы су қосу. Шыққан ерітіндінің түсі қандай? Ерітіндіні тұнбадан бөліп алу. Сұйылтқанда, әсіресе бір тамшы сұйылтылған күкірт қышқылын қосқанда, ерітінді түсі қалай өзгерді? Тұнба түзілуін байқау. Реакция теңдеуін жазу.

Е) Тотығу-тотықсыздану процестерінің жүруіне ортаның әсері

3 пробиркаға 3-4 тамшыдан калий перманганаты ерітіндісін құю. Бірінші пробиркаға 3-4 тамшы күкірт қышқылы ерітіндісін екіншісіне осынша су, ал үшіншісіне сілті ерітіндісін қосу. Осыдан кейін 3 пробиркаға да 2 микрошпательден кристалданған калий нитритін салып, кристалдар түгел ерігенше пробиркаларды айналдырып тұру. 3-4 минут өткеннен кейін үш жағдайда да ерітінділер түсінің өзгеруін белгілеу. Марганец қосылыстары оның әрбір тотығу дәрежесінде сипаттаушы түстері әртүрлі екенін білу керек: MnO_4^- – күлгін түсті, MnO_4^{2-} – жасыл, Mn^{2+} – ионы өте әлсіз қызғылт түсті, ал концентрациясы өте аз болса тіпті түссіз болады.

И) Калий перманганатын қымыздық қышқылымен тотықсыздандыру

Пробиркаға 5-6 тамшыдан қымыздық қышқылы мен хлорсутек қышқылы (2 моль/л) ерітінділерін алу керек. Стакандағы ыстық суда 4-5 минут пробирканы ұстап, 70-80 °С-қа дейін жылыту. Енді пробирканы алып, әрбір тамшы қосқан сайын ерітіндіні араластырып, бірнеше тамшы калий перманганаты ерітіндісін қосу. Кейінгі ерітіндінің түсі өзгеруін байқау. Қандай газ бөлінеді?

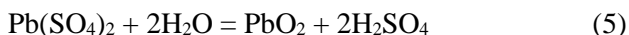
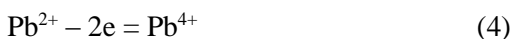
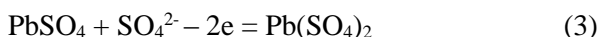
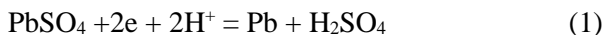
Сұрақтар

1. Тотығу дәрежесі дегеніміз не?
2. Маңызды тотықтырғыштарды атап өтіңіздер.
3. Маңызды тотықсыздандырғыштарды атап өтіңіздер.
4. Тотығу дегеніміз не?
5. Тотықсыздану дегеніміз не?
6. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіру әдістерін атап өтіңіздер және мысалмен түсіндіріңіздер.

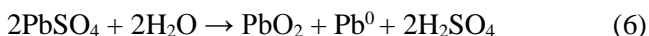
13. ХИМИЯЛЫҚ ТОҚ КӨЗДЕРІ

13.1. Қорғасын электродтарында белсенді қабатты қалыптастыру

Электролизерге екі қорғасын пластинасы орналастырылады. Электролизерге күкірт қышқылы ерітіндісі құйылады. Бұл кезде қорғасын элементінің химиялық қасиетіне байланысты қорғасын пластиналарының беті қорғасын сульфатымен қапталады (айта кететін мәселе: өнеркәсіпте аккумуляторлар жасаған кезде қорғасын пластиналарының орнына бірден қорғасын сульфаты алынады). Ең алдымен, осындай жағдайда электродтар арасында электр қозғаушы күштің жоқ екеніне көз жеткіземіз. Кейін электродтарды тізбекке қосып, суреттегідей ток жібереміз. Біраз уақыт өткеннен кейін (тәжірибеде 15 минут) 0, 6 амперге тең ток жіберіледі. Осыдан кейін тізбекті ток көзінен ажыратып, тағы да электр қозғаушы күштің мәнін өлшейміз және жазып аламыз. Демек, бұл тәжірибе қорғасын аккумуляторының моделін көрсетеді және оның зарядталуын сипаттайды. Әдебиет көздерінен алынып, жүретін реакциялар жазылады:

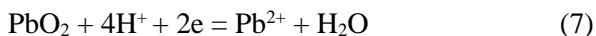


Реакцияның толық күйде жазылуы:



Жүретін реакцияларды түсіндіреміз: жүйе арқылы ток жібергенде, қорғасын электродының біреуі теріс зарядты, ал екіншісі оң зарядты болады. Теріс зарядты электродта тотықсыздану процесі жүреді (1-реакция). Бұл кезде электрод бетінде борпылдақ кара тұнба пайда болады, демек, қорғасын металдық күйге дейін тотықсызданды (2-реакция осы процестің иондық түрін сипаттайды). Оң зарядты электродта тотығу процесі жүреді, бұл кезде қорғасынның тотығу дәрежесі 4+-ке дейін өседі, түзілген сульфат сулы ортада қорғасын диоксидіне айналады. Электрод беті қорғасын диоксидімен қапталады. Осы реакциялар жүргеннен кейін жүйені ток көзінен ажыратқан кезде электр қозғаушы күштің пайда болғанын байқаймыз. Демек, қорғасын бетінде оксидтің қалыптасуы, аккумулятордың зарядталу процесін сипаттайды.

Зарядталу кезінде түзілген металл күйіндегі қорғасын разрядталу кезінде тотығады, ал қорғасын диоксиді тотықсызданады. Осының нәтижесінде жүйе ток көзі ретінде қызмет атқарады. Разрядталу кезінде жүретін реакциялар:



Реакцияның толық күйде жазылуы:



Бұл жұмыстың мазмұны қорғасын аккумуляторында разрядтау-зарядтау жүргізуге негізделген.

6-суретте көрсетілген қондырғы жиналады. Электролизер ретінде көлемі 100 мл-ге тең, қақпағы бар шыны стакан қызмет етеді. Электролизердің қақпағына ауданы 30×40 мм-ге тең екі қорғасын пластинасы бекітіледі. Электролизерге тығыздығы 1,25 г/мл-ге тең күкірт қышқылы ерітіндісінің 50 мл-і құйылады, электролизердің қақпағы жабылады, демек, қорғасын пластина-

лары (электродтар) күкірт қышқылы ерітіндісіне батырылады. Қорғасын электродтары арасындағы потенциалдар айырмасы нөлге тең екеніне вольтметр арқылы көз жеткізеді. Осыдан кейін электродтарды сыртқы тұрақты ток көзіне жалғайды. Бұл кезде пластиналардың полярлылығы маңызды емес. Тәжірибенің бірінші циклінде жүйе арқылы 15 минут бойы күші 0,6 А-ге тең ток жіберіледі. Осыдан кейін электролизер сыртқы ток көзінен ажыратылады. Вольтметр арқылы электродтар арасындағы потенциалдар айырмасы өлшенеді, осы мәнді жазып алу қажет. Осы тәжірибелік бөлімді жасап болғаннан кейін студенттер есеп беруі тиіс, сол кезде олар келесі сұрақтарға жауап береді.

Сұрақтар:

1. Тәжірибе жүргізу әдісін қысқаша сипаттаңыз.
2. Қорғасын аккумуляторын зарядтау және разрядтау кезінде оң зарядты және теріс зарядты электродтарда жүретін реакцияларды жазыңыз.
3. Сұрақтарға жауап беру үшін тотығу-тотықсыздану реакциялары тақырыбы бойынша мәліметтерді қайталаңыздар.
4. Тотығу дәрежесі туралы түсінік, реакцияларды теңестіру, электр қозғаушы күш, оны есептеу, тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүру мүмкіндігі туралы деректерді қайталаңыздар.

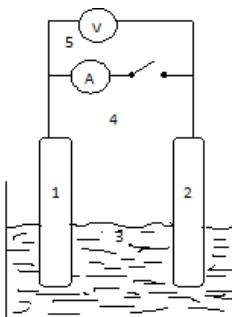
13.2. «Алюминий-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілуі

Қажетті құрал-жабдықтар: стакандар, алюминий электроды, графит электродтары, $K_3[Fe(CN)_6]$ (10г/л), $K_4[Fe(CN)_6]$ (10г/л), $NaCl$ (100 г/л).

Оқытушының көмегімен, ең алдымен, зертханада қондырғы жиналады және тәжірибе орындалады.

Тәжірибе бөлме температурасында электрод кеңістіктері бөлінбеген шыны ыдыста жүргізіледі. Темірдің екі және үш валентті тұздары ретінде – калий гексацианоферраты (II) – $K_4[Fe(CN)_6]$ және калий гексацианоферраты (III) – $K_3[Fe(CN)_6]$ қолданылды. Электродтар ретінде алюминий мен графит қолданылды, олар гальваникалық элемент ретінде қызмет атқарады және ерітіндіге батырылған кезде электр қозғаушы күш пайда болады. Ал электролит ретінде жоғарыда аталған темірдің кешен-

ді тұздары қосылған натрий хлориді ерітіндісі қолданылды. Электродтар вольтметрге тікелей жалғанып қойылды және электр қозғаушы күштің пайда болғаны байқалып, оның мәні өлшенді (6-сурет). Бірқатар уақыттан кейін тізбекке амперметр қосылып, қысқа тұйықталған токтың (ҚТТ) мәні өлшенді. Сонымен, жүйеде тотығу-тотықсыздануға қабілетті қосылыстар болған кезде, қолданылған электродтар жұбы химиялық ток көзі ретінде қызмет ете алатындығы көрсетілді. Химиялық ток көзінің пайда болуы ішкі тұйық тізбекте электродтарда орын алатын тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүруіне негізделген: алюминий электроды тотығады (иондалады) немесе темір (II) иондарының тотығуы іске асуы мүмкін, ал пайда болған бос электрондар сыртқы тізбек арқылы графит электродына өтеді. Бұл электрондар графит электродында темір (III) иондарының тотықсыздануына қатысады. Бұл кезде алюминий электроды гальваникалық элементтің теріс полюсі қызметін, ал графит электроды – оң полюсі қызметін атқарады. Тәжірибе орындалып болғаннан кейін студенттер алынған нәтижелерді жазып алады.



6-сурет. Алюминий – графит гальваникалық жұбындағы электр тогының түзілу құбылыстарын зерттеуге арналған қондырғының схемасы:
1 – алюминий электроды, 2 – графит электроды, 3 – натрий хлориді, темір (II) және (III) тұздары бар ерітінді, 4 – амперметр, 5 – вольтметр.

Сұрақтар:

1. Химиялық ток көздері туралы түсінік беріңіздер.
2. Алюминий-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілуін түсіндіріңіздер.
4. Жүретін тотығу-тотықсыздану реакцияларын жазыңыздар.

14. ЭЛЕКТРОЛИЗ

Мыс анодын қолданып, күкірт қышқылының ерітіндісінде электролиз жүргізу

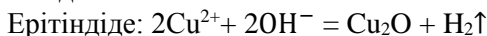
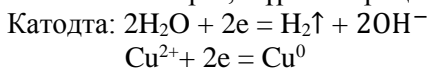
Стаканның $\frac{3}{4}$ көлемін алатындай концентрациясы 1 моль/л-ге тең күкірт қышқылының ерітіндісін құйып, графит және мыстан жасалған электродтарды ерітіндіге батыру. Графитті тұрақты ток көзінің теріс полюсіне (катод), ал мыс электродын – оң полюсіне (анод) жалғап, тізбек арқылы ток жібереді. Электролиз басталған кезде катодта сутек бөлінеді, ал біраздан кейін ерітінді көк түске боялады. Катодтың беті мыспен қаптала бастайды, сутектің бөліну жылдамдығы азаяды.

Байқалған құбылыстарды түсіндіру. Катодта және анодта жүретін реакцияларды жазу.

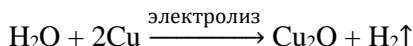
Біраздан кейін катодтың беті мыспен толығырақ қапталғанда, ток жіберуді тоқтатып, графит электродын 3-5 минуттай 10 %-тік азот қышқылымен өндеп, сумен жуу.

Мыс (I) оксидін алу

Стаканның $\frac{3}{4}$ көлемін алатындай 70-90 °С-қа қыздырылған натрий хлоридінің ерітіндісін құйып, екі мыс электродын салу. Тізбектен ток жіберіп, жүретін процестерді қадағалау.



Процестерді бірге қарастырғанда, былай жазуға болады:



Мыс (II) хлориді ерітіндісінің электролизі

U-тәріздес түтікке мыс (II) хлоридінің концентрациясы 0,5 моль/л ерітіндісін құйып, екі жағына екі графит электродын салу. Электродтарды ток көзіне жалғап, тізбек арқылы 5-10 минут ток жіберу. Осыдан кейін ток тізбегін ажыратса, катодтың беті мыспен қапталғаны көрінеді. Түтіктің анод тұрған бөлігіне KI (калий иодиді) және крахмал ерітіндісін тамызғанда қандай реакция жүреді? Электролиздің схемасын құрып, электродтарда жүретін реакциялардың теңдеулерін жазу. Тәжірибе аяқталғаннан кейін катод болған электродты 10 %-ті азот қышқылында 5 минут ұстап, сумен жуу. Ал анод болған электродты 3-5 минут калий гипосульфитіне салып, сумен жуу.

KI (калий иодиді) ерітіндісінің электролизі

U-тәріздес түтікке KI (калий иодиді) ерітіндісін құйып, 3-4 тамшы фенолфталеин қосу. Түтіктің екі бөлігіне графит электродтарын салып, тізбек арқылы 5-10 минуттай ток жіберіңіздер. Түтіктің катод тұрған бөлігінде газ бөлінеді және ерітіндінің түсі өзгереді.

Анод тұрған бөліктен 3-4 тамшы ерітінді алып, пробиркаға құйып, дистильденген су қосып, крахмал тамызса, ерітіндінің түсі көкке боялады. Байқалған құбылыстарды түсіндіру. Электролиз схемасын құрып, электродтарда жүрген реакциялардың теңдеулерін жазу.

Натрий сульфатының электролизі

U-тәріздес түтікке сия көк лакмус қосылған натрий сульфатының ерітіндісін құйып, екі электрод салып, тізбек арқылы ток жіберу. Электродтарда газ бөлінеді және ерітіндінің түсі өзгереді. Электролиз схемасын құрып, электродтарда жүретін реакциялардың теңдеулерін жазу.

Сұрақтар:

1. Электролиз деген ұғымға түсінік беріңіздер.
2. Катодта және анодта қандай процестер жүреді?
3. Сулы ерітінділерді электролизге ұшыратқанда, анодта қандай газ бөлінеді?
4. Сулы ерітінділерді электролизге ұшыратқанда, катодта қандай газ бөлінеді?
5. Фарадей заңдарын сипаттаңыздар.

15. КОРРОЗИЯ

Әртүрлі екі металл біріне-бірі жанасқанда болатын коррозия

Майыстырылған шыны түтікке күкірт қышқылын құйып, бір бөлігіне мырыш салып, сутектің бөлінуін байқау. Түтіктің екінші бөлігіне мыс сымын салыңыздар, бірақ мырышқа тигізбеңіздер. Мыста сутек бөліне ме? Осыдан кейін мыс сымын әрі қарай жылжытып мырышқа тигізу. Енді мыста сутек бөлінеді. Себебі неде? Түзілген гальваникалық элементтің (гальваникалық жұп) схемасын құру. Мыстың мырышқа жанасуы оның коррозиясына қалай әсер етті?

Микрогальваноэлементтің түзілуі

Пробиркаға мырыш салып, сұйытылған күкірт қышқылын құю. Өте баяу сутек бөлінеді. Енді бірнеше тамшы мыс сульфатын қосу. Болған өзгерістерді түсіндіру.

Иондардың активтендіру әсері

Екі пробиркаға алюминийден жасалған сым салып, қышқыл қосылған мыс сульфатының ерітіндісін қосу. Бірінші пробиркаға бірнеше тамшы NaCl ерітіндісін қосу. Қай пробиркада коррозия тез жүреді? Түзілген гальваникалық элементтің (гальваникалық жұптың) схемасын жазып, тәжірибе нәтижелерін түсіндіру.

Металдардың пассивтенуі.

Екі темір шегені наждақ қағазбен жақсылап тазартып, біреуін концентрленген азот қышқылы бар пробиркаға салу. Реакция бастапқы кезде тез жүреді де, біраздан кейін баяулайды. Шегенің бетінде темір оксиді түзіліп, ол темірдің тотығуына кедергі жасай бастайды, басқаша айтқанда, темір пассивтенеді. Бірақ мұндай

әдіспен пассивтеудің сапасы өте төмен. Ал енді шегені алып, жуып, жақсылап сүртіп, наждакпен тазалап, қайтадан азот қышқылына салса, реакция қайтадан бастала ма? Осыдан кейін шегені алып, жуып, сүртіп, сұйытылған күкірт қышқылы бар стаканға салыңыздар және осы ерітіндіге пассивтелген шегені салыңыздар. Қайсысында сутек бөлінеді?

Коррозияны баяулату

Үш пробиркаға тұз қышқылын құйып, біріншісіне мырыш, екіншісіне темір, үшіншісіне алюминий салыңыздар. Егер реакция баяу жүрсе, пробиркаларды қыздырыңыздар. Сутек қарқынды түрде бөліне бастаған кезде барлық пробиркаға уротропин салыңдар. Қандай өзгеріс байқалады? Уротропин әрқашанда интенсивті ингибитор бола ала ма?

Металдардың беттік қабаттарын өңдеу әдістері

Химиялық реакциялар металдардың бетінде түзілетін оксидтік қабаттарды жою үшін, жұқа қаптауларды түсіру үшін, металл бетін өңдеу үшін, металл бетін тегістеу үшін және металл бетіне жұқа қабаттар қондыру үшін пайдаланылады.

А) Металл бетіндегі оксидтік қабатты жою

Мыс және темір пластиналарын (3x4 см) муфель пешіне (900 °С) орналастырып (болат немесе нихром сымының көмегімен), 5 минут бойы қыздырамыз. Пластиналарды газ горелканың көмегімен де қыздыруға болады. Қыздыру барысында түзілетін оксидтік қабаттың түсін байқаймыз.

Екі стаканға 10-20 мл-ден келесі құрамдағы ерітінділерді құямыз: 2 моль/л тұз қышқылы – 100 мл, диметилформамид – 20 мл, салицалальанилин – 0,1 г. Стакандардың біріне мыс пластинасын, ал екіншісіне темір пластинасын саламыз. Оксидтік қабаттардың ерігенін және пластиналарды бетінің түсінің өзгеруін байқаймыз. Пластиналарды пинцетпен алып, дистилденген сумен жуамыз. Визуалды түрде металдың беттік қабатының оксидтік пленкадан босағанын анықтаймыз (жуық шамамен қанша пайыз). Металл бетін өңдеуді қайталаймыз (өңдеу уақытын 5, 10, 15, 20 минутқа өзгерте отырып). Тәжірибе аяқталғаннан кейін

пластиналарды ауада қалдырамыз және ауадағы оттеппен то-
тыққанын байқаймыз.

Есеп беру:

- темір бетінде Fe_3O_4 , ал мыс бетінде CuO түзілетінін ес-
керіп, оксидтеу процесінің реакцияларын жазыңыздар;
- металл бетінің оксидтен тазалану мәнінің өндеу уақытына
байланысын көрсететін график түзіңіз;
- оксидтік пленканы толық жою үшін қажет болатын уақыт-
тың оптималды мәнін көрсетіңіз;
- мыс және темір пластиналарының бетіндегі оксидтік қа-
баттарды жою үшін қажет болатын уақытты салыстырыңыздар.

Б) Металл бетіндегі қалайы немесе мырыш қабатын жою

Қалайымен қапталған мыс және мырышпен қапталған темір-
ді тұз және күкірт қышқылы құйылған пробиркаларға салыңыз-
дар. Қаптаулардың ерігенін байқаңыздар. Қаптаулар жойылған-
нан кейін металдарды су ағынында жуыңыздар.

Есеп беру:

- металдық қаптаулардың еруі электрхимиялық механизмге
ие екенін ескере отырып, реакциялар теңдеулерін жазыңыздар;
- металдардың қаптаулар жойылғаннан кейінгі бетінің түрін
сипаттаңыздар.

Сұрақтар:

1. Коррозия деген ұғымды сипаттаңыздар.
2. Коррозияға бейім металдарды атап өтіңіздер.
3. Коррозия кезінде жүретін реакцияларды жазыңыздар.
4. Коррозияға қарсы қолданылатын амалдарды атап өтіңіздер.
5. Коррозия процесін баяулататын заттарды қалай атайды?
6. Тәжірибелер жасағанда болған өзгерістерді түсіндіріңіздер.

Маңызды қышқылдар мен олардың тұздарының атаулары

Қышқыл	Атаулары	
	қышқылдар	тұздар
1	2	3
HAlO_2	Метаалюминий қышқылы	Метаалюминат
HAsO_3	Метамышыяқ қышқылы	Метаарсенат
H_3AsO_4	Ортомышыяқ қышқылы	Ортоарсенат
HAsO_2	Метамышыяқ қышқылы	Метаарсенит
H_3AsO_3	Ортомышыяқ қышқылы	Ортоарсенит
HBO_2	Метабор қышқылы	Метаборат
H_3BO_3	Ортобор қышқылы	Ортоборат
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Тетрабор қышқылы	Тетраборат
HBr	Бромсутек қышқылы	Бромид
HOBr	Бромдылау қышқыл	Гипобромит
HBrO_3	Бромды қышқыл	Бромат
HCOOH	Құмырсқа қышқылы	Формиат
CH_3COOH	Сірке қышқылы	Ацетат
HCN	Циансутек қышқылы	Цианид
H_2CO_3	Көмір қышқылы	Карбонат
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Қымыздық қышқылы	Оксалат
HCl	Хлорсутек қышқылы	Хлорид
HOCl	Хлорлылау қышқыл	Гипохлорит
HClO_2	Хлорлы қышқыл	Хлорит
HClO_3	Хлорлау қышқылы	Хлорат
HClO_4	Хлор қышқылы	Перхлорат
HCrO_2	Метахром қышқылы	Метахромит
H_2CrO_4	Хром қышқылы	Хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихром қышқылы	Дихромат
HI	Йодсутек қышқылы	Йодид
HIO	Йодтылау қышқыл	Гипойодид
HIO_3	Йодты қышқыл	Йодат
HIO_4	Йод қышқылы	Периодат
HMnO_4	Марганец қышқылы	Перманганат
H_2MnO_4	Марганецті қышқыл	Манганат
H_2MoO_4	Молибден қышқылы	Молибдат
H_3N	Азидсутек (азотсутек қышқылы)	Азид
HNO_2	Азотты қышқыл	Нитрит
HNO_3	Азот қышқылы	Нитрат
HPO_3	Метафосфор қышқылы	Метофосфат

H_3PO_4	Ортофосфор қышқылы	Ортофосфат
$H_4P_2O_7$	Дифосфор (пирофосфор) қышқылы	Дифосфат (пирофосфат)
H_3PO_3	Фосфорлау қышқыл	Фосфит
H_3PO_2	Фосфорлылау қышқыл	Гипофосфит
H_2S	Күкіртсутек қышқылы	Сульфид
$HSCN$	Родансутек қышқылы	Роданид
H_2SO_3	Күкіртті қышқыл	Сульфит
H_2SO_4	Күкірт қышқылы	Сульфат
$H_2S_2O_3$	Тиокүкірт қышқылы	Тиосульфат
$H_2S_2O_7$	Дикүкірт (пирокүкірт) қышқылы	Дисульфат (пиросульфат)
$H_2S_2O_8$	Дипероксокүкірт қышқылы	Пероксодисульфат (персульфат)
H_2Se	Селенсутек қышқылы	Селенид
H_2SeO_3	Селенді қышқыл	Селенит
H_2SeO_4	Селен қышқылы	Селенат
H_2SiO_3	Кремний қышқылы	Силикат
HVO_3	Ванадий қышқылы	Ванадат
H_2WO_4	Вольфрам қышқылы	Вольфрамат

2-кесте

Кейбір заттардың түзілу энтальпиялары, энтропиялары және Гиббс энергиялары (298 К немесе 25°)

Зат	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)	ΔG_{298}^0 , кДж/моль·К
Al_2O_3 (к.)	-1676,0	50,9	-1582,0
C (графит)	0	5,7	0
CCl_4 (сұйық)	-135,4	214,4	-64,6
CH_4 (г.)	-74,9	186,2	-50,8
C_2H_2 (г.)	226,8	200,8	209,2
C_2H_4 (г.)	52,3	219,4	68,1
C_2H_6 (г.)	-89,7	229,5	-32,9
C_6H_6 (сұйық)	82,9	269,2	129,7
C_2H_5OH (сұйық)	-277,6	160,7	-174,8
$C_6H_{12}O_6$ (глюкоза)	-1273,0	-	-919,5
CO (г.)	-110,5	197,5	-137,1
CO_2 (г.)	-393,5	213,7	-394,4
$CaCO_3$ (к.)	-1207,0	88,7	-1127,7
CaF_2 (к.)	-1214,6	68,9	-1161,9
Ca_3N_2 (к.)	-431,8	105	-368,6
CaO (к.)	-635,5	39,7	-604,2
$Ca(OH)_2$ (к.)	-986,6	76,1	-896,8

Cl ₂ (г.)	0	222,9	0
Cl ₂ O (г.)	76,6	266,2	94,2
ClO ₂ (г.)	105,0	257,0	122,3
Cl ₂ O ₇ (сұйық)	251,0	–	–
Cr ₂ O ₃ (к.)	–1440,6	81,2	–1050,0
CuO (к.)	–162,0	42,6	–129,9
FeO (к.)	–264,8	60,8	–244,3
Fe ₂ O ₃ (к.)	–822,2	87,4	–740,3
Fe ₃ O ₄ (к.)	–1117,1	146,2	–1014,2
H ₂ (г.)	0	130,5	0
HBr (г.)	–36,3	198,6	–53,3
HCN (г.)	135,0	113,1	125,5
HCl (г.)	–92,3	186,8	–95,2
HF (г.)	–270,7	178,7	–272,8
HI (г.)	26,6	206,5	1,8
HN ₃ (сұйық)	294,0	328,0	238,8
H ₂ O (г.)	–241,8	188,7	–228,6
H ₂ O (сұйық)	–285,8	70,1	–237,3
H ₂ S (г.)	–21,0	205,7	–33,8
KCl (к.)	–435,9	82,6	–408,0
KClO ₃ (к.)	–391,2	143,0	–289,9
MgCl ₂ (к.)	–641,1	89,9	–591,6
Mg ₃ N ₂ (к.)	–461,1	87,9	–400,9
MgO (к.)	–601,8	26,9	–569,6
N ₂ (г.)	0	191,5	0
NH ₃ (г.)	–46,2	192,6	–16,7
NH ₄ NO ₂ (к.)	–256	–	–
NH ₄ NO ₃ (к.)	–365,4	151	–183,8
N ₂ O (г.)	82,0	219,9	104,1
NO (г.)	90,3	210,6	86,6
N ₂ O ₃ (г.)	83,3	307,0	140,5
NO ₂ (г.)	33,5	240,2	51,5
N ₂ O ₄ (г.)	9,6	303,8	98,4
N ₂ O ₅ (к.)	–42,7	178	114,1
NiO (к.)	–239,7	38,0	–211,6
O ₂ (г.)	0	205,0	0
OF ₂ (г.)	25,1	247,0	42,5
P ₂ O ₃ (к.)	–820	173,5	–
P ₂ O ₅ (к.)	–1492	114,5	–1348,8
PbO (к.)	–219,3	66,1	–189,1
PbO ₂ (к.)	–276,6	74,9	–218,3
SO ₂ (г.)	–296,9	248,1	–300,2
SO ₃ (г.)	–395,8	256,7	–371,2
SiCl ₄ (сұйық)	–687,8	239,7	–

SiH ₄ (г.)	34,7	204,6	57,2
SiO ₂ (кварц)	-910,9	41,8	-856,7
SnO (к.)	-286,0	56,5	-256,9
SnO ₂ (к.)	-580,8	52,3	-519,3
Ti (к.)	0	30,6	0
TiCl ₄ (сұйық)	-804,2	252,4	-737,4
TiO ₂ (к.)	-943,9	50,3	-888,6
WO ₃ (к.)	-842,7	75,9	-763,9
ZnO (к.)	-350,6	43,6	-320,7

3-кесте

Кейбір әлсіз электролиттердің сулы ерітінділердегі диссоциациялану константалары (25 °С)

Электролит		K	$pK = -\lg K$
Азидсутек NH ₃		$2,6 \cdot 10^{-5}$	4,56
Азотты қышқыл HNO ₂		$2 \cdot 10^{-4}$	3,40
Аммоний гидроксиді NH ₄ OH		$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Бор қышқылы H ₃ BO ₃ , K ₁		$5,8 \cdot 10^{-10}$	9,24
Бромдылау қышқылы HOBr		$2,1 \cdot 10^{-9}$	8,68
Сутек пероксиді H ₂ O ₂ , K ₁		$2,6 \cdot 10^{-12}$	11,58
Кремний қышқылы H ₂ SiO ₃ ,	K ₁	$2,2 \cdot 10^{-10}$	9,66
	K ₂	$1,6 \cdot 10^{-12}$	11,80
Құмырсқа қышқылы HCOOH		$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,74
Селен қышқылы H ₂ SeO ₃ ,	K ₁	$3,5 \cdot 10^{-3}$	2,46
	K ₂	$5 \cdot 10^{-8}$	7,3
Селенсутек H ₂ Se,	K ₁	$1,7 \cdot 10^{-4}$	3,77
	K ₂	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Күкірт қышқылы H ₂ SO ₄ , K ₂		$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Күкіртті қышқыл H ₂ SO ₃ ,	K ₁	$6 \cdot 10^{-8}$	7,22
	K ₂	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Күкіртсутек H ₂ S,	K ₁	$6 \cdot 10^{-8}$	7,21
	K ₂	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Теллур қышқылы H ₂ TeO ₃ ,	K ₁	$3 \cdot 10^{-3}$	2,5
	K ₂	$2 \cdot 10^{-8}$	7,7
Теллурсутек H ₂ Te,	K ₁	$1 \cdot 10^{-3}$	3,0
	K ₂	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Көмір қышқылы H ₂ CO ₃ ,	K ₁	$4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
	K ₂	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Сірке қышқылы CH ₃ COOH		$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Хлорлылау қышқылы HOCl		$5,0 \cdot 10^{-8}$	7,30
Хлорсірке қышқылы CH ₂ ClCOOH		$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,85
Фосфор қышқылы H ₃ PO ₄ ,	K ₁	$7,5 \cdot 10^{-3}$	2,12
	K ₂	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,20
	K ₃	$1,3 \cdot 10^{-12}$	11,89

Фторсутек HF		$6,6 \cdot 10^{-4}$	3,18
Циансутек HCN		$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,10
Қымыздық қышқыл H ₂ C ₂ O ₄ ,	K ₁	$5,4 \cdot 10^{-2}$	1,27
	K ₂	$5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27

4-кесте

Кейбір аз еритін электролиттердің ерігіштік көбейтінділері (25 °С)

Электролит	Ерігіштік көбейтіндісі (ЕК)	Электролит	Ерігіштік көбейтіндісі (ЕК)
AgBr	$6 \cdot 10^{-13}$	Cu(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-22}$
AgCl	$1,8 \cdot 10^{-10}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$
Ag ₂ CrO ₄	$4 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-15}$
AgI	$1,1 \cdot 10^{-16}$	Fe(OH) ₃	$3,8 \cdot 10^{-38}$
Ag ₂ S	$6 \cdot 10^{-50}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
Ag ₂ SO ₄	$2 \cdot 10^{-5}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$
BaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
BaCrO ₄	$1,6 \cdot 10^{-10}$	PbBr ₂	$9,1 \cdot 10^{-6}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCl ₂	$2 \cdot 10^{-5}$
CaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$
CaC ₂ O ₄	$2 \cdot 10^{-9}$	PbI ₂	$8 \cdot 10^{-9}$
CaF ₂	$4 \cdot 10^{-11}$	PbS	$1 \cdot 10^{-27}$
CaSO ₄	$1,3 \cdot 10^{-4}$	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$1 \cdot 10^{-29}$	SrSO ₄	$3,2 \cdot 10^{-7}$
Cd(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-14}$	Zn(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-17}$
CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$

5-кесте

Стандартты электродтық потенциалдар (25 °С)

Элемент	Электродтық процесс	E°, В
1	2	3
Ag	$[Ag(CN)_2]^- + e^- = Ag + 2CN^-$	- 0,29
	$Ag^+ + e^- = Ag$	0,80
Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3e^- = Al + 4OH^-$	- 2,35
	$Al + 3e^- = Al$	- 1,66
Au	$[Au(CN)_2]^- + e^- = Au + 2CN^-$	- 0,61
	$Au^{3+} + 3e^- = Au$	1,50
	$Au^+ + e^- = Au$	1,69
Ba	$Ba^{2+} + 2e^- = Ba$	2,90
Bi	$Bi^{3+} + 3e^- = Bi$	0,21
Br	$Br_2(l) + 2e^- = Br^-$	1,07
	$HOBr + H^+ + 2e^- = Br^- + H_2O$	1,34
Ca	$Ca^{2+} + 2e^- = Ca$	- 2,87

Cd	$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cd}$	- 0,40
Cl	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} = 2\text{Cl}^-$	1,36
	$\text{HOCl} + \text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	1,49
Co	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Co}$	- 0,28
Co	$\text{Co}^{3+} + \bar{e} = \text{Co}^{2+}$	1,81
Cr	$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Cr}$	0,74
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	- 0,13
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,33
Cu	$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^- + \bar{e} = \text{Cu} + 2\text{CN}^-$	- 0,43
	$\text{Cu}^{2+} + \bar{e} = \text{Cu}^+$	0,15
	$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cu}$	0,34
	$\text{Cu}^+ + \bar{e} = \text{Cu}$	0,52
F	$\text{F}_2 + 2\bar{e} = 2\text{F}^-$	2,87
Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Fe}^{2+}$	- 0,44
	$\text{Fe}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Fe}$	- 0,04
	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \bar{e} = [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	0,36
	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} = \text{Fe}^{2+}$	0,77
H	$\text{H}_2 + 2\bar{e} = \text{H}^-$	- 2,25
	$2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2$	0,000
Hg	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\bar{e} = 2\text{Hg}$	0,79
	$\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Hg}$	0,85
	$2\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Hg}_2^{2+}$	0,92
I	$\text{I}_2(\text{I}) + 2\bar{e} = 2\text{I}^-$	0,54
	$\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\bar{e} = \text{I}_2(\text{I}) + 6\text{H}_2\text{O}$	1,19
	$2\text{HOI} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{I}_2(\text{I}) + 2\text{H}_2\text{O}$	1,45
K	$\text{K}^+ + \bar{e} = \text{K}$	- 2,92
Li	$\text{Li}^+ + \bar{e} = \text{Li}$	- 3,04
Mg	$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Mg}$	- 2,36
Mn	$\text{MnO}_4^- + \bar{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	0,56
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,60
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,51
Na	$\text{Na}^+ + \bar{e} = \text{Na}$	- 2,71
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ni}$	- 0,25
O	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} = 4\text{OH}^-$	0,40
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = 2\text{OH}^-$	0,68
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
O	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,78
P	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	- 0,28
Pb	$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pb}$	- 0,13
	$\text{Pb}^{4+} + 2\bar{e} = \text{Pb}^{2+}$	1,69
Pt	$\text{Pt}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pt}$	1,19
S	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{S}$	0,17
	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\bar{e} = 2\text{SO}_4^{2-}$	2,01

Se	$\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{Se}$	-0,40
Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Sn}$	-0,14
	$\text{Sn}^{4+} + 2\bar{e} = \text{Sn}$	0,15
Te	$\text{Te} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{Te}$	-0,72
Zn	$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,22
	$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Zn}$	-0,76

6-кесте

**Металдардың электродтық реакциялары және потенциалдары
(металдардың электрхимиялық қатарда орналасуы)**

Металл	Электродтық реакция	E^0 , В	металл	Электродтық реакция	E^0 , В
Li	$\text{Li}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Li}$	-3,04	Cr	$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{Cr}$	-0,74
Rb	$\text{Rb}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Rb}$	-2,99	Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Fe}$	-0,44
Cs	$\text{Cs}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cs}$	-2,93	Cd	$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cd}$	0,40
K	$\text{K}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{K}$	-2,92	In	$\text{In}^{3+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{In}$	-0,34
Ba	$\text{Ba}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Ba}$	-2,90	Tl	$\text{Tl}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Tl}$	-0,33
Sr	$\text{Sr}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Sr}$	-2,89	Co	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Co}$	0,28
Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Ca}$	-2,87	Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Ni}$	-0,25
Na	$\text{Na}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Na}$	-2,71	Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Sn}$	-0,14
La	$\text{La}^+ + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{La}$	-2,52	Pb	$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Pb}$	-0,13
Mg	$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Mg}$	-2,36	H	$2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2$	0,00
Th	$\text{Th}^{4+} + 4\bar{e} \leftrightarrow \text{Th}$	-1,90	Ge	$\text{Ge}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Ge}$	+0,01
Be	$\text{Be}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Be}$	-1,85	Cu	$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cu}$	+0,34
Al	$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{Al}$	-1,66	Pd	$\text{Pd}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Pd}$	+0,83
U	$\text{U}^{3+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{U}$	-1,79	Ag	$\text{Ag}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ag}$	+0,80
Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Ti}$	-1,63	Hg	$\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Hg}$	+0,85
Zr	$\text{Zr}^{4+} + 4\bar{e} \leftrightarrow \text{Zr}$	-1,53	Pt	$\text{Pt}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Pt}$	+1,20
Mn	$\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Mn}$	-1,18	Au	$\text{Au}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Au}$	+1,68
Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Zn}$	-0,76	Pu	$\text{Pu}^{3+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{Pu}$	+2,03

7-кесте

Кейбір элементтердің электрохимиялық эквиваленттерінің мәні

Элемент	Тотығу дәрежесі	Электр химиялық Эквивалент	
		мг/к	г/а сағ
Күміс	+1	1,1180	4,0245
Алюминий	+3	0,0932	0,3354
Кадмий	+2	0,5824	2,0968
Хлор	+1	0,3674	1,3228
Мыс	+1	0,329	1,185
Темір	+2	0,2893	1,0416

Калий	+1	0,04051	1,4586
Хром	+3	0,1797	0,6468
Никель	+2	0,3041	1,0947
Қалайы	+2	0,6150	2,2141
Мырыш	+2	0,3388	1,2195

8-кесте

**Кейбір бейорганикалық қосылыстардың ерітінділерінің
тығыздықтары HCl (20 °С)**

$\rho_1, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_2, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,000	0,360	0,0987	3,599	095	19,41	5,829	212,5
005	1,360	0,3745	13,65	100	20,39	6,150	224,2
010	2,364	0,6547	23,87	105	21,36	6,472	236,0
015	3,374	0,939	34,24	110	22,33	6,796	247,8
020	4,388	1,227	44,74	115	23,29	7,122	259,7
025	5,408	1,520	55,42	120	24,25	7,449	271,6
030	6,433	1,817	66,25	125	25,22	7,782	283,7
035	7,464	2,118	77,22	130	26,20	8,118	296,0
040	8,490	2,421	88,27	135	27,18	8,459	308,4
045	9,510	2,725	99,35	140	28,18	8,809	321,2
050	10,52	3,029	110,4	145	29,17	9,159	333,9
055	11,52	3,333	121,5	150	30,14	9,505	346,6
060	12,51	3,638	132,6	155	31,14	9,863	359,6
065	13,50	3,944	143,8	160	32,14	10,22	372,8
070	14,49	4,253	155,1	165	33,16	10,59	386,3
075	15,48	4,565	166,4	170	34,18	10,97	399,9
080	16,47	4,878	177,8	180	36,23	11,73	427,7
085	17,45	5,192	189,3	190	38,32	12,50	455,8
090	18,43	5,509	200,9	198	40,00	13,14	479,1

HNO₃ (20 °С)

$\rho_1, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_2, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,000	0,3296	0,0523	3,295	290	46,85	9,590	604,3
005	1,255	0,2001	12,61	295	47,63	9,789	616,8
010	2,164	0,3468	21,85	300	48,42	9,990	629,5
015	3,073	0,4950	31,19	305	49,21	10,19	642,1
020	3,982	0,6445	40,61	310	50,00	10,39	654,7
025	4,883	0,7943	50,05	315	50,85	10,61	668,5
030	5,784	0,9454	59,57	320	51,71	10,83	682,4
035	6,661	1,094	68,93	325	52,56	11,05	696,3
040	7,530	1,243	78,32	330	53,41	11,27	710,1
045	8,398	1,393	87,77	335	54,27	11,49	724,0

050	9,259	1,543	97,22	340	55,13	11,72	738,5
055	10,12	1,694	106,7	345	56,04	11,96	753,6
060	10,97	1,845	116,3	350	56,95	12,20	768,7
065	11,81	1,997	125,8	355	57,87	12,44	783,8
070	12,65	2,148	135,3	360	58,78	12,68	799,0
075	13,48	2,301	145,0	365	59,69	12,93	814,7
080	14,31	2,453	154,6	370	60,67	13,19	831,1
085	15,13	2,605	164,1	375	61,69	13,46	848,1
090	15,95	2,759	173,8	380	62,70	13,73	865,1
095	16,76	2,913	183,5	385	63,72	14,01	882,8
100	17,58	3,068	193,3	390	64,74	14,29	900,4
105	18,39	3,224	203,1	395	65,84	14,57	918,1
110	19,19	3,381	213,0	400	66,97	14,88	937,6
115	20,00	3,539	223,0	405	68,10	15,18	956,5
120	20,79	3,696	232,9	410	69,23	15,49	976,0
125	21,59	3,854	242,8	415	70,34	15,81	996,2
130	22,38	4,012	252,8	420	71,63	16,14	1017
135	23,16	4,171	262,8	425	72,86	16,47	1038
140	23,94	4,330	272,8	430	74,09	16,81	1059
145	24,71	4,489	282,9	435	75,35	17,16	1081
150	25,48	4,649	292,9	440	76,71	17,53	1105
155	26,24	4,810	303,1	445	78,07	17,90	1128
160	27,00	4,970	313,2	450	79,43	18,28	1152
165	27,76	5,132	323,4	455	80,88	18,68	1177
170	28,51	5,293	333,5	460	82,39	19,09	1203
175	29,25	5,455	343,7	465	83,91	19,51	1229
180	30,00	5,618	354,0	470	85,50	19,95	1257
185	30,74	5,780	364,2	475	87,29	20,43	1287
190	31,47	5,943	374,5	480	89,07	20,92	1318
195	32,21	6,110	385,0	485	91,13	21,48	1353
200	32,94	6,273	395,3	490	93,49	22,11	1393
205	33,68	6,440	405,8	495	95,46	22,65	1427
210	34,41	6,607	416,3	500	96,73	23,02	1450
215	35,16	6,778	427,1	501	96,98	23,10	1456
220	35,93	6,956	438,3	502	97,23	23,18	1461
225	36,70	7,135	449,6	503	97,49	23,25	1465
230	37,48	7,315	460,9	504	97,74	23,33	1470
235	38,25	7,497	472,4	505	97,99	23,40	1474
240	39,02	7,679	483,8	506	98,25	23,48	1479
250	40,58	8,049	507,2	507	98,50	23,56	1485
255	41,36	8,237	519,0	508	98,76	23,63	1678
260	42,14	8,426	530,9	509	99,01	23,71	1494
265	42,92	8,616	542,9	510	99,26	23,79	1499
270	43,70	8,808	555,0	511	99,52	23,86	1503

275	44,48	9,001	567,2	512	99,77	23,94	1508
280	45,27	9,195	579,4	513	100,00	24,01	1513
285	46,06	9,394	591,9				

H₂SO₄ (20 °C)

ρ ₂₀ /г/см ³	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	ρ ₂₀ /г/см ³	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,000	0,261	0,0266	2,608	460	56,41	8,397	823,6
005	0,986	0,1010	9,906	465	56,89	8,497	833,4
010	1,731	0,1783	17,49	470	57,36	8,598	843,3
015	2,485	0,2595	25,45	475	57,84	8,699	853,2
020	3,242	0,3372	33,07	480	58,31	8,799	863,0
025	4,000	0,4180	41,99	485	58,78	8,899	872,8
030	4,746	0,4983	48,87	490	59,24	9,000	882,7
035	5,493	0,5796	56,85	495	59,70	9,100	892,5
040	6,237	0,6613	64,86	500	60,17	9,202	902,5
045	6,956	0,7411	72,69	505	60,62	9,303	912,4
050	7,704	0,8250	80,92	510	61,08	9,404	922,3
055	8,415	0,9054	88,80	515	61,54	9,506	932,3
060	9,129	0,9856	96,67	520	62,00	9,608	942,4
065	9,843	1,066	104,6	525	62,45	9,711	952,5
070	10,56	1,152	113,0	530	62,91	9,813	962,5
075	11,26	1,235	121,1	535	63,36	9,916	972,6
080	11,96	1,317	129,2	540	63,81	10,02	982,8
085	12,66	1,401	137,4	545	64,26	10,12	992,6
090	13,36	1,484	145,6	550	64,71	10,23	1003
095	14,04	1,567	153,7	555	65,15	10,33	1013
100	14,73	1,652	162,0	560	65,59	10,43	1023
105	15,41	1,735	170,2	565	66,03	10,54	1034
110	16,08	1,820	178,5	570	66,47	10,64	1044
115	16,76	1,905	186,8	575	66,91	10,74	1053
120	17,43	1,990	195,2	580	67,35	10,85	1064
125	18,09	2,075	203,5	585	67,79	10,96	1075
130	18,76	2,161	211,9	590	68,23	11,06	1085
135	19,42	2,247	220,4	595	68,66	11,16	1095
170	23,95	2,857	280,2	600	69,09	11,27	1105
175	24,58	2,945	288,8	605	69,53	11,38	1116
180	25,21	3,033	297,5	610	69,96	11,48	1126
185	25,84	3,122	306,2	615	70,39	11,59	1136
190	26,47	3,211	314,9	620	70,82	11,70	1148
195	27,10	3,302	323,9	625	71,25	11,80	1157
200	27,72	3,391	332,6	630	71,76	11,91	1168
205	28,33	3,481	341,4	635	72,09	12,02	1179
210	28,95	3,572	350,3	640	72,52	12,13	1190

215	29,57	3,663	359,3	645	72,95	12,24	1200
220	30,18	3,754	368,2	650	73,37	12,34	1210
225	30,79	3,846	377,2	655	73,80	12,45	1221
230	31,40	3,938	386,2	660	74,22	12,56	1232
235	32,01	4,031	395,4	665	74,64	12,67	1243
240	32,61	4,123	404,4	670	75,07	12,78	1253
245	33,22	4,216	413,5	675	75,49	12,89	1264
250	33,82	4,310	422,7	680	75,92	13,00	1275
255	34,42	4,404	431,9	685	76,34	13,12	1287
260	35,01	4,498	441,2	690	76,77	13,23	1298
265	35,60	4,592	450,4	695	77,20	13,34	1308
270	36,19	4,686	459,6	700	77,63	13,46	1320
275	36,78	4,781	468,9	705	78,06	13,57	1331
280	37,36	4,876	478,2	710	78,49	13,69	1343
285	37,95	4,972	487,6	715	78,93	13,80	1354
290	38,53	5,068	497,1	720	79,37	13,92	1365
295	39,10	5,163	506,4	725	79,81	14,04	1377
300	39,68	5,259	515,8	730	80,25	14,16	1389
305	40,25	5,356	525,3	735	80,70	14,28	1401
310	40,82	5,452	534,7	740	81,16	14,40	1412
315	41,39	5,549	544,2	745	81,62	14,52	1424
320	41,95	5,646	553,8	750	82,09	14,65	1437
325	42,51	5,743	563,3	755	82,57	14,78	1450
330	43,07	5,840	572,8	760	83,06	14,90	1461
335	49,62	5,938	582,4	765	83,57	14,98	14,69
340	44,17	6,035	591,9	770	84,08	15,17	1488
345	44,72	6,132	601,4	775	84,61	15,31	1502
350	45,26	6,229	610,9	780	85,16	15,46	1516
355	45,80	6,327	620,6	785	85,74	15,61	1531
360	46,33	6,424	630,1	790	86,35	15,76	1546
365	46,86	6,522	639,7	795	86,99	15,92	1561
370	47,39	6,620	649,3	800	87,69	16,09	1578
375	47,92	6,718	658,9	805	88,43	16,27	1596
380	48,45	6,817	668,6	810	89,23	16,47	1615
385	48,97	6,915	678,2	815	90,12	16,68	1636
390	49,48	7,012	687,7	820	91,11	16,91	1659
395	49,99	7,110	697,3	821	91,33	16,96	1663
400	50,50	7,208	707,0	822	91,56	17,01	1668
405	51,01	7,307	716,7	823	91,78	17,06	1673
410	51,52	7,406	726,4	824	92,00	17,11	1678
415	52,02	7,505	736,1	825	92,25	17,17	16,84
420	52,51	7,603	745,7	826	92,51	17,22	1689
425	53,01	7,702	755,4	827	92,77	17,28	1695
430	53,50	7,801	765,1	828	93,03	17,34	1701

435	54,00	7,901	774,9	829	93,33	17,40	1707
440	54,49	8,000	784,6	830	93,64	17,47	1713
445	54,97	8,099	794,3	831	93,94	17,54	1720
450	55,45	8,198	804,1	832	94,32	17,62	1728
455	55,93	8,297	813,8	833	94,72	17,70	1736

KCl (20⁰)

$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,0046	1	0,1347	10,04	1,0905	14	2,0478	152,6
0110	2	0,2712	20,22	1043	16	2,3716	176,6
0239	4	0,5494	40,95	1185	18	2,7004	201,3
0369	6	0,8345	62,21	1323	20	3,0389	226,5
0500	8	1,1267	84,00	1474	22	3,3859	252,4
0633	10	1,4262	106,3	1623	24	3,7417	278,9
0768	12	1,7332	129,2				

K₂CO₃ (20 °C)

$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,0072	1	0,0729	10,07	1,1692	18	1,5228	210,4
0163	2	0,1471	20,32	1898	20	1,7219	237,9
0345	4	0,2994	41,38	2320	24	2,1395	295,6
0529	6	0,4571	63,17	2756	28	2,5844	357,1
0715	8	0,6203	85,72	3548	35	3,4311	474,1
0904	10	0,7890	109,0	4141	40	4,0929	565,6
1096	12	0,9635	133,1	4759	45	4,8058	664,1
1291	14	1,1438	158,0	5404	50	5,5731	770,2
1490	16	1,3302	183,8	5673	53	6,0106	830,6

K₄[Fe(CN)₆] (20⁰)

$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,0051	1	0,0273	10,05	0678	10	0,2899	106,7
0119	2	0,0550	20,23	0823	12	0,3526	129,8
0256	4	0,1114	41,02	0971	14	0,4170	153,5
0395	6	0,1694	52,37	1120	16	0,4831	177,9
0536	8	0,2289	84,28				

K₃[Fe(CN)₆] (20⁰)

$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_{\text{г/см}^3}$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,0034	1	0,0305	10,03	1,0656	12	0,3884	127,8
0090	2	0,0613	20,18	0789	14	0,4588	151,0

0201	4	0,1240	40,80	0890	16	0,5303	174,5
0314	6	0,1880	61,88	1010	18	0,6031	198,5
0427	8	0,2534	83,41	1130	20	0,6774	223,0
0542	10	0,3202	105,4				

K₂Cr₂O₇ (20⁰)

$\rho_2, \text{г/см}^3$	%	$\rho_1, \text{г/см}^3$	%	$\rho_2, \text{г/см}^3$	%
1,0052	1	1,0336	5	1,0628	9
0122	2	0408	6	0703	10
0193	3	0481	7	0779	11
0264	4	0554	8	0855	12

KOH (20⁰)

$\rho_2, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho_1, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,000	0,197	0,035	1,964	1,270	28,29	6,40	359,1
005	0,743	0,133	7,463	275	28,77	6,54	367,0
010	1,295	0,233	13,07	280	29,25	6,67	374,3
015	1,84	0,333	18,68	285	29,73	6,81	382,1
020	2,38	0,433	24,30	290	30,21	6,95	390,0
025	2,93	0,536	30,07	295	30,68	7,08	397,3
030	3,48	0,639	35,85	300	31,15	7,22	405,1
035	4,03	0,744	41,75	305	31,62	7,36	413,0
040	4,58	0,848	47,58	310	32,09	7,49	420,3
045	5,12	0,954	53,53	315	32,56	7,63	428,1
050	5,66	1,06	59,48	320	33,03	7,77	436,0
055	6,20	1,17	65,65	325	33,50	7,91	443,8
060	6,74	1,27	71,26	330	33,97	8,05	451,7
065	7,28	1,38	77,43	335	34,43	8,19	459,5
070	7,82	1,49	83,60	340	34,90	8,33	467,7
075	8,36	1,60	89,78	345	35,36	8,48	475,8
080	8,89	1,71	95,95	350	35,82	8,62	483,7
085	9,43	1,82	102,1	355	36,28	8,76	491,5
090	9,96	1,94	108,9	360	36,73	8,90	499,4
095	10,49	2,05	115,0	365	37,19	9,05	507,8
100	11,03	2,16	121,2	370	37,65	9,19	515,7
105	11,56	2,28	127,9	375	38,10	9,34	524,1
110	12,08	2,39	134,1	380	38,56	9,48	531,9
115	12,61	2,51	140,8	385	39,01	9,63	540,3
120	13,14	2,62	147,0	390	39,46	9,78	548,8
125	13,66	2,74	153,7	395	39,92	9,93	557,2
130	14,19	2,86	160,5	400	40,37	10,07	565,0
135	14,70	2,97	166,6	405	40,82	10,22	573,4

140	15,22	3,09	173,4	410	41,26	10,37	581,9
145	15,74	3,21	180,1	415	41,71	10,52	590,3
150	16,26	3,33	186,8	420	42,15	10,67	598,7
155	16,78	3,45	193,6	425	42,60	10,82	607,1
160	17,29	3,58	200,9	430	43,04	10,97	615,5
165	17,81	3,70	207,6	435	43,48	11,12	623,9
170	18,32	3,82	214,3	440	43,92	11,28	632,9
175	18,84	3,34	221,1	445	44,36	11,42	640,8
180	19,35	4,07	228,4	450	44,79	11,58	649,7
185	19,86	4,19	235,1	455	45,23	11,73	658,2
190	20,37	4,32	242,4	460	45,66	11,88	666,6
195	20,88	4,45	249,7	465	46,09	12,04	675,6
200	21,38	4,57	256,4	470	46,53	12,19	684,0
205	21,88	4,70	263,7	475	46,96	12,35	693,0
210	22,38	4,83	271,0	480	47,39	12,50	701,4
215	22,88	4,95	277,7	485	47,82	12,66	710,4
220	23,38	5,08	285,0	490	48,25	12,82	719,3
225	23,87	5,21	292,3	495	48,67	12,97	727,7
230	24,37	5,34	299,6	500	49,10	13,13	736,7
235	23,86	5,47	306,9	505	49,53	13,29	745,7
240	25,36	5,60	314,2	510	49,95	13,45	754,7
245	25,85	5,74	322,1	515	50,38	13,60	763,1
250	26,34	5,87	329,4	520	50,80	13,76	772,1
255	26,83	6,00	336,7	525	51,22	13,92	781,1
260	27,32	6,13	344,0	530	51,64	14,08	790,0
265	27,80	6,27	351,8	535	52,05	14,24	799,0

NaOH (20°)

$\rho, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л	$\rho, \text{г/см}^3$	%	МОЛЬ/Л	Г/Л
1,000	0,159	0,0398	1,592	1,270	24,64	7,824	313,0
005	0,602	0,151	6,040	275	25,10	8,000	320,0
010	1,04	0,264	10,56	280	25,56	8,178	327,1
015	1,49	0,378	15,12	285	26,02	8,387	334,3
020	1,94	0,494	19,76	290	26,48	8,539	341,6
025	2,39	0,611	24,44	295	26,94	8,722	348,9
030	2,84	0,731	29,24	300	27,41	8,906	356,2
035	3,29	0,851	34,04	305	27,87	9,092	363,7
040	3,74	0,971	38,84	310	28,33	9,278	371,1
045	4,20	1,097	43,88	315	28,80	9,466	378,6
050	4,65	1,222	48,88	320	29,26	9,656	386,2
055	5,11	1,347	53,88	325	29,73	9,847	393,9
060	5,56	1,474	58,96	330	30,20	10,04	401,6
065	6,02	1,602	64,08	335	30,67	10,23	409,2

070	6,47	1,731	69,24	340	31,14	10,43	417,2
075	6,93	1,862	74,48	345	31,62	10,63	425,2
080	7,38	1,992	79,68	350	32,10	10,83	433,2
085	7,83	2,123	84,92	355	32,58	11,03	441,2
090	8,28	2,257	90,28	360	33,06	11,24	449,6
095	8,74	2,391	95,64	365	33,54	11,45	458,0
100	9,19	2,527	101,1	370	34,03	11,65	466,0
105	9,64	2,664	106,6	375	34,52	11,86	474,4
110	10,10	2,802	112,1	380	35,01	12,08	483,2
115	10,55	2,942	117,7	385	35,50	12,29	491,6
120	11,01	3,082	123,3	390	36,00	12,51	500,4
125	11,46	3,224	129,0	395	36,49	12,73	509,2
130	11,92	3,367	134,7	400	36,99	12,95	518,0
135	12,37	3,510	140,4	405	37,49	13,17	526,8
140	12,83	3,655	146,2	410	37,99	13,39	535,6
145	13,28	3,801	152,0	415	38,49	13,61	544,4
150	13,73	3,947	157,9	420	38,99	13,84	553,6
155	14,18	4,095	163,8	425	39,49	14,07	562,8
160	14,64	4,244	169,8	430	40,00	14,30	572,0
165	15,09	4,395	175,8	435	40,51	14,53	581,2
170	15,54	4,545	181,8	440	41,03	14,77	590,8
175	15,99	4,697	187,9	445	41,55	15,01	600,4
180	16,44	4,850	194,0	450	42,07	15,25	610,0
185	16,89	5,004	200,2	455	42,59	15,49	619,6
190	17,34	5,160	206,4	460	43,12	15,74	629,6
195	17,80	5,317	212,7	465	43,64	15,98	639,2
200	18,25	5,476	219,0	470	44,17	16,23	649,2
205	18,71	5,636	225,4	475	44,69	16,48	659,2
210	19,16	5,796	231,8	480	45,22	16,73	669,2
215	19,62	5,958	238,3	485	45,75	16,98	679,2
220	20,07	6,122	244,9	490	46,27	17,23	689,2
225	20,53	6,286	251,4	495	46,80	17,49	699,6
230	20,98	6,451	258,0	500	47,33	17,75	710,0
235	21,44	6,619	264,8	505	47,85	18,00	720,0
240	21,90	6,788	271,5	510	48,38	18,26	730,4
245	22,36	6,958	278,3	515	48,90	18,52	740,8
250	22,82	7,129	285,2	520	49,44	18,78	751,2
255	23,27	7,302	292,1	525	49,97	19,05	762,0
260	23,73	7,475	299,0	530	50,50	19,31	772,4
265	24,19	7,650	306,0				

Ерітіндінің әртүрлі иондық күшінің мәндеріне сәйкес иондардың активтілік коэффициенттері

Ерітінділердің иондық күші I	Ионның заряды Z			Ерітінділердің иондық күші I	Ионның заряды Z		
	± 1	± 2	± 3		± 1	± 2	± 3
0,05	0,84	0,50	0,21	0,3	0,81	0,42	0,14
0,1	0,81	0,44	0,16	0,4	0,82	0,45	0,17
0,2	0,80	0,41	0,14	0,5	0,84	0,50	0,21

Кейбір кешенді иондардың сулы ерітінділердегі тұрақсыздық константалары (25⁰)

Кешенді ионның диссоциациясы	Тұрақсыздық константасы
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$	$9,3 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^- \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{NO}_2^-$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$1,1 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,1 \cdot 10^{-21}$
$[\text{HgCl}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{Cl}^-$	$8,5 \cdot 10^{-16}$
$[\text{HgBr}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{Br}^-$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{HgI}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{I}^-$	$1,5 \cdot 10^{-30}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$4,0 \cdot 10^{-42}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$7,6 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$7,8 \cdot 10^{-18}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,1 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$5,0 \cdot 10^{-31}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$1,9 \cdot 10^{-9}$

Халықаралық жүйенің (СИ) кейбір өлшем бірліктері

Шама	Өлшем бірліктер	
	аты	белгісі
<i>Негізгі өлшем бірліктер</i>		
Ұзындық	Метр	м
Масса	Килограмм	кг
Уақыт	Секунда	с
Электр тогының күші	Ампер	А
Температура	Кельвин	К
Зат мөлшері	Моль	моль
<i>Туынды өлшем бірліктер</i>		
Көлем	Кубтағы метр	м ³

Тығыздық	Килограмның кубтағы метрге қатынасы	кг/м ³
Күш, салмақ	Ньютон	Н
Қысым	Паскаль	Па
Энергия, жұмыс, жылу мөлшері	Джоуль	Дж
Қуат	Ватт	Вт
Электрлік мөлшері	Кулон	Кл
Электрлік кернеу, электрлік потенциал, электр қозғаушы күш	Вольт	В

12-кесте

Өлшем бірліктердің әртүрлі жүйеде белгіленуі

Шама	Өлшем бірлік	СИ жүйесіндегі эквиваленті
Ұзындық	Микрон немесе микрометр (мкм)	$1 \cdot 10^{-6}$ м
	Ангстрем (А)	$1 \cdot 10^{-10}$ м
Қысым	Атмосфера физикалық (атм)	$1,01325 \cdot 10^5$ Па
	Миллиметр сынап бағанасы бойынша (мм с.б.б.)	133,322 Па
Энергия, жұмыс, жылу мөлшері	Электронвольт (эв)	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж
	Калория (кал)	4186,8 Дж
	Килокалория (ккал)	4186,8 Дж
Диполь моменті	Дебай (Д)	$3,33 \cdot 10^{-30}$ Кл·м

13-кесте

Кейбір физикалық тұрақтылардың мәндері

Тұрақты	Белгіленуі	Сандық мәні
Жарық жылдамдығы (вакуумдағы)	c	$2,9979246 \cdot 10^8$ м/с
Планк тұрақтысы	h	$6,62618 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Элементарлы электр заряды	e	$1,602189 \cdot 10^{-19}$ Кл
Авогадро тұрақтысы	N	$6,022045 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Фарадей тұрақтысы	F	$9,64846 \cdot 10^4$ Кл/моль
Газ тұрақтысы	R	8,3144 Дж/(моль·К)

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Бірімжанов, Б.А. Жалпы химия. – Алматы, 2011. – 744 б.
2. Глинка, Н.Л. Общая химия: учеб. пособие для вузов / под ред. А.И. Ермакова. – изд.30-е, исп. – М.: Интеграл-Пресс, 2008. – 728 с.
3. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М., 2011.
4. Баешова, А.К. Жалпы және биобейорганикалық химия: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – 100 б.
5. Баешова, А.К. Жалпы химия (лабораториялық жұмыстар жинағы): әдіст. нұсқаулық. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 90 б.
5. Баешова, А.К. Химия: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 104 б.
6. Баешова, А.К. Химия: әдіст. Нұсқаулық / А.К. Баешова, О.Я. Сулейменова. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 136 б.
7. Лабораторный практикум по общей химии: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ, 2010. – 144 с.
9. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии / Т.Г. Аминов [и др.] под общей ред. В.М. Таланова, Г.М. Житного. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 411 с.
10. Солтерсовская химия: В 4-х книгах / под ред. Н.П. Тарасовой, П.Д. Саркисова. Книга 2. Химия: пер. с англ. – М.: ИКЦ «Академ-книга», 2005. – 462 с.
11. Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1981. – 488 с.
12. Справочник химика. Т. 3. – М.: изд. «Химия», 1965. – 1004 с.
13. Электрохимия / пер. с фран. В.Н. Грасевича, под ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. – М.: Техносфера, 2008. – 360 с.
14. Баешов, А.Б. «Алюминий-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілу заңдылықтары / А.Б. Баешов, М.Н. Турлыбекова, А.К. Баешова // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2015. – № 3. – С. 94-99.
15. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1998.
16. Лабораторные работы по общей и неорганической химии / под ред. Н.Н. Павлова, В.И. Фролова. – М., 2002.

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ.....	3
---------------	---

I бөлім. ТЕОРИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1. БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ КЛАСТАРЫ	5
1.1. Бейорганикалық қосылыстар	5
1.2. Бейорганикалық қосылыстардың кластарының арасындағы генетикалық байланыс.....	8
2. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН ЗАҢДАРЫ. АТОМ-МОЛЕКУЛАЛЫҚ ІЛІМ	11
2.1. Химия. Химияның негізгі түсініктері	11
2.2. Химияның негізгі заңдары	14
2.3. Газ заңдары.....	17
2.4 Атомдық және молекулалық массаларды анықтау жолдары	18
2.5 Атомдардың молярлық массаларын анықтау.....	19
2.6 Эквиваленттік массаны анықтау жолдары	20
3. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ	23
3.1. Атом құрылысының күрделілігін дәлелдеген эксперименттер	23
3.2 Атом құрылысының модельдері.....	25
3.3 Нильс Бор теориясы және оның кемшіліктері.....	26
3.4 Атом құрылысының қарапайым моделі туралы түсінік	27
3.5 Ядроларды белгілеу	29
3.6 Изотоптар туралы түсінік.....	29
3.7 Ядролық реакциялар.....	30
3.8 Жартылай ыдырау периоды	33
3.9 Ядролық синтез.....	34
3.10 Атом құрылысының қазіргі замандағы теориясы	36
3.11 Квант сандары	38
3.12 Квант қабаттарының электрондармен толтырылуы	40
3.13 Атомдардың электрондық құрылымы және периодтық система.....	42
3.14 Элементтер атомдарының қасиеттерінің периодты түрде өзгеруі. Иондану энергиясы.....	49

4. ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС	51
4.1. Химиялық байланыс туралы түсінік	51
4.2. Химиялық байланыстың мөлшерлік сипаттамалары	52
4.3. Химиялық байланыстың түрлері	53
4.4. Молекулалық орбитальдар әдісі	57
4.5. Гибридтену	60
4.6. Молекулалар арасындағы байланыс	61
4.7. Сутекті байланыс	63
4.8. Металдық байланыс	63
5. КОМПЛЕКСТІ ҚОСЫЛЫСТАР	67
5.1. Комплексті қосылыстар туралы түсінік. Координациялық теория.....	67
5.2. Комплексті қосылыстардың номенклатурасы	69
5.3. Комплексті қосылыстардың классификациясы	69
5.4. Комплексті қосылыстардың изомериясы.....	71
5.5. Комплексті қосылыстардың тұрақсыздық константасы.....	72
5.6. Комплексті қосылыстардағы химиялық байланыстардың табиғаты.....	73
5.7. Кристалдық өріс теориясы	74
5.8 Молекулалық орбитальдар теориясы	76
5.9 Комплексті қосылыстардың биологиялық маңызы және медицинада қолданылуы	76
6. ХИМИЯЛЫҚ КИНЕТИКА ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕНДІК	80
6.1. Химиялық реакциялардың жылдамдығы	80
6.2 Реакцияның реті және молекулалығы	85
6.3 Химиялық тепе-теңдік	86
7. ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ БИОЭНЕРГЕТИКА НЕГІЗДЕРІ	89
7.1. Ішкі энергия және энтальпия	89
7.2. Термохимияның негізгі түсініктері	90
7.3 Термодинамиканың екінші бастамасы. Энтропия	91
7.4 Гиббс энергиясы (изобаралық-изотермиялық потенциал)	93
7.5 Тірі организм – термодинамикалық зерттеулердің объектісі. Биоэнергетиканың ғылыми негіздері	94
8. ЕРІТІНДІЛЕР	96
8.1. Ерітінділер туралы түсінік	96
8.2. Ерітінділердің теориясы. Д.И. Менделеевтің химиялық теориясы (1887 ж.)	96
8.3. Еру және ерігіштік	98
8.4. Ерітінділердің концентрациясы.....	99
8.5. Электродит емес ерітінділердің қасиеттері	101

8.6 Электролиттер.....	105
8.7. Диссоциациялану дәрежесі. Әлсіз және күшті электролиттер.....	108
8.8. Әлсіз электролиттердің қасиеттері.....	109
8.9. Қышқылдар мен негіздердің сулы ерітінділердегі диссоциациялануы.....	111
8.10. Судың электролиттік диссоциациясы. Судың иондық көбейтіндісі.....	113
8.11. Индикаторлар.....	114
8.12. Буферлі ерітінділер.....	115
8.13. Иондық реакциялар және тепе-теңдіктер.....	116
8.14. Қышқылдық-негіздік тепе-теңдік және адам организміндегі негізгі буферлі жүйелер.....	117
8.15. Гетерогендік тепе-теңдіктер. Ерігіштік көбейтіндісі.....	119
8.16. Тұздар гидролизі.....	122
9. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ.....	127
9.1. Тотығу және тотықсыздану.....	127
9.2. Тотығу дәрежесі.....	129
9.3. Тотығу-тотықсыздану реакциялары және электродтық потенциалдар.....	134
9.4. Электрохимия туралы түсінік.....	136
9.5. Стандартты электродтық потенциалдар.....	140
9.6. Электродтық потенциалдарды пайдаланып, электрохимиялық ұяшықтардың потенциалдарын есептеу.....	143
9.7. Тотығу және тотықсыздану реакцияларының типтері.....	144
9.8. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіру әдістері.....	145
9.10. Тотығу-тотықсыздану реакцияларындағы эквиваленттік масса.....	146
9.11. Тотығу-тотықсыздану процесіне ортаның әсері.....	147
9.12. Нернст теңдеуі.....	148
9.13. ТТР-дің жүру бағыты.....	150
9.14. Электролиз. Фарадей заңдары.....	151
9.15. Коррозия.....	154

II бөлім. ЖАТТЫҒУЛАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН ЗАҢДАРЫ.....	158
2. ХИМИЯЛЫҚ ФОРМУЛАЛАРДЫ ШЫҒАРУ. ХИМИЯЛЫҚ ФОРМУЛАЛАР ЖӘНЕ ТЕҢДЕУЛЕР АРҚЫЛЫ ЕСЕПТЕУЛЕР.....	169
3. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ.....	173
4. ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС.....	178
5. КОМПЛЕКСТІ (КЕШЕНДІ) ҚОСЫЛЫСТАР.....	181
6. ХИМИЯЛЫҚ КИНЕТИКА. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАР-ДЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ.....	184
7. ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ.....	187
8. ЕРІТІНДІЛЕР.....	191

9. ЭЛЕКТРОЛИТТЕР	199
10. ТҮЗДАР ГИДРОЛИЗІ	202
11. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ	204
12. ЭЛЕКТРОЛИЗ. ФАРАДЕЙ ЗАҢДАРЫ	210

III бөлім. ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ПРАКТИКУМ

1. ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ОРЫНДАУ ТЕХНИКАСЫ	213
1.1. Жұмыс тәртібі	213
1.2. Реактивтерді пайдалану ережелері	213
1.3. Лабораторияда жұмыс жасағанда қолданылатын сақтық шаралары	214
2. ЗАТТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ	216
3. ЗАТТАРДЫҢ МОЛЯРЛЫҚ МАССАСЫН ЖӘНЕ ЭКВИВАЛЕНТТІК МАССАСЫН АНЫҚТАУ	219
4. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАСЫ	223
4.1. Жылу эффектілерін анықтау	223
4.2. Гидраттану энтальпиясын анықтау	224
4.3. Тұздың түзілу энтальпиясын анықтау	226
5. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ	228
6. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕНДІК. ҚАЙТЫМДЫ ЖӘНЕ ҚАЙТЫМСЫЗ РЕАКЦИЯЛАР	231
6.1. Химиялық тепе-теңдіктің ығысуын зерттеу	231
7. КОМПЛЕКСТІ ҚОСЫЛЫСТАР	234
7.1. Құрамында комплексті катионы бар қосылыстың түзілуі мен ыдырауы	234
7.2. Құрамында комплексті анионы бар қосылыстың түзілуі және ыдырауы	234
7.3. Темір (III)-тің жай және комплексті иондарының арасындағы айырмашылық	235
7.4. Комплексті иондардың беріктігі және күйреуі	235
7.5. Қос тұздың диссоциациялануы	237
7.6. Комплекстің түзілуіне ерітінділер концентрациясының әсері	237
7.7. Аквакомплексстердің гидраттық изомериясы	237
8. ЕРІТІНДІЛЕР	239
9. ЭЛЕКТРОЛИТТІК ДИССОЦИАЦИЯ	242
9.1. Электродиттік диссоциация процесін зерттеу	242

10. БУФЕРЛІ ЕРІТІНДІЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ	245
10.1. Буферлі ерітінділерді дайындау және зерттеу.....	245
11. ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗІ	249
12. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ	253
13. ХИМИЯЛЫҚ ТОҚ КӨЗДЕРІ	257
13.1. Қорғасын электродтарында белсенді қабатты қалыптастыру.....	257
13.2. «Алюминий-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілуі	259
14. ЭЛЕКТРОЛИЗ	261
15. КОРРОЗИЯ	263
ҚОСЫМШАЛАР	266
БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ	283

Оқу басылымы

Башова Ажар Коспановна

ХИМИЯ

Оқу құралы

Редакторы *К. Мухадиева*
Компьютерде беттеген *Ф. Қалиева*
Мұқабасын безендірген *Я. Горбунов*

Мұқабаны безендірудегі сурет
www.depositphotos.com сайтынан алынды.

ИБ №12857

Басуға 19.07.2019 жылы қол қойылды. Пішімі 60x84 ¹/₁₆.
Көлемі 18,06 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылым. Тапсырыс №3980.

Таралымы 125 дана. Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.



9 786010 440791