

***ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ***

*А. К. Баешова, А. О. Едигеева*

**ХИМИЯ ПӘНІ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРҒА  
ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУЛАР**

(оқу-әдістемелік құрал)

## КІРІСПЕ

Қазіргі заманның талаптарына сай мамандарды дайындау үшін оқу үдерісін, оған қажетті бағдарламаларды, оқу құралдарын әрқашанда жетілдіріп отыру қажет. Табиғатта, өнеркәсіптің әрбір саласында, энергетикада химия ғылымының алатын орны ерекше. Осыған орай химиялық емес мамандықтарда химия пәнін оқыту өте маңызды мәселе болып тұр. Осындай мамандықтардың ішінде «жылу энергетикасы» мамандығында оқытылатын химия пәні оқу жоспарына сай міндетті пән болып табылады, ал сол себептен бұл пән бойынша оқу-әдістемелік кешенді дамыту өте өзекті мәселе.

Оқытушылар мен студенттер назарына ұсынылып отырған оқу-әдістемелік құралда химия пәні бойынша дәстүрлі, белгілі, кеңінен таралған зертханалық жұмыстардың орындау тәртібі жазылған. Сонымен қатар бұл оқу-әдістемелік құралда «жылу энергетикасы» мамандығына бейімделген «химиялық ток көздері» тақырыбына арнайы көңіл бөлінген. Осы тақырыпқа сай авторлар «Қорғасын электродтарында белсенді қабаттар қалыптастыру» атты зертханалық жұмыстың қойылуын сипаттаған және қазақстандық ғалымдар А.Баешов және А.К. Баешованың авторлығымен жасалған жаңа әдіс бойынша «Алюминий және графитті пайдаланып, химиялық ток көзін жасау» атты зертханалық жұмыстың жүргізу әдістемесі жазылған. Бұл зертханалық жұмыстар студенттерді химиялық ток көздерінің әрекетінің принциптерімен таныстырады. Қазіргі заманның талаптарына сай, энергия алу жолдарын жетілдіру мақсатында химиялық реакциялардан электр тогын алудың негіздерімен таныстырады және осы бағытта құзыреттіліктер қалыптастырады.

# ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ОРЫНДАУ ТЕХНИКАСЫ

## 1. Жұмыс тәртібі

Химиялық лабораторияда жұмыс орындағанда, келесі ережелерге сүйену қажет:

1. Алдын ала оқулықтың жұмысқа сәйкес тарауларын, дәрістер конспектiлерiн 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.

## 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.

### **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. Беттеріңе немесе киімдеріңе шашырамау үшін реактивтерді қойғанда ыдысқа аса еңкеймеңдер.

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 беттеріңе немесе қолдарыңа сұйықтықтың (қышқылдың) шашырандысы тисе, судың күшті ағындысымен жуып, содан кейін күйген жерді соданың сұйытылған ерітіндісімен жуу. Сілті тиген жерлерді сілті әбден кеткенше сумен жуады, сосын калий перманганатының 3%-ды 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.

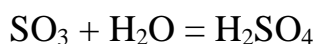
12. Лабораториядан кетерде газ жанарғыларының шүмектерін тексеру.

**1.1. Теориялық бөлім****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. 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, жылумен 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, тотығу-тотықсыздану 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:

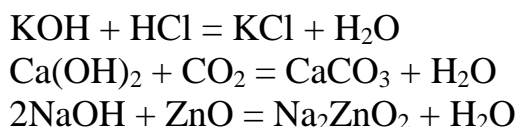


Кремний диоксиді  $SiO_2$  қышқылдық оксид. Ол сумен тікелей әрекеттеспейді, бірақ оған кремний қышқылы  $H_2SiO_3$  сәйкес келеді. Қышқылдық оксидтерді алудың бір әдісі – сәйкес қышқылды сусыздандыру. Сондықтан қышқылдық оксидтерді ангидридтер деп атайды. Қышқылдармен де, негіздермен де әрекеттесіп, 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 оттеппен 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  $\text{Na}_2\text{O}_2$ . Табиғаты бойынша металдар пероксидтері әлсіз қышқылдың сутегі пероксидінің  $\text{H}_2\text{O}_2$  – 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:

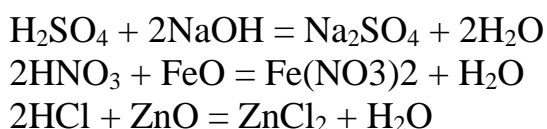


Қышқылдар мен негіздердің протондық теориясы тұрғысынан негіздер сутек иондарын қосып алуға қабілеті бар заттар, яғни протондар акцепторлары. Мысалы: аммиак – сутек протонын қосып алып, аммоний – ионын  $\text{NH}_4^+$  түзеді. Негіздер тәрізді аммиак қышқылдармен әрекеттесіп, тұз түзеді:



**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 протондар донорлары. Қышқылдарға тән химиялық қасиеттері – олардың негіздермен әрекеттесіп, тұз түзу қабілеттері, мысалы:



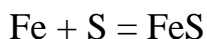
**Тұздар** – молекуласы металл атомы мен қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар.

**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:

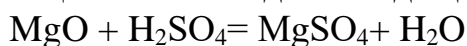
1. Кейбір металдар мен бейметалдар өзара әрекеттесіп (синтез әдісі) тұз түзеді:



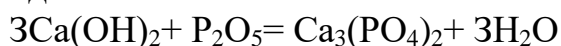
2. Негіздік оксидтер мен қышқылдық оксидтердің өзара әрекеттесуінің нәтижесінде де тұз түзіледі.



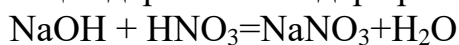
3. Қышқыл мен негіздік оксидтің әрекеттесуінен де тұз түзіледі.



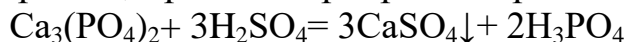
4. Негізбен қышқылдық оксидтердің әрекеттесуінің нәтижесінде де тұз пайда болады.



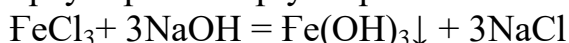
5. Қышқылдар мен негіздер әрекеттесуі арқылы да тұз алуға болады:



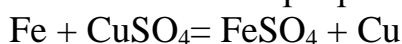
6. Тұз бен қышқылдың әрекеттесуінің нәтижесінде жаңа тұз және жаңа қышқыл түзіледі, бұл кезде тұз тұнбаға түседі:



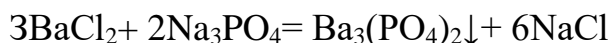
7. Тұз бен негіздің әрекеттесуінде жаңа тұз және жаңа негіз түзіледі, олардың біреуі тұнбаға түсуі керек.



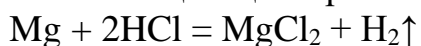
8. Металл мен басқа тұз әрекеттескенде де жаңа тұз бен металл түзіледі:



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



10. Металл мен қышқыл әрекеттескенде тұз бен сутек түзіледі.



## 1.2 Эксперименттік бөлім

### 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
	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$	$Ni(OH)_2$	$ZnCl_2 \rightarrow ZnCO_3 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2$
	$Ag^+ + Cl^- = AgCl$	$Pb(OH)_2$	$NiSO_4 \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow NiCl_2 \rightarrow NiCO_3$
	$Zn^{2+} + CO_3^{2-} = ZnCO_3$	$Fe(OH)_2$	$CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuSiO_3$
	$Pb^{2+} + SO_4^{2-} = PbSO_4$	$Al(OH)_3$	$FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow FePO_4$
	$Ba^{2+} + CrO_4^{2-} = BaCrO_4$	$Cu(OH)_2$	$Bi(NO_3)_3 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow BiCl_3 \rightarrow BiPO_4$
	$Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2$	$Zn(OH)_2$	$CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 \rightarrow CaC_2O_4$
	$Cu^{2+} + SiO_3^{2-} = CuSiO_3$	$Sn(OH)_2$	$CdSO_4 \rightarrow Cd(OH)_2 \rightarrow CdCl_2 \rightarrow CdS$
	$Ni^{2+} + CO_3^{2-} = NiCO_3$	$Cr(OH)_3$	$Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb(OH)_2 \rightarrow Pb(CH_3COO)_2 \rightarrow PbS$
	$Sr^{2+} + CO_3^{2-} = SrCO_3$	$Cd(OH)_2$	$CoSO_4 \rightarrow Co(OH)_2 \rightarrow Co(NO_3)_2 \rightarrow CoSiO_3$
0	$Co^{2+} + SiO_3^{2-} = CoSiO_3$	$Sb(OH)_3$	$SrCl_2 \rightarrow SrCO_3 \rightarrow Sr(NO_3)_2 \rightarrow SrSO_4$
1	$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$	$Bi(OH)_3$	$Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbCO_3 \rightarrow Pb(CH_3COO)_2 \rightarrow PbI_2$
2	$Pb^{2+} + 2Br^- = PbBr_2$	$Co(OH)_2$	$Bi(NO_3)_3 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow BiCl_3 \rightarrow Bi_2S_3$

### 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

Вариа	А	Ә	Б
1	$H_3PO_4$	$Fe(OH)$	$ZnO$
2	$H_2SO_4$	$Ca(O$	$Al_2O_3$
3	$H_3AsO_4$	$Cu(O$	$SnO$
4	$H_2SO_3$	$Fe(OH)$	$Cr_2O_3$
5	$H_2CO_3$	$Sr(OH)$	$PbO$
6	$H_2CrO_4$	$La(OH)$	$V_2O_3$
7	$H_3SbO_4$	$Mn(O$	$SnO$
8	$H_2SeO_4$	$Bi(OH)$	$Nb_2O_3$
9	$H_2MoO_4$	$Ga(O$	$ZnO$
10	$H_2W$	$Sc(OH)$	$TiO_2$
11	$H_2SiO_3$	$V(OH)$	$As_2O_3$
12	$H_2TeO_4$	$Cd(O$	$ShO_2$

**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 оттектен 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.

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

### 2.1. Теориялық бөлім.

#### *Атом-молекулалық теорияның негізгі қағидалары*

1. Заттар молекулалардан тұрады. Әр түрлі заттардың молекулаларының химиялық құрамы, физикалық және химиялық қасиеттері әр түрлі 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 тұрады. 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** – жай және күрделі заттардың молекулаларының құрамына кіретін химиялық элементтердің ең кіші бөлшегі. Атомдар бір-бірімен әрекеттескенде молекулалар түзіледі.

**Молекула** – заттың химиялық қасиетін сақтайтын ең кішкене бөлшегі. Молекулалар әр түрлі атомдардан және тек бірдей атомдардан тұра алады. Егер зат бір түрлі атомдардан тұрса, оны **жай зат** деп атайды. Ал егер зат әр түрлі атомдардан тұрса, онда **күрделі зат** дейді. Мысалы,  $O_2$  – жай зат,  $H_2CO_3$  – күрделі зат.

**Химиялық элемент** – ядроларының заряды бірдей болатын атомдардың жинағы. Мысалы, азот – элемент. N – атом, оның заряды: +7.

Әрбір элементтің **символы** болады. Олар мысалы, Mg – магний, S – күкірт, I – йод, Na – натрий. Бұл – элементтердің символдары болып табылады.

**Валенттілік.** Заттардың молекулалары оларды құрастыратын элементтердің валенттілігіне сәйкес құрылады. Валенттілік – 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 тек бірге тең валенттілікті көрсетеді. Сондықтан мынадай қосылыстарда:  $NH_3$ -те азоттың валенттілігі 3-ке тең,  $H_2S$  – 2-ге тең валенттілікті көрсетеді. Кейбір элементтер сутекпен қосылыс түзе алмайды, сондықтан оның валенттілігін оттегімен түзген қосылысы бойынша анықтайды. Оттегі атомы әрқашан да екі

байланыс түзеді. Ол әрқашан да 2-ге тең валенттілікті көрсетеді. Сонда  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $NO_2$ ,  $Al_2O_3$  деген қосылыстарда калий бір валентті, кальций екі валентті, алюминий үш валентті, азот төрт 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 мөлшерде қосылатынын білуге болады.

**Химиялық теңдеулер.** Химиялық реакцияларды химиялық теңдеулер арқылы көрсетеді. Теңдеудің сол жағына реакцияға кірісетін 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  $1/12$  массасына қатынасын химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасы ( $A_r$ )» деп атайды. Мысалы,  $A_r(H)$ ,  $A_r(O)$ . ( $r$  – relative – салыстырмалы).

**Салыстырмалы молекулалық масса.** «Табиғи изотоптық құрамы бар элемент молекуласының орташа массасының  $^{12}C$  көміртек атомының  $1/12$  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 ( $\Xi$ ) дегеніміз сутек атомдарының  $1$  мольмен қосылатын немесе осы мөлшерін қосылыстан ығыстыратын мөлшері, өлшем бірлігі – моль.

**Эквиваленттің молярлық массасы** дегеніміз заттың  $1$  эквивалентінің г/мольмен алынған массасы  $M(\Xi)$ , 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** ( $f_{\text{ЭКВ}}$ ) – қышқылдық-негіздік реакцияларда сутектің 1 ионымен, ал тотығу-тотықсыздану реакцияларында 1 электронмен әрекеттесетін заттың бөлігін көрсететін сан:

$$f_{\text{ЭКВ}}(X) = 1/n$$

$n$  – сутектің атомының немесе электрон саны

## Химияның негізгі заңдары

**Зат массасының және күрделі энергиясының 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, экспериментпен дәлелдеді. Ломоносов зат массасының сақталу заңын энергия сақталу заңымен байланыстырды – бұлар табиғаттың жалпы заң деп тұжырымдады.

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

**Эйнштейн теңдеуі.** Масса мен энергия былайша байланысады:  $E$  – энергия,  $m$  – масса,  $c$  – жарық жылдамдығы.

**Заттың құрам тұрақтылық заңы.** Ашқан Пруст, 1808 жылы «Кез келген таза затты құрамы және қасиеттері әрқашанда тұрақты болады. Олар алыну әдісіне тәуелсіз».

**Еселі қатынас заңы.** Дальтон, 1803 ж.

«Егер екі элемент өзара бірнеше химиялық қосылыстар түзе алатын болса, әр түрлі қосылыстағы элементтердің массаларының ара қатынасы бүтін сандарға тең болады».

Мысалы,  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ .

Бұл қосылыстарда азоттың бір массалық бірлігіне әр қосылыста оттектің әртүрлі массалық бірлігі сәйкес:

0,57    1,14    1,71    2,28    2,85

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

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

**Авогадро заңы.** «Бірдей жағдайда (температурада және қысымда) әртүрлі газдардың тең көлемдеріндегі молекулалар сандары бірдей болады.» Бұл сан  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  Авогадро саны деп аталады.

Авогадро заңының салдары:

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

**Көлем қатынастар 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 қысымын кері пропорционал:  $PV = \text{const}$

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

## 2.2 Эксперименттік бөлім. Молярлық массаны және эквиваленттік массаны 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 теххимиялық 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 –  $t, ^\circ\text{C}$ ; абсолюттік температура –  $T, \text{K}$ .

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 –  $m_3$ ,  $\rho$  – 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.  $\text{CO}_2$  салыстырмалы молекулалық массасын екі әдіспен есептеп шығару:

$$M = 2,016 D_{\text{H}_2}$$

$$M = 29 D_{\text{возд}}$$

9. Төмендегі теңдеу бойынша салыстырмалы қателігін есептеу:

$$\frac{M_{\text{эсп}} - M'_{\text{теор}}}{M_{\text{теор}}} 100\%$$

## **Б) Магнийдің эквиваленттік массасын анықтау**

### ***Жұмысты жүргізу тәртібі:***

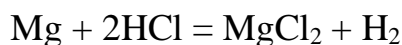
1. 0,1г магнийді техникалық таразыда өлшеп алады да, оны сүзгі қағазға орайды.

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 2н 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.

**Есептеулер:**

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:

$$m_{\text{H}_2} = \frac{V_0 \cdot 2,016}{22400}$$

4. Эквивалент заңының негізінде магний эквиваленттік массасын табамыз:

$$\frac{m_{\text{Mg}}}{m_{\text{H}}} = \frac{M(\text{Э}_{\text{Mg}})}{M(\text{Э}_{\text{H}})}, M(\text{Э}_{\text{Mg}}) = \frac{m_{\text{Mg}} M(\text{Э}_{\text{H}})}{m_{\text{H}}}$$

5. Абсолюттік қателік  $\frac{M(\text{Э})_{\text{теор}} - M(\text{Э})_{\text{получ.}}}{M(\text{Э})_{\text{теор}}}$  100% формуласы бойынша табылады.



**3.1. Теориялық бөлім.** Табиғатта немесе лабораторияда тәжірибе кезінде өтетін химиялық процестердің қай қайсысын алсақ та, азды көпті энергиялық өзгерумен қабат жүріп отыратынын көреміз. Көбіне энергетикалық өзгерулер жылудың бөлінуі не сіңірілуі түрінде байқалады. Сондықтан химиялық реакциялар энергетикалық жағынан алғанда экзотермиялық - жылуды сыртқа шығаратын эндотермиялық - жылуды ішке сіңіретін деп екіге бөлінеді.

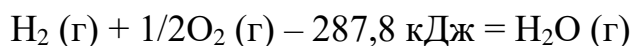
Химиялық жылу эффектісі деп оның тұрақты қысымда не тұрақты көлемде өткендегі бөліп шығаратын немесе өзіне сіңіретін энергияның мөлшерін айтады.

Химиялық реакциялардың энергетикалық эффектісін және сол эффектінің әрекеттесетін заттардың құрамы мен құрылысына, процестің өту жағдайына тәуелділігін зерттейтін сала термохимия деп аталады. Термохимияның өзі әртүрлі процестердің энергетикалық өзгерулерін зерттейтін теориялық химияның басты саласы термодинамикаға кіреді. Эксперимент түрінде химиялық процестердің жылу эффектілерін анықтаумен қатар, термохимия басқа да термодинамикалық шамаларды тауып, олардың жағдайға сай өзгеруінің сырын ашып береді.

Термодинамикада реакцияның жылу эффектісінің таңбасы былай алынады: экзотермиялық реакция нәтижесінде бөлінетін жылу системадан сыртқа шығып жатқандықтан теріс таңбалы етіп алынып, энергияның азаятынын көрсетеді.

Керісінше, жылу сырттан системаға сіңіріліп жатса, оның энергиясы артатындықтан жылу эффектісінің таңбасы оң етіп алынады.

Көптеген жағдайда химиялық реакцияның теңдеуі жылу эффектісімен қосы жазылады. Экзотермиялық реакцияның жылу мөлшерін теңдеудің сол жағына теріс таңбамен белгілеп алады. Мысалы:



Осындай химиялық теңдеуді, оның жылу эффектісімен қоса жазылған түрін, *термохимиялық теңдеу* дейді.

Энтальпия немесе жылу эффектісі деп химиялық реакцияларда бөлінетін немесе сіңірілетін жылуды айтады.

**Термохимия заңдары.**

*Лавуазье-Лаплас заңы:* Жай заттар қосылып, күрделі зат түзгенде бөлінетін (не сіңірілетін) жылу мөлшері сол күрделі зат қайтадан жай заттарға ыдырағанда сіңірілетін (не бөлінетін) жылуға тең. Мысалы:



*Гесс заңы:*

Химиялық реакция тікелей немесе бірнеше сатыда жүрсін бәрібір оған сай жылуның мөлшері тұрақты болады.

Термохимиялық есептеулерде Гесс заңынан шығатын салдарды қолданған ыңғайлы:

- химиялық реакцияның жылу эффектісінің энтальпиясы реакция өнімдерінің түзілу жылуларының қосындысынан бастапқы реагенттердің түзілу жылуларының қосындысын алып тастағандағы айырымға тең (мұндайда теңдеудегі барлық заттың алдындағы коэффициенттер ескеріледі).

### **3.2 Эксперименттік бөлім.**

#### **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,

$\Sigma C$  – 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.

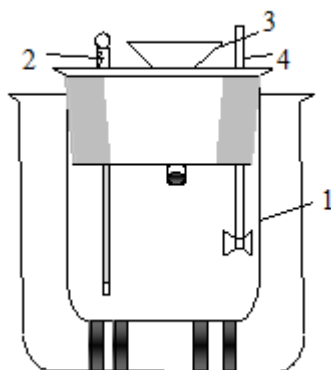
$Q$  – жылу мөлшері;

$\Delta H$  – I мольге есептелген жылу эффектісі;

$m$  – заттың массасы;

$M$  – заттың мольдік массасы.

Суда жүретін реакциялардың энтальпиясын анықтау үшін 3-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 былғауыш (мешалка) (4) орналастырылған қақпақпен жабу.

### Гидраттану энтальпиясын анықтау.

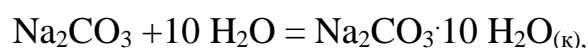
#### А) Сусыз тұзға кристаллизациялық су қосылу реакциясының энтальпиясын анықтау.

Лаборанттан белгісіз сусыз тұз және оның кристаллогидратын алады. Сусыз тұздың 7 граммын 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 <sub>1</sub> ), °C	Соңғы температура (t <sub>2</sub> ), °C	Судың массасы, г
Құрғақ тұз Кристаллогидрат			

Гидратация энтальпиясын анықтау үшін мынадай реакцияларды қарастырамыз. Мысалы:



$\Delta H_{\text{гидр}}$



Сусыз тұздың еруінің энтальпиясы ( $\Delta H_1$ ) сусыз тұздың гидраттану энтальпиясы мен ( $\Delta H_{\text{гидр}}$ ) кристаллогидраттың еру энтальпиясының ( $\Delta H_2$ ) 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 алғандарынды 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/см<sup>3</sup> тең деп алып және ерітінді мен калориметрлік стаканның массасын ескере отырып, калориметрдегі бөлінген жылу мөлшерін ( $\Delta H_1$ ) есептейді (жоғарыда келтірілген формулалар бойынша).

Осындай тәжірибені мыс сульфатының кристаллогидраты үшін қайталайды ( $m=10\text{г}$ ). Бөлінген жылу мөлшерін есептейді ( $\Delta H_2$ ). 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 –  $t_1$ , °С

Соңғы температура –  $t_2$ , °С

Жүйенің жылу сыйымдылығы –  $C$ , Дж/г·град.

Калориметрдегі бөлінген жылу мөлшері –  $Q_1$   
Құрғақ (сусыз) тұздың еру жылуы –  $\Delta H_1$   
Кристаллогидраттың массасы –  $m_2$ , г  
Бастапқы температура –  $t_3$ , °С  
Соңғы температура –  $t_4$ , °С  
Жүйенің жылу сыйымдылығы –  $C$ , Дж/г·град.  
Калориметрдегі бөлінген жылу мөлшері –  $Q_2$   
Кристаллогидраттың еру жылуы –  $\Delta H_2$   
Құрғақ сусыз тұздың гидраттану жылуы –  $\Delta H_{\text{гидр}}$

### **В) 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 есептелінген мөлшерден 5% артық алып, 150 мл суда ерітеді. Тәжірибенің басында  $\text{BaCl}_2$  және  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  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 Дж/г·град. және тығыздығын 1 г/см<sup>3</sup>, ал шынының жылу сыйымдылығын 0,79 Дж/г·град. деп есептеп, жоғарыда келтірілген формулаларды пайдаланып, калориметрдегі бөлінген жылу мөлшерін есептейді ( $\Delta H_x$ ).

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 –  $\Delta H_x$

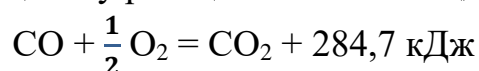
### **Г) Нейтралдану энтальпиясын анықтау**

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).

### Есептер

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.  $\text{CuCl}_2$  қосылысы түзілген кезде 13,4 кДж жылу бөлінеді.  $\text{CuCl}_2$  қосылысының түзілу энтальпиясын анықтаңыздар.

3.  $\text{Cu}_2\text{S}$  қосылысының түзілу энтальпиясы 48,57 кДж екенін ескеріп, 144 грамм  $\text{Cu}_2\text{S}$  түзілгенде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

4.  $\text{PCl}_3$  қосылысының түзілу энтальпиясы 317,8 кДж екенін ескеріп, 96 грамм  $\text{PCl}_3$  түзілгенде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

5.  $\text{PCl}_3$  қосылысының түзілу реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:

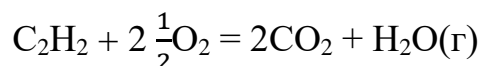


ал  $\text{PCl}_5$  қосылысының хлормен әрекеттесу реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:



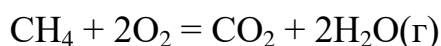
$\text{PCl}_5$  қосылысының түзілу энтальпиясын есептеңіздер.

6. Ацетиленнің жану реакциясы келесі теңдеу бойынша жүреді:



Реакцияның энтальпиясын және  $1\text{ м}^3$   $\text{C}_2\text{H}_2$  жанғанда бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер. Реакция қалыпты жағдайда жүргізілді.

7. Метанның жану реакциясы келесі теңдеу арқылы жүреді:

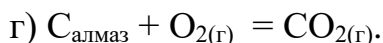
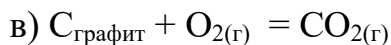
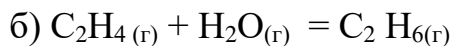
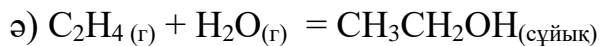
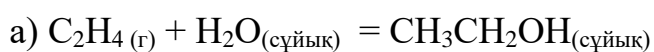


Реакцияның энтальпиясын және температура  $17^{\circ}\text{C}$ , қысым  $1,064 \cdot 10^5$  Па-ға тең болғанда  $1\text{ м}^3$  метан жанған кезде бөлінетін жылудың мөлшерін есептеңіздер.

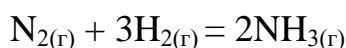
8. Кремний диоксидінің түзілу энтальпиясы  $872,2$  кДж. Төменде келтірілген реакция бойынша магний оксидінің түзілу энтальпиясын есептеңіздер:



9. Келесі реакциялар үшін стандартты энтальпиялардың мәндерін есептеңіздер:



10. Температура жоғарылаған кезде келесі тепе-теңдік үшін  $\Delta G$  мәні қалай өзгередінін анықтаңыздар:



$\Delta H^0$  және  $\Delta S$  температураға байланысты өзгермейтінін ескеріп, температура  $500^{\circ}\text{C}$ -қа тең болған кездегі  $\Delta G$  мәнін есептеңіздер.

#### **4.1. Теориялық бөлім**

Химиялық реакциялардың жылдамдығын білудің теориялық және практикалық маңызы зор. Теориялық маңызы – заттың құрылысы мен атомдардың арасындағы байланыстардың энергетикалық сипаттамасының заттардың реакцияласу қабілетіне әсерін анықтап, осыған орай үдерістің жүру механизмін ашып беруі. Практикалық маңызы – химия өнеркәсібінде өндірілетін заттардың мөлшерін арттырудың жолдарын күні бұрын біліп, оған қажетті қондырғыларды, аппаратураларды таңдап алуға мүмкіндік туғызуы.

Химиялық үдерістердің барысын уақытпен бағалап зерттейтін бөлімін **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. Жүйенің 3 түрі бар: ашық, жабық және жекеленген. Ашық жүйедегі заттар мен энергия басқа жүйеге ауыса алады, ал жабық жүйелерде заттар ауыса алмайды, олар тек энергиямен алмаса алады. Жекеленген жүйеде зат та, энергия да ешбір басқа жүйелерге ауыса алмайды. Ашық жүйелерге лабораторияда стол үстінде стаканда жүргізіліп жатқан, өзінен газ бөле алатын реакциялық қоспалар жатады, ал осы үдерістерді жабық ампулада жүргізсе, ол жабық жүйеде жүретін реакцияға жатады. Егер ампуланы космос кеңістігінде ұстасақ, жүйені қоршаған, онымен энергия алмаса алатындай сыртқы орта жоқ болғандықтан, жүйе жекеленген жүйеге айналады.

Химияда ашық және жабық жүйелердегі үдерістер кездеседі, бірақ реакцияның жүру заңдылықтарын айқындау үшін тек жабық жүйелер қарастырылады.

Жүйелер гомогенді және гетерогенді болып бөлінеді, бұлай бөлінуі олардың фазаларына байланысты. **Фаза** деп химиялық құрамы және қасиеттері бірдей, жүйенің қалған бөлігінен бөліну беті арқылы шектелген бөлігін айтады.

Гомогенді жүйе бір ғана фазадан тұрады, мұндай жүйеде жүретін реакция оның бүкіл көлемінде өтеді.

**Гомогенді реакцияның жылдамдығы** деп кесімді уақыт ішінде жүйенің кесімді көлемінде реакцияға қатысатын немесе түзілетін заттың мөлшерін айтады.

$$v_{\text{ГОМ}} = \Delta n / V \Delta t,$$

мұндағы:  $v_{\text{ГОМ}}$  – гомогенді реакцияның жылдамдығы,  $V$  – жүйенің кесімді көлемі: мл, л;  $\Delta n$  – реакцияға қатысатын немесе түзілетін заттардың мөлшері,  $\Delta t$  – кесімді уақыт: секунда, минут, сағат.

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



айтады. Егер фаза бетінің ауданын  $S$  десек, гетерогенді реакция жылдамдығы былайша өрнектеледі:

$$v_{\text{гет}} = \Delta n / S \cdot \Delta t$$

Екі теңдеудегі  $\Delta$  таңбасы берілген шаманың өзгеруін көрсетеді.

Заттың мөлiнiң көлемге қатынасы молярлық концентрация екенiн ескерiп ( $n/v=c$  немесе  $\Delta n / v = \Delta C$ ), гомогендi реакцияның жылдамдығының теңдеуiн былай жазуға болады:

$$v_{\text{гом}} = \Delta C / \Delta t.$$

Химиялық реакциялардың жылдамдығына әрекеттесушi заттардың концентрациясы әсер етедi, бұл заңдылық әсер етушi массалар заңымен өрнектеледi.

**Әсер етушi массалар заңы:** Тұрақты температурада химиялық реакцияның жылдамдығы реакцияласушы заттардың концентрациясының көбейтiндiсiне тура пропорционал. Мысалы:  $A+B=C+D$  реакциясы үшiн:

$$v = k[A][B]$$

Мұнда  $[A]$ ,  $[B]$  – заттардың молярлық концентрациялары,  $k$  – жылдамдықтың константасы.

Егер реакцияға заттың бiрнеше молекуласы түссе, олардың санын концентрациясының дәрежесi арқылы көрсетедi. Мысалы: мынадай реакция үшiн:  $2A+B=A_2B$  жылдамдықтың өрнегi былай жазылады  $v = k[A]^2[B]$ .

Химиялық реакция жүрген кезде әрекеттесетiн молекулалар санын **реакцияның молекулалығы** деп атайды. Егер қарапайым актiге бiр ғана молекула қатысса, реакцияны мономолекулалық деп атайды, сол сияқты екi молекула қатысса, реакция – бимолекулалық, ал үш молекула қатысатын реакциялар тримолекулалық деп аталады.

Реакция жылдамдығына температураның әсер етуiн **Вант-Гофф ережесi** көрсетедi: температураны әрбiр  $10^0\text{C}$ - қа көтергенде реакцияның жылдамдығы 2–4 есе артады. Бұл ереже былай жазылады:

$$\gamma = v_{t+10} / v_t = k_{t+10} / k_t = 2-4 \quad V_{t2} / V_{t1} = \gamma^{t2-t1/10}$$

Мұнда  $\gamma$  – жылдамдықтың температуралық коэффициентi, мәні 2 – 4 аралығында.

## 4.2. Эксперименттік бөлім. Химиялық реакциялардың жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсерін анықтау

### Химиялық реакциялардың жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсерін анықтау

## Гомогенді реакция жылдамдығына әрекеттесуші заттар концентрациясының әсері

### А) Натрий тиосульфатының күкірт қышқылымен әрекеттесуі

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 өзгередінін 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 стақанға салып, 5-7 минуттан кейін судың температурасын өлшейді. Осыдан кейін 1-ші және 4-ші пробиркалардағы ерітінділерді қосып, ақ тұнба түзілгенше қанша уақыт өткенін жазады. Енді стақанды (қалған пробиркалармен) асбест тор қойылған электр пешіне қойып, температурасын 10<sup>0</sup>С-қа көтереді, 5-7 минут өткен соң 2-ші және 5-ші стақандағы ерітінділерді араластырып, қанша уақытта ақ тұнба түзілгенін жазып қояды.

3-ші және 6-шы пробиркалармен жоғарыда айтылған тәжірибелерді 20<sup>0</sup>С-қа көтеріп, жасайды. Алынған нәтижелерді 8 кестеге жазады.

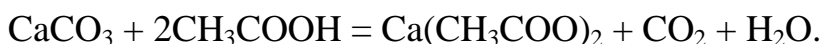
8-кесте.

Температура, °С	Ерітінділерді араластырғаннан бастап, ақ тұнба түзілгенге дейін өткен уақыт, τ	Реакция жылдамдығы, υ

Температураны 10<sup>0</sup>С-қа көтерген сайын реакция жылдамдығы қалай өзгереді?

### Сұрақтар және есептер

1. Көрсетілген реакциялардың екеуінде де қышқылға кальций карбонатының бірдей түйіршіктері салынады, бірақ қышқылдың біреуінде реакция жылдамдығы төмен болады. Қышқылдың концентрациясы екі реакция үшін бірдей. Реакция жылдамдығының екі түрлі болу себебін түсіндіріңіздер.



2. Егер әрекеттесуші заттардың концентрациялары бірдей болса, реакциялық жүйенің көлемі реакцияның жылдамдығына әсер ете ме?

3. Жылдамдық константасына қандай факторлар әсер етеді?

4. Келесі заттардың арасында жүретін реакциялардың жылдамдығын өрнектейтін формулаларды жазыңыздар:

а) азот және оттек; ә) сутек және оттек; б) азот диоксиді мен оттек; в) көміртек диоксиді және қыздырылған көмір.

5. 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. Азот (II) оксиді мен оттек әрекеттескенде азот диоксиді түзіледі:



Реакция жылдамдығы 1000 есе арту үшін қысымды неше есе арттыру қажет?

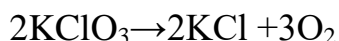
7. Температуралық коэффициент –  $\gamma=3,2$ . Температура  $40^0$ -қа артқанда химиялық реакцияның жылдамдығының константасының неше есе артатынын анықтаңыздар.

8. Температура  $120^0C$ -қа тең болғанда реакция жылдамдығының константасы –  $5,88 \cdot 10^{-4}$ , ал температура –  $170^0C$ -қа тең болғанда, реакция жылдамдығының константасы –  $6,7 \cdot 10^{-2}$ . Реакцияның температуралық коэффициентін есептеңіздер.

9. Келесі жүйедегі  $H_{2(газ)} + I_{2(газ)} = 2HI_{(газ)}$  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.

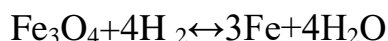
## 5. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК. ҚАЙТЫМДЫ ЖӘНЕ ҚАЙТЫМСЫЗ РЕАКЦИЯЛАР.

**5.1 Теориялық бөлім.** Барлық реакциялар қайтымды және қайтымсыз болып екі топқа бөлінеді. Қайтымсыз реакциялар тек бір бағытта жүреді. Мысалы:



Реакция нәтижесінде түзілген калий хлориді мен оттегі қайтадан бертолле тұзын түзе алмайды.

Қайтымды реакция деп берілген жағдайда тура және кері бағытта жүре алатын үдерістерді айтады. Мысалы:



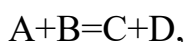
Темір қағы сутектің әсерінен тотықсызданып, бос күйіндегі темірге ауысады да, құрамындағы оттегімен сутек қосылып су түзеді. Ал түзілген темірге су буымен әсер етсе, қайтадан темір қағы мен сутек шығады.

Солдан оңға қарай жүретін реакцияны тура, ал оңнан солға қарай жүретін реакцияны кері реакция деп атайды.

Қайтымды реакцияларда тура және кері реакциялардың жылдамдықтары теңескен күйді *тепе-теңдік* деп атайды.

Химиялық тепе-теңдік кезінде қарама-қарсы бағыттағы реакциялар тоқтап қалмайды, тек олардың жылдамдығы теңесіп, жүйедегі заттардың мөлшері тұрақтанып, тепе-теңдік концентрациясына ие болады. Мұндай тепе-теңдікті жылжымалы немесе динамикалық тепе-теңдік дейді.

Химиялық тепе-теңдікті сан жағынан сипаттайтын басты шама *тепе-теңдік константасы* болып табылады. Мысалы, қайтымды реакцияны былай өрнектесек:



берілген температурада тепе-теңдік күйде тұрған бұл жүйе үшін тура реакцияның жылдамдығы әсер етуші массалар заңы бойынша:

$$v = k_1 [\text{A}][\text{B}]$$

ал кері реакция жылдамдығы:  $v = k_2 [\text{C}][\text{D}]$

өзара тең, сондықтан  $k_1 [\text{A}][\text{B}] = k_2 [\text{C}][\text{D}]$

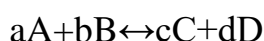
бұл теңдеуден мынадай теңдеу шығады:

$$k_1 / k_2 = [\text{C}][\text{D}] / [\text{A}][\text{B}]$$

Тура және кері реакциялардың қатынасы тұрақты шама, оны  $K$  деп белгілеп, тепе-теңдіктің константасы деп атайды.

$$K = k_1 / k_2 = [C][D] / [A][B]$$

Бұл теңдеудегі концентрация мәндері тепе-теңдік кезіндегі концентрациялар болып есептелінеді. Кез-келген күрделі қайтымды реакцияны алып, оның жалпы теңдеуін былай өрнектесек:



Оған сай тепе-теңдік константасы былай жазылады:

$$K = [C]^c [D]^d / [A]^a [B]^b$$

Тура және кері реакция жылдамдықтарының температуралық коэффициенттері әртүрлі болғандықтан,  $K$  температураға тәуелді.

Егер  $K \geq 1$  болса, тепе-теңдік оңға ығысады, себебі  $[C]^c [D]^d \geq [A]^a [B]^b$ , ал егер  $K \leq 1$  болса, бастапқы заттардың мөлшері онша азаймайды да, шығым төмен болады.

Сыртқы жағдай өзгермей тұра берсе, тепе-теңдік жағдайындағы жүйе ұзақ уақыт өзгермей тұра берер еді. Әдетте тепе-теңдікті өзгерте алатын факторлар концентрация, қысым және температура. Осылардың әсерінен тепе-теңдіктің бұзылуын тепе-теңдіктің ығысуы деп атайды.

Егер тепе-теңдік күйінде тұрған жүйеде тура реакцияға қатысатын реагенттердің концентрациясын арттырсақ, тепе-теңдік сол заттар өзара әрекеттесетін бағытта, яғни оңға қарай ауады. Керісінше, олардың мөлшерін азайтсақ, тепе-теңдік реакция өнімдерінің әрекеттесу бағытында, яғни солға қарай ығысады.

Тепе-теңдік жағдайындағы газдардың қысымын арттырғанда, ол газдардың *моль* саны азаятын бағытта, яғни қысымның кему бағытына ауады, ал қысым кемісе, тепе теңдік газдың моль санының арту, яғни қысымды жоғарылату бағытына қарай ығысады.

Температураны жоғарылатқанда, тепе-теңдік сол жылуды сіңіретін эндотермиялық реакция бағытына қарай ығысады; төмендеткенде, керісінше, жылу шығаратын экзотермиялық реакция бағытына ауады. Осы айтылған мәселелер Ле-Шетелье принципінде тұжырымдалған:

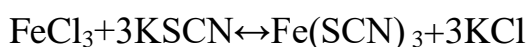
Химиялық тепе-теңдік күйдегі жүйе жағдайының (температура, концентрация, қысым) бірін өзгерту тепе-теңдікті өзгертуге қарсы әрекет жасайтын реакция бағытына қарай ығыстырады.

## 5.2. Эксперименттік бөлім

### 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  $\text{FeCl}_3$  тұзының ерітінділерін түсі – сары,  $\text{KSCN}$  және  $\text{KCl}$  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.

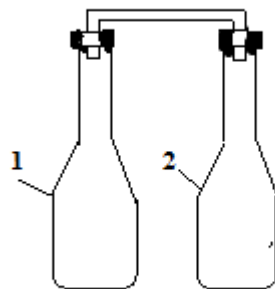
Бір стакандағы 20 мл дистилденген суға қаныққан  $\text{FeCl}_3$  ерітіндісінен 1-2 тамшы және калий роданидінің (немесе аммоний роданидінің) қанық ерітіндісінен 1-2 тамшы қосады. Алынған ерітіндіні пробиркаға бөліп құяды. Бірінші пробиркаға концентрациясы 0,3М  $\text{FeCl}_3$  ерітіндісінен 1 мл, ал екінші пробиркаға 0,6М  $\text{KSCN}$  (немесе  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) ерітіндісінен 1 мл құяды, үшінші пробиркаға  $\text{KCl}$  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  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{KSCN}$  және  $\text{KCl}$  қосқанда ерітінділердің түсінің қанықтығы қалай өзгереді және тепе-теңдік қай бағытта ығысты?

#### Б) Химиялық тепе-теңдікке температураның әсері

#### Азот (IV) оксидінің термиялық диссоциациялануы



2-сурет. Азот (IV) оксидінің термиялық диссоциациялануын зерттеуге арналған қондырғы.

2-суретте көрсетілген бір-бірімен шыны немесе резеңке түтік арқылы жалғастырылған екі колбаны азот (IV) оксидімен толтырғаннан кейін, бірінші колбаны қар немесе мұз салынған стақанға қою, ал екіншісін – су құйылған стақанға қойып, оны қыздырып, колбадағы газдың түсінің қалай өзгергенін байқау. Колбаларды стақаннан алып қойып, газдың түсінің қалай өзгергенін байқау.



қоңыр газ    түссіз газ

Осы реакцияға Ле-Шательенің принципін қолдана отырып, байқаған өзгерістерді түсіндіру.

### Сұрақтар және есептер

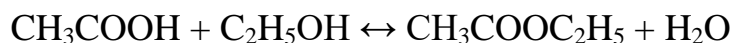
1. Қайтымды деп қандай реакцияларды айтады?
2. Төменде көрсетілген реакцияларда температура мен қысымды жоғарылатқанда тепе-теңдік қай бағытқа ығысады:



3. Мына реакцияда  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} () \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  тепе-теңдік кезіндегі концентрациялар:  $[\text{CO}] = 0,2 \text{ моль/л}$ ,  $[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 2 \text{ моль/л}$  болса,  $\text{CO}$  мен  $\text{H}_2\text{O}$  (бу) бастапқы концентрациялары қандай?

4.  $\text{HJ}$ -тың температура  $440^\circ\text{C}$   $\text{H}_2$  мен  $\text{J}_2$ -қа диссоциациялануының тепе-теңдік константасы  $0,0156$  тең.  $\text{HJ}$ -тың бастапқы концентрациясы  $1 \text{ мольге}$  тең. Реакция жүретін ыдыстың көлемі  $3 \text{ литрге}$  тең. Тепе-теңдік кезінде жүйеде  $\text{H}_2$ ,  $\text{J}_2$  және  $\text{HJ}$  неше молі бар?

5. Мынадай реакция қарастырайық:





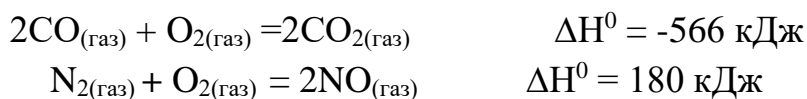
Бұл реакцияның тепе-теңдік константасы 4-ке тең. Бастапқыда 1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$  және 1 моль  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  алынған. Реакцияға қатысушы және түзілуші заттардың тепе-теңдік күйіндегі концентрациясын есептеңдер (қоспаның көлемі 115 мл).

6. 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.  $\text{NO}_2$  қосылысының бастапқы концентрациясын және реакция тепе-теңдігінің константасын анықтаңыздар.

7. 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 (%).

8. Келесі тепе-теңдіктерді қарастырыңыздар және төмендегі сұрақтарға жауап беріңіздер.

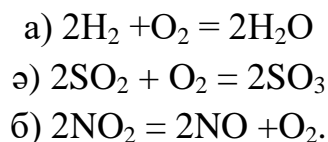


а) осы тепе-теңдіктер температура төмендегенде қандай бағытта ығысады?

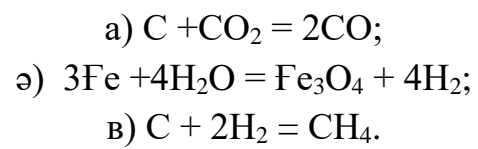
ә) осы тепе-теңдіктер қысым жоғарылағанда қандай бағытта ығысады?

9.  $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$  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.

10. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының тең екенін ескере отырып, келесі гомогенді жүйелер үшін тепе-теңдік константаларының өрнектерін жазыңыздар:



11. Тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының тең екенін ескере отырып, келесі гетерогенді жүйелер үшін тепе-теңдік константаларының өрнектерін жазыңыздар:



**6.1. Теориялық бөлім.** Ерітінділер – дисперсті жүйенің бір түрі. Бір затта екінші ұсақ бөлшектері біркелкі таралғанда түзілетін жүйе **дисперсті жүйе** деп аталады. Ерітінділердегі еріген заттың мөлшері сан жағынан концентрация арқылы анықталады. **Концентрация** дегеніміз – ерітіндінің белгілі массасындағы немесе көлеміндегі еріген заттың мөлшері.

Ерітіндінің концентрациясын пайыздық (*массалық*), *молярлық*, *нормальдық* деп немесе титр арқылы белгілейді.

Пайыздық концентрация – 100 г ерітіндідегі еріген заттың граммен алынған массасымен өрнектеледі.. Мысалы, ас тұзының 10%-дық ерітіндісі дегеніміз – ерітіндінің 100 грамында 10 грамм ас тұзы ерігенін немесе бұл ерітіндінің 100 грамында 10 грамм ас тұзына  $(100-10) = 90$  грамм су келетінін көрсетеді.

Сонымен, ерітіндінің пайыздық концентрациясын табу үшін 100 грамм ерітіндіде неше грамм еріген зат бар екенін есептеу қажет.

Ерітіндінің пайыздық концентрациясын табу үшін пропорция құрады немесе мына формуланы пайдаланады.

$$\omega = \frac{m(\text{ерігензат})}{m(\text{ерітінді})} \cdot 100\%$$

Мұнда  $\omega$  – ерітіндінің пайыздық концентрациясы;  $m$  (еріген зат) – ерітінді құрамындағы еріген заттың граммен алынған массасы;  $m$  (ерітінді) – ерітіндінің граммен алынған массасы.

Ерітіндінің массасы оның көлемі ( $V$ , мл) мен тығыздығының ( $\rho$ , г/мл) көбейтіндісіне тең болғандықтан, ерітіндінің пайыздық концентрациясын келесі формула бойынша табуға болады:

$$\omega = \frac{m(\text{ерігензат})}{V \cdot \rho} \cdot 100\%$$

**Мольдік үлес ( $N$ )** дегеніміз – еріген заттың моль санының еріген зат және еріткіштің моль санымен қосындысына қатынасы:

$$N = \frac{n(\text{ерігензат})}{n(\text{ерігензат}) + n(\text{еріткіш})}$$

**Молярлық (мольдік) концентрация.** Молярлық концентрация 1 литр ерітіндідегі еріген заттың моль санымен анықталады.

Егер 1 литр ерітіндіде еріген заттың 1 моль болса, ерітіндіні бір молярлы ерітінді дейді. Мысалы, ас тұзының бір молярлы ерітіндісін дайындау үшін оның бір мольін, яғни 58,5 грамын ( $M=23+35,5=58,5$  г/моль) өлшеп алып, 1

литрлік өлшеуіш колбаға салып ерітеміз де, ерітіндінің көлемін су құю арқылы бір литрлік деңгейге (колбаның мойынындағы таңбаға) дейін жеткіземіз. Децимолярлы ерітінді дайындау үшін ас тұзының 0,1 моль алып, ерітіндінің көлемін бір литрге жеткіземіз.

Ерітіндінің мольдік концентрациясын  $C_m$  деп немесе  $M$  әрпімен белгілейді. Мысалы, 1 молярлы ерітінді – 1М, екі молярлы ерітінді – 2М децимолярлы ерітінді – 0,1М, сантимольерлы ерітіндіні – 0,01М, миллимолярлы ерітіндіні – 0,001М деп белгілейді.

Ерітіндінің молярлық концентрациясын келесі формула бойынша есептейді:

$$C_m = \frac{m}{MV}, \text{ моль/л}$$

Бұл формуладағы  $C_m$  – молярлық концентрация (моль/л);  $m$  – еріген заттың граммен алынған массасы;  $M$  – еріген заттың молярлық массасы;  $V$  – ерітіндінің литрмен алынған көлемі.

*Нормальдық (эквиваленттік) концентрация.* Ерітіндінің нормальдық концентрациясын 1 литр ерітіндідегі еріген заттың эквиваленттерінің санымен анықтайды. 1 литр ерітіндіде 1 эквивалент еріген болса – 1 нормальды, 2 эквиваленттік масса еріген болса – екі нормальды деп атайды.

*Нормальдық концентрация* көп жағдайда  $n$  әрпімен белгіленеді. Мысалы, бір нормальды ерітінді – 1н, екі нормальды ерітінді – 2н, децинормальды ерітінді – 0,1н деп белгіленеді.

Ерітінділер дайындағанда қышқылдардың, негіздердің және тұздардың эквиваленттік массасын келесі әдістермен есептейді.

Қышқылдардың эквиваленттік массасын есептеу үшін қышқылдың молярлық массасын сутек атомдарының санына бөлу керек, мысалы:

$$M(\text{ЭН}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль} / 3 = 32,66 \text{ г/моль.}$$

Негіздердің эквиваленттік массасын есептеу үшін олардың молярлық массасын гидроксилдер санына бөлу керек, мысалы:

$$M(\text{Э Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г/моль} / 2 = 37 \text{ г/моль.}$$

Тұздардың эквиваленттік массасын есептеу үшін, олардың молярлық массасын металл атомдарының саны мен валенттілігін көбейткеннен шыққан санға бөлу қажет, мысалы:

$$M(\text{Э Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 \text{ г/моль} / 2 \cdot 3 = 342 \text{ г/моль} / 6 = 57 \text{ г/моль.}$$

Мысалы, күкірт қышқылының 1 нормальды ерітіндісін дайындау үшін оның бір эквиваленттік массасын  $M(\text{ЭH}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль} / 2 = 49 \text{ г/моль}$ , яғни осы қышқылдың 49 грамы бар ерітінді көлемін 1 литрлік колбаға құйып, ерітіндінің деңгейін су қосу арқылы бір литрді көрсететін таңбаға дейін

жеткізеді (ескерту: концентрленген күкірт қышқылынан ерітінділер дайындаған кезде өте сақ болу қажет, міндетті түрде суды қышқылға емес, қышқылды суға құю қажет!). Ерітіндінің нормальдық концентрациясын мына формула бойынша есептейді:

$$C_H = m / M(\text{Э}) \cdot V,$$

мұндағы  $C_H$  – ерітіндінің нормальдық концентрациясы;  $m$  – еріген заттың граммен алынған массасы;  $M(\text{Э})$  – еріген заттың эквиваленттік массасы;  $V$  – ерітіндінің литрмен алынған көлемі.

Лабораторияда ерітіндінің концентрациясын **титр** арқылы белгілеу жиі қолданылады. Ерітіндінің 1 миллилитріндегі еріген заттың граммен алынған мөлшерін **титр** дейді. Титрді мына формула арқылы есептейді:

$$T = C_H \cdot M(\text{Э}) / 1000$$

$T$  – титр;  $C$  – нормальдық концентрация;  $M(\text{Э})$  – еріген заттың эквиваленттік массасы.

Мысалы, 0,1 нормальды фосфор қышқылының титрін есептейік:

$$T (\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \cdot 32,66 / 1000 = 0,003266 \text{ г/мл.}$$

## 6.2. Эксперименттік бөлім.

### 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) Әр түрлі 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ерітіндісі.
6. Массалық үлесі 5%, 200 г  $\text{NaCl}$  ерітіндісі.
7. Концентрленген күкірт қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 10%, көлемі 25 мл ерітіндісі.
8. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,1 моль/л көлемі 50 мл  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ерітіндісі берілген.
9. Молярлық концентрациясы 0,1 моль/л  $\text{K}_2\text{CO}_3$  25 мл ерітіндісі.
10. Массалық үлесі 2,5%  $\text{NaOH}$  50 г ерітіндісі.
11. Концентрленген күкірт қышқылынан: қышқылдың массалық үлесі 5% 50 мл ерітінді.
12. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,1 моль/л  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  100 мл ерітіндісі.
13. Молярлық концентрациясы 0,5 моль/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  тұзының 50 мл ерітіндісі.
14.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  тұзынан:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  тұзының массалық үлесі 12% 100 г ерітіндісі.
15. Концентрленген  $\text{HNO}_3$  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  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - тұзының 50 мл ерітіндісі.

19.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидратынан массалық үлесі 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  100 г ерітіндісі.
20. Эквивалентінің молярлық концентрациясы 0,3 моль/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидратының 25 мл ерітіндісі.
21.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидратынан молярлық концентрациясы 0,5 моль/л 50 мл ерітінді.
22.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидратынан:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  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  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидратының 50 мл ерітіндісі.

### ЕСЕПТЕР

1. 1 литр суда 20 грамм фосфор ангидридi ерітілген. Түзілген ерітіндідегі фосфор қышқылының массалық үлесін анықтаңыздар.
2. Азот қышқылының ерітіндісінің массалық үлесі 65%–ды құрайды. Ерітінді тығыздығы –  $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$ , көлемі – 1 литр. Азот қышқылының 30%-дық ерітіндісін алу үшін осы ерітіндіге неше мл су қосу қажет екенін есептеңіздер.
3. Сулы ерітіндінің құрамында 10% сусыз сода ерітілген.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  формуласына сәйкес кристалдық содаға есептегенде осы ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесі (%) қандай болатынын анықтаңыздар.
4. Массалық үлесі 44%, тығыздығы 1,34 г/мл күкірт қышқылы берілген. Күкірт қышқылының эквиваленттік концентрациясы 2,5 моль/л, көлемі 500 мл ерітінді дайындау үшін берілген ерітіндінің қандай көлемін алу керек екенін есептеңіздер.
5. Массалық үлесі 60%, тығыздығы 1,37 г/мл азот қышқылы берілген. Азот қышқылының эквиваленттік концентрациясы 1,5 моль/л, көлемі 300 мл ерітінді дайындау үшін берілген ерітіндінің қандай көлемін алу керек екенін есептеңіздер.
6. Массалық үлесі 24%, тығыздығы 1,12 г/мл тұз қышқылы берілген. Тұз қышқылының молярлық концентрациясы 0,5 моль/л, көлемі 250 мл ерітінді дайындау үшін берілген ерітіндінің қандай көлемін алу керек екенін есептеңіздер.
7. Массалық үлесі 28%, тығыздығы 1,0388 г/мл сірке қышқылы берілген. Сірке қышқылының молярлық концентрациясы 1,5 моль/л, көлемі

200 мл ерітінді дайындау үшін берілген ерітіндінің қандай көлемін алу керек екенін есептеңіздер.

**8.** Натрий хлоридінің 25%-дық 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  $\text{BaCl}_2$  (3,5 н  $\text{BaCl}_2$ ) ерітіндісінің 200 мл-ін дайындау үшін алынатын барий хлоридінің массасын есептеңіздер.

## **7**

### **ЭЛЕКТРОЛИТТІК ДИССОЦИАЦИЯ.**

#### ***7.1. Теориялық бөлім.***

#### **Күшті және әлсіз электролиттер**

Электролиттер күшті және әлсіз болып, екі топқа бөлінеді.

***Күшті электролиттер:***

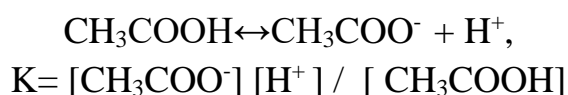


- а) тұздар: NaCl, KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тағы басқа барлық дерлік тұздар;
- ә) негізгі минералдық қышқылдар, мысалы, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, HBr, HI;
- б) сілтілік және сілтілік-жер металдар негіздері: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, Ba(OH)<sub>2</sub>.

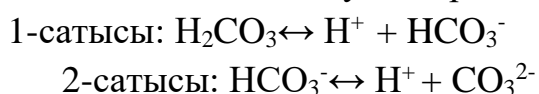
**Әлсіз электролиттер:**

- а) барлық дерлік органикалық қышқылдар;
- ә) кейбір минералдық қышқылдар, мысалы H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, HClO;
- б) көпшілік металдар негіздері (сілтілік және сілтілік-жер металдар негіздерінен басқа) және NH<sub>4</sub>OH;
- г) су.

Күшті электролиттер суда ерігенде иондарға түгелдей диссоциацияланады, ал әлсіз электролиттер – аз диссоциацияланады. Диссоциация үдерісі қайтымды, оған әрекеттесуші массалар заңын қолдануға болады. Мысалы, әлсіз электролит – сірке қышқылы диссоциацияланғанда:



K – диссоциациялану константасы, ол электролиттің иондарға диссоциациялану қабілетін сипаттайды. Диссоциациялану константасы электролит концентрациясына тәуелді емес, сондықтан диссоциациялану дәрежесіне қарағанда оның жалпы сипаттамасы бола алады. Диссоциациялану константасының мәні электролит табиғатына, еріткішке (әртүрлі диэлектрлік тұрақтылар) және температураға тәуелді. Тәжірибе көрсеткендей, екі және көп негізді қышқылдар сатылап диссоциацияланады, мысалы H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> қышқылының диссоциациясын мынадай теңдеумен өрнектеуге болады:



Әрекеттесуші массалар заңын қолдана отырып, әрбір саты үшін K табамыз (сандық мәндері 25°C үшін) және K<sub>1</sub> > K<sub>2</sub>, яғни алдыңғы диссоциация келесісінен қарқындылау жүреді. Сондықтан мұндай қышқыл ерітінділерінде елеулі мөлшерде тек диссоциацияланудың бірінші сатысындағы иондар болады.

***Реакциялардың иондық теңдеулері***

Электродиссоциация теориясы бойынша электролиттердің су ерітіндісіндегі барлық реакциялар иондар арасындағы реакциялар болып келеді және иондық теңдеулер түрінде өрнектеледі. Оларды құрғанда аз диссоциацияланған, аз еріген (тұнба түсетін), газ күйіндегі заттар молекула түрінде өрнектеледі. Формула жанындағы мына ( $\downarrow$ ) таңба – бұл зат реакция шеңберінен тұнбаға түседі, ал ( $\uparrow$ ) – газ күйінде ұшады дегенді көрсетеді. Түгелдей диссоциацияланған күшті еритін электролиттер иондар күйінде жазылады. Теңдеудің екі жағындағы қосынды электролиттің зарядтары тең болуы шарт.

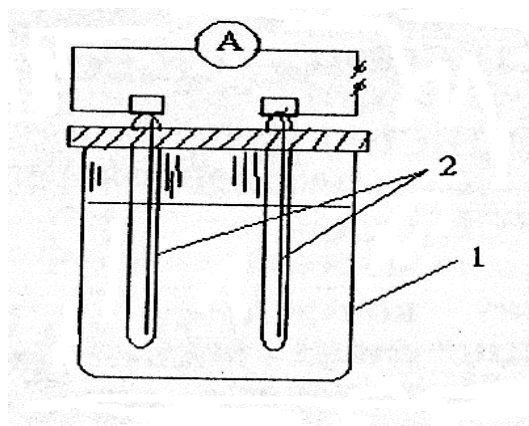
## 7.2 Эксперименттік бөлім.

### Электродиссоциация процесін зерттеу

#### А) Кейбір электролиттердің ерітінділерінің электр өткізгіштігін салыстыру

Ерітінділердің электр өткізгіштігін 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. Электр өткізгіштерін 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 электр өткізгіштігіне ғәртүрлі?

Осы электролиттердің диссоциациялану теңдеулерін жазып, оларға әрекеттесуші массалар заңын қолданады.

Әлсіз электролиттердің диссоциациялану константаларының мәндерін анықтама-  
лар 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 электр өткізгіштігін сынайды бюреткадан 2 мл су қосып, шыны таяқшамен араластырып, қайтадан электр өткізгіштігін 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  $\text{CH}_3\text{COONa}$  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.

## ЕСЕПТЕР МЕН ЖАТТЫҒУЛАР

1. Электролиттік диссоциациялану дәрежесі қандай факторларға тәуелді болады? Оны қалай көбейтуге болады? Қалай азайтуға болады?

2. Тұз қышқылы ерітіндісінде сутек иондарының концентрациясын қалай азайтуға болады?

3. Күкіртті ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) және мышьяк ( $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ) қышқылдарының электролиттік диссоциация теңдеулерін жазып, олардың диссоциациялану константаларының жалпы түрін өрнеутеу.

4. Төмендегі иондық теңдеулерді молекулалық түрде жазу:



5. Қорғасын аккумуляторының зарядталуы мен зарядсыздану процестері мына теңдеулермен өрнектеледі:



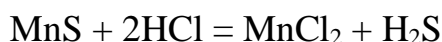
Екі процесті иондық түрде бір теңдеумен өрнектеу.

6. Тұнбаға никель (II) гидроксидін түсіру үшін қандай заттардың ерітінділерін алу керек? Осы процестің молекулалық және иондық теңдеулерін жазу.

7. Жүретін реакциялардың молекулалық және иондық теңдеулерін жазу:

- a)  $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH}$
- b)  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$
- c)  $\text{NaHSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- d)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$

8. Суда аз еритін заттардың қышқылда еруінің иондық теңдеулерін құру:



9. Келесі әлсіз электролиттердің сатылап диссоциацияланатынын көрсетіп, теңдеулерін жазыңыздар.

а) күкіртсутек қышқылы; ә) бор қышқылы ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ); б) темір (III) гидроксиді; в) никель (II) гидроксиді.

10. Күкіртті қышқылдың диссоциациясының 1-ші сатысында диссоциациялану дәрежесі 20%-ға тең екенін ескеріп, осы қышқылдың 0,05 молярлы ерітіндісіндегі сутек иондарының концентрациясын (моль/л) есептеңіздер.

11. Аммоний гидроксидінің 0,02 молярлы ерітіндісінің электролиттік диссоциациясының дәрежесін есептеңіздер.  $t=25^\circ\text{C}$ ,  $K_{\text{дисс.}}(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

12. Селенді қышқылдың ( $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ) 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.

13. Құмырсқа қышқылының 0,2 н ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесі – 0,03. Қышқылдың диссоциациялану константасын және рК мәнін анықтаңыздар.

14. 0,3 н  $\text{HClO}$  қышқылының диссоциациялану дәрежесін анықтаңыздар.

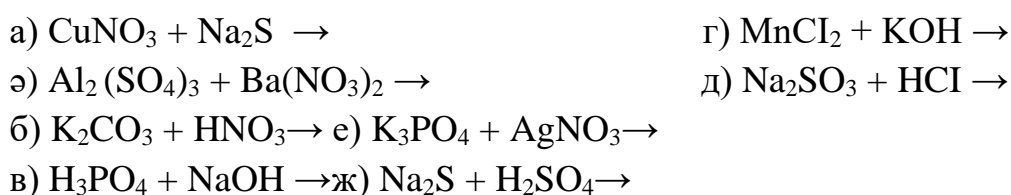
15. Калий гидроксидінің 4,2 грамы 500 грамм суда ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасы «минус»  $0,519^\circ\text{C}$ -қа тең. Ерітіндінің изотондық коэффициентін есептеңіздер.

16. Күкіртті қышқылдың ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) 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.

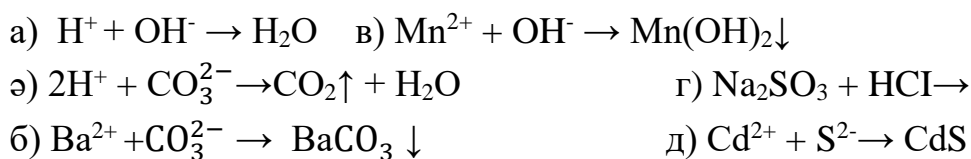
**17.** 400 грамм суда 1,06 грамм натрий карбонаты ерітілген. Осы ерітіндінің қату температурасы – «минус»  $0,13^{\circ}\text{C}$ . Тұздың диссоциациялану дәрежесін есептеңіздер.

**18.** 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.

**19.** Келесі реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын құрыңыздар және осы реакциялардың аяғына дейін жүру себептерін түсіндіріңіздер



**20.** Келесі молекулалық-иондық теңдеулердің негізінде молекулалық теңдеулер құрыңыздар



**21.** Ерітіндінің сутектік көрсеткіші –  $\text{pH}=7,6 \cdot 10^{-3}$ , осы ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясын есептеңіздер.

**22.** 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.

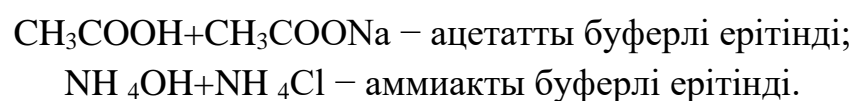
**23.** Ерітіндідегі гидроксил ( $\text{OH}^-$ ) иондарының концентрациясы, моль/л:

$2,6 \cdot 10^{-5}$ ,  $5,1 \cdot 10^{-2}$ ,  $8,3 \cdot 10^{-9}$ . Осы ерітінділердің сутектік көрсеткішін (pH) есептеңіздер.

## 8

### **БУФЕРЛІ ЕРІТІНДІЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ. БУФЕРЛІ ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ РН ЖӘНЕ БУФЕРЛІК СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ**

**8.1. Теориялық бөлім.** Буферлі ерітінділер – бұл қышқыл немесе сілтінің аз мөлшерін қосқанда немесе сұйылту кезінде рН мәндерін өзгертпейтін ерітінділер. Буферлі ерітінділердің құрамында әлсіз қышқыл және оның тұзы немесе әлсіз негіз және оның тұзы болады, мысалы:



Ацетатты буферлі ерітіндіні мысал ретінде қарастырып, әлсіз қышқыл және оның тұзынан құралған буферлі ерітіндінің рН-ын есептеу формуласын шығарайық:

$\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  реакциясы үшін:

$$K_0 = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Осыдан сутек иондарының концентрациясын табайық:

$$[\text{H}^+] = K_0 \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

Теңдеудің екі жағын логарифмдесек:

$$\lg[\text{H}^+] = \lg K_0 + \lg \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

Таңбаларды керілерге ауыстырсак:

$$-\lg[\text{H}^+] = -\lg K_0 - \lg \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{CH}_3\text{COOH}} - \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

Жалпы түрде, әлсіз қышқыл және оның тұзынан құрылған буферлі ерітінді үшін:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{HAn}} - \lg \frac{[\text{HAn}]}{[\text{HtAn}]}$$

Бұл жерде рК теріс таңбамен алынған әлсіз қышқылдың диссоциациялану константаның ондық логарифмі. Теңдеу *Гендерсон-Гассельбах теңдеуі* деп аталады.

Әлсіз негіз және оның тұзынан құрылған буферлі ерітінді үшін:



Әлсіз негіздің диссоциациялану константасы келесі теңдеу арқылы өрнектеледі:



$$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

Диссоциациялану константасының теңдеуінен гидроксил иондарының концентрациясын анықтайық:

$$[OH^-] = K_o \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]}$$

Теңдеудің екі жағын логарифмдесек және таңбаларын керілерге ауыстырсақ, онда

$$-lg [OH^-] = -lg K_o - lg \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]};$$

$$pOH = pK_{NH_4OH} - lg \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]};$$

Жалпы түрде,  $pH + pOH = 14$  екенін ескерсек:

$$pH = 14 - pK_{KtOH} + lg \frac{[KtOH]}{[KtAn]}.$$

Сонымен, қорыта келгенде буферлі ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясы тек қана әлсіз қышқыл немесе әлсіз негіздің электролиттік диссоциациялану константасы мен концентрациясына, сонымен қатар тұздың концентрациясына тәуелді. Әлсіз қышқыл және оның тұзынан құрылған буферлі ерітінділерде неғұрлым тұздың концентрациясы жоғары болған сайын, соғұрлым сутек иондарының концентрациясы азаяды. Әлсіз негіз және оның тұзынан құрылған буферлі ерітінділерде тұздың концентрациясы артқан сайын  $OH^-$  иондарының концентрациясы азая түседі.

Буферлі ерітіндіге оның  $pH$ -ын бірқалыпта ұстап қышқыл немесе сілтіні қосу, белгілі бір шамаға дейін ғана мүмкін және бұл шама буферлік сыйымдылық деп аталатын шамамен шектеледі.

**Буферлік сыйымдылық** – 1л буферлі жүйенің сутектік көрсеткішін ( $pH$ ) бір бірлікке өзгертуге қажетті қышқыл немесе сілтінің миллиграмм-эквивалент мөлшері. Буферлі сыйымдылық келесі формула бойынша анықталады.

$$B = \frac{C}{pH_2 - pH_1}$$

C – қышқылдың немесе сілтінің мөлшері.

Құраушы компоненттердің концентрациясы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым буферлік сыйымдылық жоғары болады және осы компоненттердің қатынасы 1-ге жақындаса, буферлік сыйымдылық жоғарылайды:

$$\frac{[HAn]}{[HtAn]} \approx 1 \text{ немесе } \frac{[KtOH]}{[KtAn]} \approx 1$$

## 8.2. Эксперименттік бөлім.

### Буферлі ерітінділерді дайындау және зерттеу

А) Буферлі ерітінділерді дайындау. Диаметрі бірдей 6 пробиркаға 0,1н сірке қышқылы және 0,1 н натрий ацетаты ерітінділерінен 9 кестеде көрсетілгендей мөлшерде құйыңыздар.

9-кесте.

Ерітінділер, мл	№ пробиркалар					
	1	2	3	4	5	6
0,1н 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 рНмәні						

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:

$$[H^+] = K_{[қышқыл]} / \alpha \cdot [тұз]$$

Осыдан кейін ерітіндінің рН мәні анықталады.

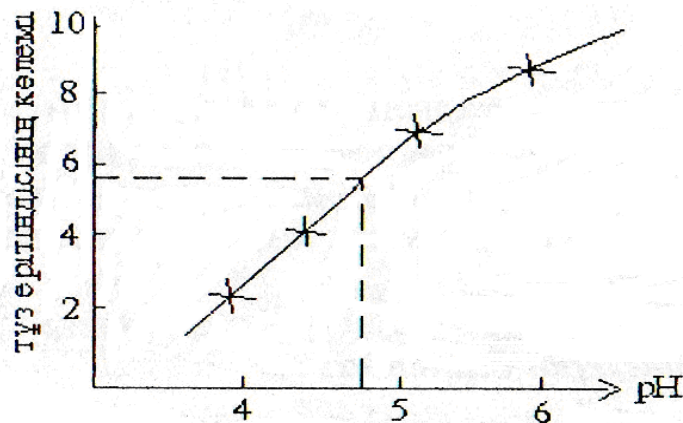
Сірке қышқылының диссоциациялану константасы  $1,86 \cdot 10^{-5}$ , ал 0,1н натрий ацетатының диссоциациялану дәрежесі 0,79-ға тең.

$$[H^+] = 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 2,5 / 2,5 \cdot 0,79 = 2,3 \cdot 10^{-5}$$

$pH = -\lg[H^+]$  екенін ескере отырып, оның мәнін табамыз:

$$-\lg[H^+] = -\lg 2,3 + 5 = -0,36 + 5 = 4,6 \quad pH = 4,6$$

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 өсіне 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 өсінен pH-тың берілген мәнін табады және осы нүктеден буферлік қисықты қиып өткенше перпендикуляр жүргізеді. Қисықтағы табылған нүктені абсцисса өсіне параллель түзу арқылы ордината өсімен 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 суреттегі графикте көрсетілгендей.

### Б) Буферлі ерітіндінің pH-на қышқыл мен сілтінің әсері

pH мәні беске тең ерітіндісі ( $V=5\text{мл}$ ) бар пробиркаға 2 тамшы метил қызыл индикаторынан тамызады. Осыдан кейін 2-ші пробиркаға 3-4 тамшы 0,1 н тұз қышқылы ерітіндісінен, ал үшіншісіне 3-4 тамшы 0,1 н NaOH ерітіндісінен қосады. Ерітінділерді шайқайды, екінші және үшінші пробиркалардағы ерітінділердің түсін 1-ші 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 пробиокалардағы 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 (рН≈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 (рН=5), 9 мл су және 3 тамшы метил қызыл ерітіндісінен құяды. Осы ерітіндінің буферлік сыйымдылығын б.4. жұмыста көрсетілгендей тәсілмен анықтайды. Алынған нәтижені сұйытылмаған

буферлі ерітіндінің буферлік сыйымдылығымен салыстыра отырып, қорытынды жасайды.

## СҰРАҚТАР

1. Буферлі ерітінділер дегеніміз не? Буферлі ерітінділердің тірі ағзаларда атқаратын рөлін түсіндіріңіздер. Заттарды анализдеу әдістерінде буферлі ерітінділерді не үшін қолданады?

2. Фосфаттық және карбонаттық буферлік жүйелердің қызметінің механизмін түсіндіріңіздер.

3. Буферлі ерітінділерді дистилденген сумен сұйылтқан кезде олардың рН-ы өзгере ме?

## 9

### ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗИ

**9.1. Теориялық бөлім.** Тұз бен су молекулаларының арасындағы алмасу реакциясының нәтижесінде сутек немесе гидроксид иондарының концентрациясының өзгеруін **тұздар гидролизі** деп атайды.

Гидролиздің типтік түрлері:

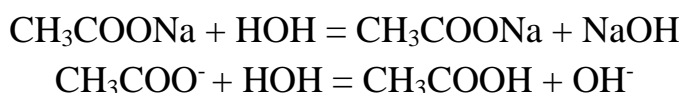
а) күшті негіз бен әлсіз қышқылдан түзілген тұз гидролизі;

ә) әлсіз негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұз гидролизі;

б) әлсіз негіз бен әлсіз қышқылдан түзілген тұз гидролизі;

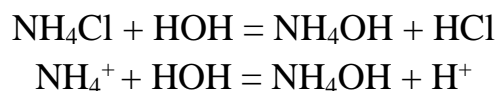
Күшті негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұз гидролизденбейді.

Бірінші тип мысалы –  $\text{CH}_3\text{COONa}$  гидролизі:



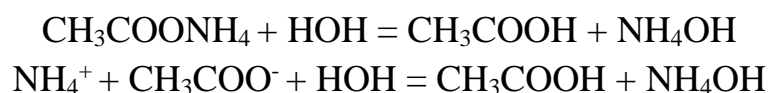
Гидролиз реакциясының нәтижесінде  $\text{OH}^-$ -иондары жинақталды, сондықтан орта негіздік, демек  $\text{pH} > 7$ .

Екінші тип мысалы –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  гидролизі:



Гидролиз реакциясының нәтижесінде ерітіндіде  $\text{H}^+$ -иондары жинақталды, сондықтан орта қышқылдық болады, демек  $\text{pH} < 7$ .

Гидролиздің үшінші типінің мысалы –  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  тұзының гидролизі:



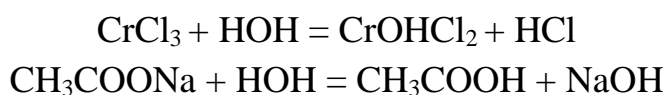
Бұл жағдайда тұздағы анион да, катион да сумен әрекеттеседі.

$\text{NH}_4\text{OH}$  пен  $\text{CH}_3\text{COOH}$  қосылыстарының диссоциациялану дәрежелерінің мәндері бір-біріне жақын болғандықтан,  $\text{H}^+$  -иондары мен  $\text{OH}^-$  -иондарының концентрациялары жуық шамамен тең болады, сондықтан орта нейтрал болады. Мұндай типті тұздардың гидролизі нәтижесінде орта қышқылдық, негіздік немесе нейтрал болады, ал нақты қандай болуы тұз түзуші қышқылдың немесе негіздің диссоциациялану константасының мәніне байланысты.

Гидролиз мөлшерлік жағынан гидролиздену дәрежесімен (h) сипатталады. **Гидролиздену дәрежесі** дегеніміз – пайызбен берілген гидролизденген молекулалардың ерітіндідегі барлық молекулалар санына қатынасы. Гидролиздену дәрежесі түзілген қышқыл мен негіздің химиялық табиғатына тәуелді. Дәстүр бойынша тұздың гидролизденген молекулаларының пайызы ерітіндіде мардымды болмайды, мысалы  $\text{CH}_3\text{COONa}$  тұзы үшін – 0,008%,  $\text{KCN}$  – 1,2%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 2,9%,  $\text{Na}_4\text{B}_4\text{O}_7$  – 0,5%. Кез келген қайтымды реакция сияқты, гидролиз әрекеттесуші массалар заңына бағынады, оның салдарынан мынадай қағидалар шығады:

а) гидролизге ұшыраған тұздар ерітіндісіне су қосу гидролиздену дәрежесін арттырады;

ә) қышқыл немесе негіз қосу гидролиздену дәрежесін азайтады, сондықтан келесі жүйелерде:



су қосу тепе теңдікті оңға қарай ығыстырады, ал бірінші реакцияда қышқыл немесе екінші реакцияда негіз қосу тепе теңдікті солға қарай ығыстырады.

в) температура жоғарылағанда гидролиздену дәрежесі артады.

## 9.2. Эксперименттік бөлім.

### 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 гидроксиді –  $Al(OH)_2CH_3COO$ . 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 сульфидінің ерітіндісін, екіншісіне – натрий карбонатының ерітіндісін қосады. Бірінші пробиркада күкіртсутек (иісінен), ал екіншісінде көміртек (IV) оксидінің (көпіршектерінен) бөлінегенін 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  $\text{OH}^-$ -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  $\text{SbOCl}$  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.

#### **Есептер мен жаттығулар**

1. Төменде келтірілген тұздардың қайсысы гидролизге ұшырайды және әрбір бөлек жағдайда гидролиздің қандай түрі (жай, сатылы және толық) орын алады:  $NaClO$ ;  $K_3PO_4$ ;  $Fe(NO_3)_3$ ;  $NaCl$ ;  $Al_2S_3$ ?

2. Натрий цианиді гидролизінің тепе-теңдігіне негіз, қышқыл не болмаса аммоний хлоридін қосу қандай әсер етеді?

3. Мына тұздардың:  $NaCN$ ,  $NaCH_3COO$ ,  $NH_4CN$  гидролиздену дәрежесінің айырмашылығын қалай түсіндіруге болады?

4. Төменде көрсетілген тұздардың қайсысының ГД көбірек:

$NH_4CN$        $NH_4CH_3COO$

$FeSO_4$        $Fe_2(SO_4)_3$

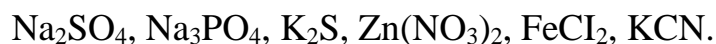
$Na_2SeO_3$        $Na_2TeO_3$

$Hg_2Cl_2$        $ZnCl_2$       жауапты дәлелдеу.

5. Калий карбонаты, натрий фосфаты және аммоний сульфаты гидролизінің бірінші сатысының иондық түрдегі теңдеуін жазу. Қай жағдайда ГД басым жоғары, қайсысында өте төмен?

6. Үш валентті темір тұзы ерітіндісіне натрий карбонатын қосқанда тұнбаға темір карбонаты емес, оның гидроксиді түседі. Неліктен?

**7.** Келесі тұздардың ішінде қайсысы гидролизге ұшырайтынын көрсетіңіздер, сонымен қатар гидролиздің молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.



**8.** Келесі тұздардың сулы ерітінділерінің орта реакциялары (рН) қандай болатынын көрсетіңіздер.



Гидролиз реакцияларының молекулалық және молекулалық-иондық реакциялар теңдеулерін жазыңыздар және түсіндіріңіздер.

**9.** 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 ( $\text{pH} > 7$  немесе  $\text{pH} < 7$ ).

**10.** Хром (III) сульфидінің толық гидролизінің реакциясын жазыңыздар.

**11.** 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.

**12.** Натрий сульфаты және барий хлориді ерітінділерін араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.

**13.** Мырыш нитраты және натрий гидроксиді ерітінділерін араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және молекулалық-иондық реакцияларын жазыңыздар.

**14.**  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CrCl}_3$  тұздарының гидролизінің молекулалық және молекулалық-иондық теңдеулерін жазыңыздар.

**15.** Натрий фторидінің 0,02 М ерітіндісі үшін гидролиз константасын, гидролиздену дәрежесін және рН-ын есептеңіздер.

**16.** Аммоний хлоридінің 0,005 М ерітіндісі үшін гидролиз константасын, гидролиздену дәрежесін және рН-ын есептеңіздер.

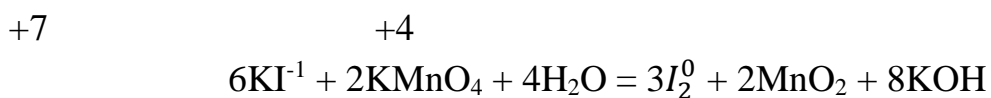
## 10

### ТОТЫҒУ ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

**10.1. Теориялық бөлім.** Электртерістігі кіші атомнан электртерістігі үлкен атомға ауысқан электрондардың санын тотығу дәрежесі дейді. Элементтердің атомдарының тотығу дәрежелері өзгере отырып жүретін реакциялар тотығу- тотықсыздану реакциялары деп аталады.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары бірнеше типке бөлінеді:

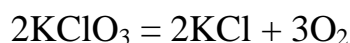
1. Молекулалар арасындағы реакциялар: әртүрлі екі зат әрекеттескенде екеуінің де тотығу дәрежесі өзгереді: мысалы:



ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШ    ТОТЫҚТЫРҒЫШ

2. Молекула ішіндегі тотығу тотықсыздану процесі:

+5 -2       -1       0



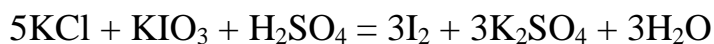
3. Диспропорциялану реакциясы: заттағы бір элементтің атомдары әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш болып келеді:

0                    -1       +5

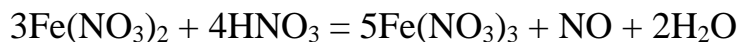


4. Компорциялану реакциясы: Бір элементтің екі түрлі тотығу дәрежесі бір түрлі тотығу дәрежесіне ауысады:

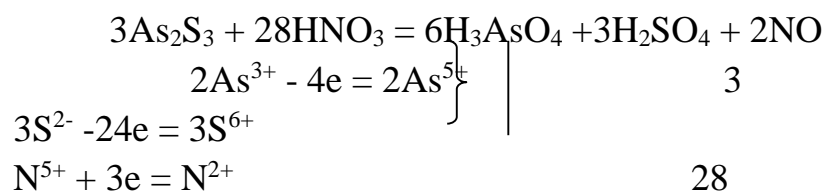
-1    +5                    0



5. Кейбір реакцияларда бір зат әрі тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш болып, әрі тұз түзілуіне қатысады:



6. Кейбір реакцияларда тотығу дәрежесін өзгертетін элементтердің санын ден артық болады.



Тотығу тотықсыздану процестеріне ерітіндінің ортасы әсер етеді.

## 10.2 Эксперименттік бөлім.

**Жай заттардың қатысымен жүретін тотығу-тотықсыздану реакциялары**

*А) Йодид ионның броммен тотығуы*

3-4 тамшы калий иодиді ерітіндісіне осынша көлемдегі бром суын қосу. Бром суы артық мөлшерде болмасын. Алынған ерітіндіге 3-4 тамшы крахмал қосып, ерітіндінің түсін белгілеу.

### ***Б) Күкіртсутек суының иодпен тотығуы***

8-10 тамшы қаныққан күкіртсутек суына иодтың түсі өзгергенше тамшылатып иод суын (калий иодидіндегі 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 аммиактың 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. Өздеріңнің тұжырымдарыңды тексеру үшін мына тәжірибені жасандар.

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  $\text{Mn}^{2+}$  - ионының перманганат – ион  $\text{MnO}_4^-$  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 тұжырымдарын 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 қаздырып, «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**

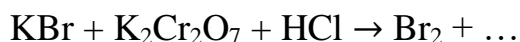
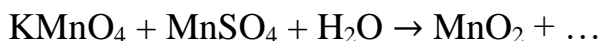
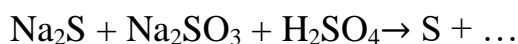
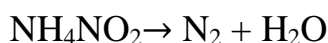
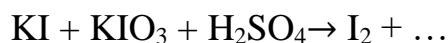
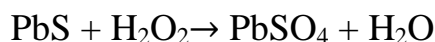
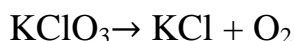
3 пробиркаға 3-4 тамшыдан калий перманганаты ерітіндісін құю. Бірінші пробиркаға 3-4 тамшы күкірт қышқылы ерітіндісін екіншісіне осынша су, ал үшіншісіне – сілті ерітіндісін қосу. Осыдан кейін 3 пробиркаға да 2 микрошпательден кристалданған калий нитритін салып, кристалдар түгел ерігенше пробиркаларды 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:  $\text{MnO}_4^-$  - күлгін түсті,  $\text{MnO}_4^{2-}$  - жасыл,  $\text{Mn}^{2+}$  - 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. Стақандағы ыстық суда 4-5 минут пробирканы ұстап,  $70-80^\circ \text{C}$  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 мен жаттығулар**

1. Төмендегі реакциялар теңдеулерін аяқтаңдар, коэффициенттерін қойыңдар; олардың ішіндегі диспропорциялану, молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздану және компропорциялану реакцияларын көрсетіңдер.





## 11

### ХИМИЯЛЫҚ ТОК КӨЗДЕРІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОЛИЗ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

*11.1. Теориялық бөлім.* Таза суға мырыш пластинкасын батырса, оның беткі қабатындағы кристалдық тор көздерінің түйініндегі оң иондарының біразы полюсті су молекулаларының әсерінен үзіліп ерітіндіге өтеді. Иондар ерітіндіде су молекулаларымен ұстасып гидраттанады. Металдың иондарынан айырылған беткі қабатындағы электрондары бос қалып оны теріс зарядтайды. Міне, осы теріс зарядталған қабат ерітіндідегі оң иондар қабатымен электростатикалық тартылыста болатындықтан, ол иондар қайтадан металл бетіне келіп қонып жатады және бүкіл гидраттанған оң иондар қабаты алысқа

кетпей бетке жақын орналасады. Барған сайын металдың беткі қабатының еруі азайып, еріген иондардың қайта келуі молаяды, ақыры жүйедегі металдың еру жылдамдығы мен оның металға қайта келіп қону жылдамдығы теңесіп, тепе-теңдік орнайды.

Металл+су ↔ гидраттанған металл ионы + электрондар

Металл мен ерітіндінің түйіскен жерінде түзілген қабатты *қос электр қабаты* деп атайды, қабаттар арасындағы зарядтар айрымын *металдың электродтық потенциалы* дейді. Егер таза суға металдың ерімтал тұздарының бірін қосса, қабаттар арасындағы тепе-теңдік жағдай өзгереді. Ерітіндіде еріген металл иондарының көбеюі оның металл бетіне барып қайта қонуын арттырады. Неғұрлым еріген тұздың концентрациясы молайса, соғұрлым металдың еруі азая береді. Тіпті жоғары концентрлі тұз ерітіндісіне малынған металл ерімей, зарядталған қабат түзілмеуі де мүмкін. Металл активтігі төмен болып, ерітіндідегі иондарының мөлшері жеткілікті болса, керісінше оң иондар ерітіндіден бөлініп металл бетіне барады да, ерітінді теріс, металл оң зарядталады. Мұнда да белгілі бір *электродтық потенциал* туады. Өз тұздарының ерітіндісіне малынған электродтар активтігіне сай теріс (өте актив металдар), немесе оң (активтігі төмен металдар) зарядталып отырады.

Іс жүзінде суға не электролит ерітіндісіне батырылған кез келген металды электрод деп алуға болады. *Электродтық потенциал – металл (электрод) мен сұйық фазаның (су немесе электролит ерітіндісі) түйіскен жерінде туатын электростатикалық потенциал.  $E = q_1 - q_2$ .*

Химиялық реакциялардың нәтижесінде электр тогін, үдерістерін және электр тоғының әсерінен химиялық реакциялар жүру үдерістерін зерттейтін химияның саласын электр химиясы дейді.

Егер тұрақты электр тогын электролит ерітіндісінде немесе балқымада тұрған екі электрод арқылы өткізсе, электродтарда тотығу- тотықсыздану реакциясы жүреді. Процесс **электролиз** деп аталады. Бұл гальвани элементінде жүретін процеске кері процесс болып табылады. Оң зарядты электрод - анод, теріс зарядты электрод - катод.

Анодта тотығу процесі жүреді:  $\text{Cu} - 2e^- = \text{Cu}^{2+}$

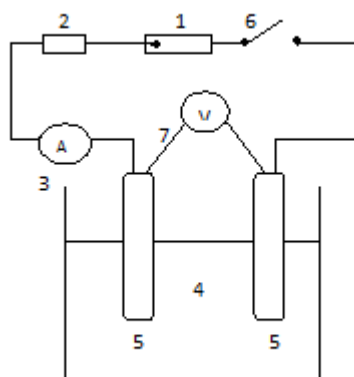
Катодта тотықсыздану процесі жүреді:  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}^0$

Электролиз процесі өндірісте кең қолданылады. Анод болып инертті заттар немесе өзі анод болып, өзі тотығатын элементтер қызмет етеді (платина, графит, мыс). Катод болып графит, кез келген металдар қызмет етеді.

### Стандартты электродтық потенциал

Әрбір металдың электродтың потенциалдарын өлшеу қиын, сондықтан олардың салыстырмалы потенциалдары өлшенеді. Ол үшін потенциалын өлшеу керек болған металдан және қалыпты сутекті электродтан Гальвани элементін құрады. Металл ионының концентрациясын 1 моль/л-ге тең етіп алады. Осылай анықталған электр қозғаушы күш осы металдың стандартты электродты потенциалы деп аталады. (Сутекті электродтың потенциалы 0-ге тең). Мысалы:  $E^0 = (Zn/Zn^{2+}) = -0,76V$ . Бірқатар элементтердің стандарттық электродтық потенциалдары анықтамалықтарда беріледі.

Стандартты электродтың потенциалдың өзгеруі бойынша металдар кернеу қатарына орналасқан. Ол қатарды электр химиялық қатар дейді.



5-сурет. Химиялық токкөзіналатынқондырғы. 1 – тұрақты ток көзі, 2 – реостат, 3 – амперметр, 4 – электролит, 5 – электродтар, 6 – қосқыш, 7 – вольтметр.

### Электр қозғаушы күшті есептеу

Егер стандарттық электродтық потенциалдар белгілі болса, кез келген гальвани элементі үшін, басқаша айтқанда, кез келген тотығу-тотықсыздану реакциясы үшін электр қозғаушы күшті (Э.Қ.К.) есептеуге болады. Ол үшін тотықтырғыштың потенциалынан тотықсыздандырғыштың потенциалын алу керек (Э.Қ.К. немесе E).

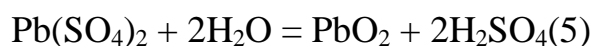
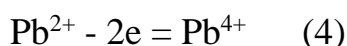
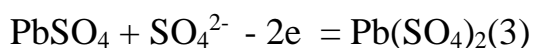
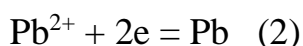
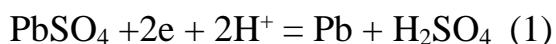
Мысалы: мыс-мырышты гальвани элементі үшін

$$\text{Э.Қ.К.} = E^0_{Cu/Cu^{2+}} - E^0_{Zn/Zn^{2+}} = 0,34 - (-0,76) = +1.1V$$

## 11.2. Эксперименттік бөлім

### 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:

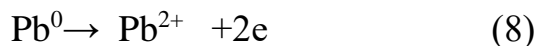
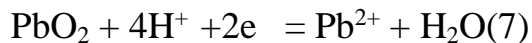


Реакцияның толық күйде жазылуы:



Жүретін реакцияларды түсіндіреміз: жүйе арқылы ток жібергенде, қорғасын электродының біреуі теріс зарядты, ал екіншісі оң зарядты болады. Теріс зарядты электродта тотықсыздану процесі жүреді (реакция 1). Бұл кезде электрод бетінде борпылдақ қара тұнба пайда болады, демек, қорғасын металдық күйге дейін тотықсызданды. (2-і 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 пластиналары (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:

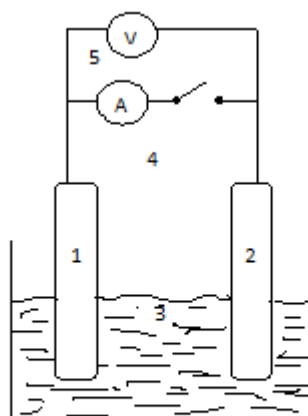
1. Тәжірибе жүргізу әдісін қысқаша сипаттаңыз;
2. Қорғасын аккумуляторын зарядтау және разрядтау кезінде оң зарядты және теріс зарядты электродтарда жүретін реакцияларды жазыңыз;
3. Сұрақтарға жауап беру үшін тотығу-тотықсыздану реакциялары тақырыбы бойынша мәліметтерді қайталаңыздар;
4. Тотығу дәрежесі туралы түсінік, реакцияларды теңестіру, электр қозғаушы күш, оны есептеу, тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүру мүмкіндігі туралы деректерді қайталаңыздар.

## электр қозғаушы күштің түзілуі

**Қажетті құрал-жабдықтар:** стақандар, 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 кешенді 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.

## 12

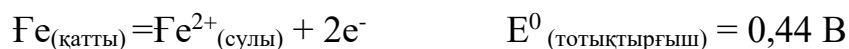
### **КОРРОЗИЯ.**

*12.1. Теориялық бөлім.* Дымқыл атмосферада немесе сулы ерітінділерде металдардың және олардың қоспаларының бұзылуын **коррозия** деп атайды. Коррозияның екі түрі болады: электр химиялық және химиялық. Электр химиялық коррозияның болу себебі кернеу қатарында тұратын потенциалдары әр түрлі 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

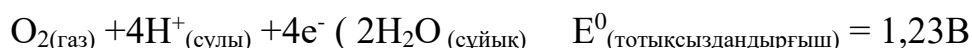
қорғаудың әртүрлі әдістері болады, оның ішінде электр химиялық әдістер маңызды болып табылады. Ол әдістерді іске асыру үшін қорғалатын металды немесе конструкцияны электр тоғының теріс полюсіне қосып қояды, демек ол катод ретінде қызмет атқарады да, тотықпайды. Ал протекторлық қорғауда, мысалы үлкен кемелердің түбіне активті металдарды қондырады, сонда негізгі металдар коррозияға ұшырамай, жаңағы активті металдар немесе құймалар тотығады.

Ең көп тараған коррозиялық үдеріс - бұл темірдің тотығуы немесе тот басуы. Темірдің тотығуында маңызды роль атқаратын элемент - бұл оттегі. Оттегі болмаса, темір суда тотықпайды. Тотығу процесінде маңызды роль атқарушы - су молекулалары болып табылады; егер су молекулалары мүлдем болмаса, темір майлы ортада оттегімен тотықпайды. Темірді тот басу процесінің жылдамдығы әртүрлі факторлардың әсерінен артады: ортаның рН мәнінің өзгеруі, сулы ортада тұздардың болуы, темірдің басқа - тотығуы қиын металмен контактта болуы, сонымен қатар механикалық күштердің әсері.

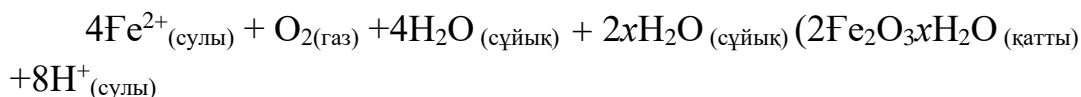
Темірдің тотығуы (тот басуы немесе коррозиясы) электр химиялық үдеріс болып табылады. Темір бетінің кейбір бөліктері анод болып қызмет атқарады, осы бетте темірдің тотығуы жүреді:



Осы реакцияның нәтижесінде түзілген электрондар металл бойын жағалап, катод ролін атқарушы басқа бөліктерге қарай жылжиды, бұл бөліктерде оттектің тотықсыздануы жүреді:



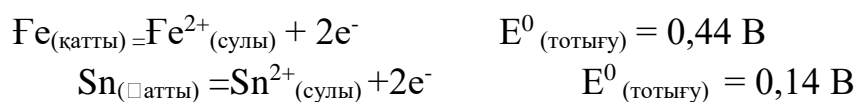
Айта кететін мәселе, оттектің тотықсыздану үдерісіне  $\text{H}^+$ - иондары қатысады. Егер  $\text{H}^+$ - иондарының концентрациясы төмендесе (демек рН жоғарыласа), оттектің тотықсыздануы қиындай түседі. Егер рН > 9 -10-ға тең ерітіндімен жанасса, темір коррозияға ұшырамайтыны анықталған. Коррозия кезінде анодта түзілген  $\text{Fe}^{2+}$ -иондары  $\text{Fe}^{3+}$  - иондарына дейін тотығады, ал  $\text{Fe}^{3+}$  - иондары гидратталған темір (ҚҚҚ) 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 ролін 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 «аққаңылтыры 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.

## **12.2. Эксперименттік бөлім**

### **Металдардың беттік қабаттарын өндеу әдістері**

Химиялық реакциялар металдардың бетінде түзілетін оксидтік қабаттарды жою үшін, жұқа қаптауларды түсіру үшін, металл бетін өндеу 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°C) орналастырып (болат немесе нихром сымның 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, диметилформаид – 20 мл, салицилальанилин – 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 өндеуді қайталаймыз (өндеу уақытын 5, 10, 15, 20 минутқа өзгерте отырып). Тәжірибе аяқталғаннан кейін пластиналарды ауада қалдырамыз және аудағы оттеппен тотыққанын байқаймыз.

### ЕСЕП БЕРУ

- Темір бетінде  $Fe_3O_4$ , ал мыс бетінде  $CuO$  түзілетінін ескеріп, оксидтеу процесінің реакцияларын жазыңыздар;

- Металл бетінің оксидтен тазалану мәнінің өндеу уақытына байланысын көрсететін график түзіңіз;

- Оксидтік пленканы толық жою үшін қажет болатын уақыттың оптималды мәнін көрсетіңіз;

Мыс және темір пластиналарының бетіндегі оксидтік қабаттарды жою үшін қажет болатын уақытты салыстырыңыздар.

### Б) Металл бетіндегі қалайы немесе мырыш қабатын жою

Қалайымен қапталған мыс және мырышпен қапталған темірді тұз және күкірт қышқылы құйылған пробиркаларға салыңыздыр. Қаптаулардың ерігенін байқаңыздар. Қаптаулар жойылғаннан кейін металдарды су ағынында жуыңыздар.

### ЕСЕП БЕРУ

- Металдық қаптаулардың еруі электрохимиялық механизмге ие екенін ескере отырып, реакциялар теңдеулерін жазыңыздар;

- Металдардың қаптаулар жойылғаннан кейінгі бетінің түрін сипаттаңыздар.

### ҚОСЫМШАЛАР

1-кесте.

#### Халықаралық жүйенің (СИ) кейбір бірліктері

<i>Негізгі бірліктер</i>	Бірліктер	
	атауы	белгіленуі
Ұзындық	Метр	м
Масса	Килограмм	кг
Уақыт	Секунд	с
Тоқ күші	Ампер	А

Температура	Кельвин	К
Зат мөлшері	Моль	моль
<i>Туынды бірліктер</i>		
Көлем	Куб метр	м <sup>3</sup>
Тығыздық	Килограмм метр куб	кг/м <sup>3</sup>
Күш	Ньютон	Н
Қысым	Паскаль	Па
Энергия, жұмыс, жылу мөлшері	Джоуль	Дж
Қуат	Ватт	Вт
Электр мөлшері	Кулон	Кл
Электр кернеуі, электр потенциалы, электр қозғаушы күш	Вольт	В

2-кесте

### Кейбір жүйесіз бірліктер мен СИ бірліктері арасындағы қатынас

Шамасы	Бірліктер	СИ эквиваленті
1	2	3
Ұзындық	Микрон немесе микрометр (мкм) Ангстрем (А)	$1 \cdot 10^{-6}$ м $1 \cdot 10^{-10}$ м
Қысым	Физикалық атмосфера (атм) Миллиметр сынап бағанасы (мм сын.бағ.)	$1,01325 \cdot 10^{-5}$ Па 133,322 Па
Энергия, жұмыс, жылу мөлшері	Электронвольт (эВ) Калория (кал) Килокалория (ккал)	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж 4,1868 Дж 4186,8 Дж
Диполь моменті	Дебай (D)	$3,33 \cdot 10^{-30}$ Кл·м

3-кесте

### Кейбір іргелі физикалық тұрақтылардың мәні

Тұрақты	Белгіленуі	Сандық өлшемі
Вакуумдағы жарық жылдамдығы	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 <sup>-1</sup>
Фарадей тұрақтысы	F	$9,64846 \cdot 10^4$ Кл/моль
Газ тұрақтысы	R	8,3144 Дж/(моль·К)

4-кесте

### Маңызды қышқылдар мен олардың тұздарының атаулары

Қышқыл	Атаулары	
	қышқылдар	тұздар
1	2	3
$\text{HAlO}_2$	Металалюминий	Метаалюминат
$\text{HAsO}_3$	Метакүшән	Метаарсенат
$\text{H}_3\text{AsO}_4$	Ортокүшән	Ортоарсенат
$\text{HAsO}_2$	Метакүшәнді	Метаарсенит
$\text{H}_3\text{AsO}_3$	Ортокүшәнді	Ортоарсенит
$\text{HBO}_2$	Метабор	Метаборат
$\text{H}_3\text{BO}_3$	Ортобор	Ортоборат
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Тетрабор	Тетраборат
$\text{HBr}$	Бромсутек	Бромид
$\text{HOBr}$	Бромдылау	Гипобромит
$\text{HBrO}_3$	Бромды	Бромат
$\text{HCOOH}$	Құмырсқа	Формиат
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Сірке	Ацетат
$\text{HCN}$	Циансутек	Цианид
$\text{H}_2\text{CO}_3$	Көмір	Карбонат
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Қымыздық	Оксалат

$\text{HCl}$	Хлорсутек	Хлорид
$\text{HOCl}$	Хлорлылау	Гипохлорит
$\text{HClO}_2$	Хлорлы	Хлорит
$\text{HClO}_3$	Хлорлау	Хлорат
$\text{HClO}_4$	Хлор	Перхлорат
$\text{HCrO}_2$	Метахром	Метахромит
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Хром	Хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихром	Дихромат
$\text{HI}$	йодсутек	Йодид
$\text{HOI}$	Йодтылау	Гипойодид
$\text{HIO}_3$	Йодты	Йодат
$\text{HIO}_4$	Йод	Периодат
$\text{HMnO}_4$	Марганец	Перманганат
$\text{H}_2\text{MnO}_4$	Марганецті	Манганат
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	Молибден	Молибдат
$\text{H}_3\text{N}$	Азидсутек (азотсутек қышқылы)	Азит
$\text{HNO}_2$	Азотты	Нитрит
$\text{HNO}_3$	Азот	Нитрат
$\text{HPO}_3$	Метафосфор	Метофосфат
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ортофосфор	Ортофосфат
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Дифосфор (пирофосфор)	Дифосфат (пирофосфат)
$\text{H}_3\text{PO}_3$	Фосфорлау	Фосфит
$\text{H}_3\text{PO}_2$	Фосфорлылау	Гипофосфит
$\text{H}_2\text{S}$	Күкіртсутек	Сульфид
$\text{HSCN}$	Родансутек	Роданид
$\text{H}_2\text{SO}_3$	Күкіртті	Сульфит
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Күкірт	Сульфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Тиокүкірт	Тиосульфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	Дикүкірт (пирокүкірт)	Дисульфат (пиросульфат)
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Дипероксокүкірт	Пероксодисульфат (персульфат)
$\text{H}_2\text{Se}$	Селенсутек	Селенид
$\text{H}_2\text{SeO}_3$	Селенді	Селенит
$\text{H}_2\text{SeO}_4$	Селен	Селенат
$\text{H}_2\text{SiO}_3$	Кремний	Силикат

$\text{HVO}_3$	Ванадий	Ванадат
$\text{H}_2\text{WO}_4$	Вольфрам	Вольфрамат

5-кесте

Кейбір заттардың 298 К (25°C) температурадағы стандартты түзілу энтальпиясы  $\Delta H_{298}^0$ , энтропиясы  $\Delta S_{298}^0$  және Гиббс түзілу энергиясы  $\Delta G_{298}^0$

Зат	$\Delta H_{298}^0$ кДж/моль	$\Delta S_{298}^0$ Дж/(моль·К)	$\Delta G_{298}^0$ кДж/моль
1	2	3	4
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к.})$	-1676,0	50,9	-1582,0
C (графит)	0	5,7	0
$\text{CCl}_4(\text{с.})$	-135,4	214,4	-64,6
$\text{CH}_4(\text{г.})$	-74,9	186,2	-50,8
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г.})$	226,8	200,8	209,2
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{г.})$	52,3	219,4	68,1
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{г.})$	-89,7	229,5	-32,9
$\text{C}_6\text{H}_6(\text{с.})$	82,9	169,2	129,7
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г.})$	-277,6	160,7	-174,8
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{г.})$	-1273,0	-	-919,5
CO (г.)	-110,5	197,5	-137,1
$\text{CO}_2(\text{г.})$	-393,5	213,7	-394,4
$\text{CaCO}_3(\text{к.})$	-1207,0	88,7	-1127,7
$\text{CaF}_2(\text{к.})$	-1214,6	68,9	-1161,9
$\text{Ca}_3\text{N}_2(\text{к.})$	-431,8	105	-368,6
CaO (к.)	-635,5	39,7	-604,2
$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к.})$	-986,6	76,1	-896,8
$\text{Cl}_2(\text{г.})$	0	222,9	0
$\text{Cl}_2\text{O}(\text{г.})$	76,6	266,2	94,2
$\text{ClO}_2(\text{г.})$	105,0	257,0	122,3
$\text{Cl}_2\text{O}_7(\text{с.})$	251,0	-	-
$\text{Cl}_2\text{O}_3(\text{к.})$	-1440,6	81,2	-1050,0
CuO (к.)	-162,0	42,6	-129,9
FeO (к.)	-264,8	60,8	-244,3
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к.})$	-822,2	87,4	-740,3
$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к.})$	-1117,1	146,2	-1014,2

H <sub>2</sub> (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
H <sub>3</sub> N (с.)	294,0	328,0	238,8
H <sub>2</sub> O (г.)	-241,8	188,7	-228,6
H <sub>2</sub> O (с.)	-285,8	70,1	-237,3
H <sub>2</sub> S (г.)	-21,0	205,7	-33,8
KCl (к.)	-435,9	82,6	-408,0
KClO <sub>3</sub> (к.)	-391,2	143,0	-289,9
MgCl <sub>2</sub> (к.)	-641,1	89,9	-591,6
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub> (к.)	-461,1	87,9	-400,9
MgO (к.)	-601,8	26,9	-569,6
N <sub>2</sub> (г.)	0	191,5	0
NH <sub>3</sub> (г.)	-46,2	192,6	-16,7
NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> (к.)	-256	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (к.)	-365,4	151	-183,8
N <sub>2</sub> O (г.)	82,0	219,9	104,1
NO (г.)	90,3	210,6	86,6
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (г.)	83,3	307,0	140,5
NO <sub>2</sub> (г.)	33,5	240,2	51,5
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г.)	9,6	303,8	98,4
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г.)	-42,7	178	114,1
NiO (к.)	-239,7	38,0	211,6
O <sub>2</sub> (г.)	0	205,0	0
OF <sub>2</sub> (г.)	25,1	247,0	42,5
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (г.)	-820	173,5	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г.)	-1492	114,5	-1348,8
PbO (к.)	-219,3	66,1	-189,1
PbO <sub>2</sub> (к.)	-276,6	74,9	-218,3
SO <sub>2</sub> (г.)	-296,6	248,1	-300,2
SO <sub>3</sub> (г.)	-395,8	256,7	-371,2
SiCl <sub>4</sub> (с.)	-687,8	239,7	-
SiH <sub>4</sub> (г.)	34,7	204,6	57,2
SiO <sub>2</sub> (г.)	-910,9	41,8	-856,7
SnO (кварц)	-286,0	56,5	-256,9

SnO <sub>2</sub> (к.)	-580,8	52,3	-519,3
Ti (к.)	0	30,6	0
TiCl <sub>4</sub> (с.)	-804,2	252,4	-737,4
TiO <sub>2</sub> (к.)	-943,9	50,3	-888,6
WO <sub>3</sub> (к.)	-842,7	75,9	-763,9
ZnO (к.)	-350,6	43,6	-320,7

6-кесте

**25°С кезіндегі сулы ерітінділердегі кейбір әлсіз электролиттердің диссоциациялану константалары**

Электролит		$K$	$pK = -\lg K$
Азидсутек NH <sub>3</sub>		$2,6 \cdot 10^{-5}$	4,56
Азотты қышқыл HNO <sub>2</sub>		$2 \cdot 10^{-4}$	3,40
Аммоний гидроксиді NH <sub>4</sub> OH		$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Бор қышқылы H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , K <sub>1</sub>		$5,8 \cdot 10^{-10}$	9,24
Бромдылау қышқылы HOBr		$2,1 \cdot 10^{-9}$	8,68
Сутек пероксиді H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , K <sub>1</sub>		$2,6 \cdot 10^{-12}$	11,58
Кремний қышқылы H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ,	K <sub>1</sub>	$2,2 \cdot 10^{-10}$	9,66
	K <sub>2</sub>	$1,6 \cdot 10^{-12}$	11,80
Құмырсқа қышқылы HCOOH		$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,74
Селен қышқылы H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> ,	K <sub>1</sub>	$3,5 \cdot 10^{-3}$	2,46
	K <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-8}$	7,3
Селенсутек H <sub>2</sub> Se,	K <sub>1</sub>	$1,7 \cdot 10^{-4}$	3,77
	K <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Күкірт қышқылы H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub>		$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Күкіртті қышқыл H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ,	K <sub>1</sub>	$6 \cdot 10^{-8}$	7,22
	K <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Күкіртсутек H <sub>2</sub> S,	K <sub>1</sub>	$6 \cdot 10^{-8}$	7,21
	K <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Теллур қышқылы H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub> ,	K <sub>1</sub>	$3 \cdot 10^{-3}$	2,5
	K <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-8}$	7,7
Теллурсутек H <sub>2</sub> Te,	K <sub>1</sub>	$1 \cdot 10^{-3}$	3,0
	K <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Көмір қышқылы H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ,	K <sub>1</sub>	$4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
	K <sub>2</sub>	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Сірке қышқылы CH <sub>3</sub> COOH		$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Хлорлылау қышқылы HOCl		$5,0 \cdot 10^{-8}$	7,30



Хлорсурке қышқылы $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$		$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,85
Фосфор қышқылы $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,	$\text{K}_1$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	2,12
	$\text{K}_2$	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,20
	$\text{K}_3$	$1,3 \cdot 10^{-12}$	11,89
Фторсутек HF		$6,6 \cdot 10^{-4}$	3,18
Циансутек HCN		$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,10
Қымыздық қышқыл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,	$\text{K}_1$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	1,27
	$\text{K}_2$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27

7-кесте

**Ерітінділердің әртүрлі иондық күштеріндегі иондардың активтілік коэффициенттері  $f$**

Ерітіндінің иондық күші $l$	Ион заряды $z$			Ерітіндінің иондық күші $l$	Ион заряды $z$		
	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 3$		$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 3$
0,001	0,98	0,78	0,73	0,1	0,81	0,44	0,16
0,002	0,97	0,74	0,66	0,2	0,80	0,41	0,14
0,005	0,95	0,66	0,55	0,3	0,82	0,45	0,17
0,01	0,92	0,60	0,47	0,4	0,82	0,50	0,21
0,05	0,84	0,50	0,21				

8-кесте

**Кейбір аз еритін электролиттердің 25°C кезіндегі ерігіштік көбейтіндісі**

Электролит	ЕК	Электролит	ЕК
AgBr	$6 \cdot 10^{-13}$	Cu(OH) <sub>2</sub>	$2,2 \cdot 10^{-22}$
AgCl	$1,8 \cdot 10^{-10}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$4 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-15}$
AgI	$1,1 \cdot 10^{-16}$	Fe(OH) <sub>3</sub>	$3,8 \cdot 10^{-38}$
Ag <sub>2</sub> S	$6 \cdot 10^{-50}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2 \cdot 10^{-5}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$
BaCO <sub>3</sub>	$5 \cdot 10^{-9}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
BaCrO <sub>4</sub>	$1,6 \cdot 10^{-10}$	PbBr <sub>2</sub>	$9,1 \cdot 10^{-6}$
BaSO <sub>4</sub>	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCl <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-5}$
CaCO <sub>3</sub>	$5 \cdot 10^{-9}$	PbCrO <sub>4</sub>	$1,8 \cdot 10^{-14}$

CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2·10 <sup>-9</sup>	PbI <sub>2</sub>	8·10 <sup>-9</sup>
CaF <sub>2</sub>	4·10 <sup>-11</sup>	PbS	1·10 <sup>-27</sup>
CaSO <sub>4</sub>	1,3·10 <sup>-4</sup>	PbSO <sub>4</sub>	1,6·10 <sup>-8</sup>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1·10 <sup>-29</sup>	SrSO <sub>4</sub>	3,2·10 <sup>-7</sup>
Cd(OH) <sub>2</sub>	2·10 <sup>-14</sup>	Zn(OH) <sub>2</sub>	1·10 <sup>-17</sup>
CdS	7,9·10 <sup>-27</sup>	ZnS	1,6·10 <sup>-24</sup>

9-кесте

**25°C кезіндегі ерітінділердегі стандартты электрондық потенциалдар φ°**

Элемент	Электродтық процесс	φ°, В
1	2	3
Ag	[Ag(CN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> + ē = Ag + 2CN <sup>-</sup>	-0,29
	Ag <sup>+</sup> + ē = Ag	0,80
Al	AlO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 2H <sub>2</sub> O + 3ē = Al + 4OH <sup>-</sup>	-2,35
	Al + 3ē = Al	-1,66
Au	[Au(CN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> + ē = Au + 2CN <sup>-</sup>	-0,61
	Au <sup>3+</sup> + 3ē = Au	1,50
	Au <sup>+</sup> + ē = Au	1,69
Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2ē = Ba	2,90
Bi	Bi <sup>3+</sup> + 3ē = Bi	0,21
Br	Br <sub>2</sub> (l) + 2ē = Br <sup>-</sup>	1,07
	HOBr + H <sup>+</sup> + 2ē = Br <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O	1,34
Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2ē = Ca	-2,87
Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2ē = Cd	-0,40
Cl	Cl <sub>2</sub> + 2ē = 2Cl	1,36
	HOCl + H <sup>+</sup> + 2ē = Cl <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O	1,49
Co	Co <sup>2+</sup> + 2ē = Co	-0,28
Co	Co <sup>3+</sup> + ē = Co <sup>2+</sup>	1,81
Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3ē = Cr	0,74
	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sub>2</sub> O + 3ē = Cr(OH) <sub>3</sub> + 5OH <sup>-</sup>	-0,13
	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> + 14H <sup>+</sup> + 6ē = 2Cr <sup>3+</sup> + 7H <sub>2</sub> O	1,33
Cu	[Cu(CN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> + ē = Cu + 2CN <sup>-</sup>	-0,43
	Cu <sup>2+</sup> + ē = Cu <sup>+</sup>	0,15
	Cu <sup>2+</sup> + 2ē = Cu	0,34
	Cu <sup>+</sup> + ē = Cu	0,52

F	$F_2 + 2\bar{e} = 2F^-$	2,87
Fe	$Fe^{2+} + 2\bar{e} = Fe^{2+}$	-0,44
	$Fe^{3+} + 3\bar{e} = Fe$	-0,04
	$[Fe(CN)_6]^{3-} + \bar{e} = [Fe(CN)_6]^{4-}$	0,36
	$Fe^{3+} + \bar{e} = Fe^{2+}$	0,77
H	$H_2 + 2\bar{e} = H^-$	-2,25
	$2H^+ + 2\bar{e} = H_2$	0,000
Hg	$Hg_2^{2+} + 2\bar{e} = 2Hg$	0,79
	$Hg^{2+} + 2\bar{e} = Hg$	0,85
	$2Hg^{2+} + 2\bar{e} = Hg_2^{2+}$	0,92
I	$I_2 + 2\bar{e} = 2I^-$	0,54
	$IO_3^- + 12H^+ + 10\bar{e} = I_2 + 6H_2O$	1,19
	$2HOI + 2H^+ + 2\bar{e} = I_2 + 2H_2O$	1,45
K	$K^+ + \bar{e} = K$	-2,92
Li	$Li^+ + \bar{e} = Li$	-3,04
Mg	$Mg^{2+} + 2\bar{e} = Mg$	-2,36
Mn	$MnO_4^- + \bar{e} = MnO_4^{2-}$	0,56
	$MnO_4^- + 2H_2O + 3\bar{e} = MnO_2 + 4OH^-$	0,60
	$MnO_2 + 4H^+ + 2\bar{e} = Mn^{2+} + 2H_2O$	1,23
	$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} = Mn^{2+} + 4H_2O$	1,51
Na	$Na^+ + \bar{e} = Na$	-2,71
Ni	$Ni^{2+} + 2\bar{e} = Ni$	-0,25
O	$O_2 + 2H_2O + 4\bar{e} = 4OH^-$	0,40
	$O_2 + 2H^+ + 2\bar{e} = 2H_2O$	0,68
	$O_2 + 4H^+ + 4\bar{e} = 2H_2O$	1,23
O	$H_2O_2 + 2H^+ + 2\bar{e} = 2H_2O$	1,78
P	$H_3PO_4 + 2H^+ + 2\bar{e} = H_3PO_3 + H_2O$	-0,28
Pb	$Pb^{2+} + 2\bar{e} = Pb$	-0,13
	$Pb^{4+} + 2\bar{e} = Pb^{2+}$	1,69
Pt	$Pt^{2+} + 2\bar{e} = Pt$	1,19
S	$S + 2H^+ + 2\bar{e} = H_2S$	0,17
	$S_2O_8^{2-} + 2\bar{e} = 2SO_4^{2-}$	2,01
Se	$Se + 2H^+ + 2\bar{e} = H_2Se$	-0,40
Sn	$Sn^{2+} + 2\bar{e} = Sn$	-0,14
	$Sn^{4+} + 2\bar{e} = Sn$	0,15
Te	$Te + 2H^+ + 2\bar{e} = H_2Te$	-0,72
Zn	$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2\bar{e} = Zn + 4OH^-$	-1,22
	$Zn^{2+} + 2\bar{e} = Zn$	-0,76

## 15°C- тағы қышқылдардың сулы ерітінділерінің тығыздығы

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		
	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1005	1,15	1,00	0,83	1135	26,70	22,54	18,96
1010	2,14	1,90	1,57	1140	27,66	23,31	19,61
1015	3,12	2,80	2,30	1145	28,61	24,08	20,26
1020	4,13	3,70	3,03	1150	29,57	24,84	20,91
1025	5,15	4,60	3,76	1155	30,55	25,60	21,55
1030	6,15	5,50	4,49	1160	31,52	26,36	22,19
1035	7,15	6,38	5,23	1165	32,49	27,12	22,83
1040	8,16	7,26	5,96	1170	33,46	27,88	23,47
1045	9,13	8,13	6,67	1175	34,42	28,63	24,12
1050	10,17	8,99	7,37	1180	35,39	29,38	24,76
1055	11,18	9,84	8,07	1185	36,31	30,13	24,40
1060	12,19	10,68	8,77	1190	37,23	30,38	26,04
1065	13,19	11,51	9,47	1195	38,16	31,62	26,68
1070	14,17	12,33	10,19	1200	39,11	32,36	27,32
1075	15,16	13,15	10,90	1205		33,09	27,95
1080	16,15	13,95	11,60	1210		33,82	28,58
1085	16,13	14,74	12,30	1215		34,55	28,84
1090	18,11	15,53	12,99	1220		35,28	29,21
1095	19,06	16,32	13,67	1225		36,03	30,48
1100	20,01	17,11	14,33	1230		36,78	31,11
1105	20,97	17,97	15,03	1235		37,53	31,70
1110	21,92	18,67	15,71	1240		38,29	32,28
1115	26,86	19,45	16,37	1245		39,05	32,86
1120	23,82	20,23	17,01	1250		39,82	33,43
1125	24,78	21,00	16,66	1255		40,58	34,00
1130	25,75	21,77	18,31	1260		41,34	34,57
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		
	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1265		42,10	35,14	1410		67,50	51,15
1270		42,87	35,71	1415		68,63	51,66

1275		73,64	36,29	1420		69,80	52,15
1280		44,41	36,87	1425		70,98	52,63
1285		45,18	37,45	1430		72,17	53,11
1290		45,95	38,03	1435		73,39	53,29
1295		46,72	38,61	1440		74,68	54,07
1300		47,49	39,19	1445		75,98	54,55
1305		48,26	39,77	1450		77,28	55,03
1310		49,07	40,35	1455		78,60	55,50
1315		49,89	40,93	1460		79,98	55,97
1320		50,71	41,50	1465			56,43
1325		51,53	42,08	1470			56,90
1330		53,37	42,66	1475			57,37
1335		53,22	43,20	1480			57,83
1340		54,07	43,07	1485			58,28
1345		54,93	44,28	1490			58,74
1350		55,79	44,82	1495			59,22
1355		56,66	45,35	1500			59,70
1360		57,57	45,88	1505			60,18
1365		58,48	46,41	1510			60,25
1370		59,39	46,94	1515			61,12
1375		60,30	47,47	1520			61,59
1380		61,27	48,00	1525			62,66
1385		62,24	48,53	1530			62,53
1390		63,23	49,06	1535			63,00
1395		64,25	49,59	1540			63,43
1400		65,30	50,11	1545			63,85
1405		66,40	50,63	1550			64,26
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		
	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1555			64,67	1705			77,60
1560			65,08	1710			78,04
1565			65,49	1715			78,48
1570			65,90	1720			78,92
1575			66,30	1725			79,36
1580			66,71	1730			79,80
1585			67,13	1735			80,24
1590			67,59	1740			80,68
1600			68,51	1745			81,12

1605			68,97	1750			81,56
1610			69,43	1755			82,00
1615			69,89	1760			82,44
1620			70,32	1765			82,88
1625			70,74	1770			83,83
1630			71,16	1775			83,90
1635			71,57	1780			84,50
1640			71,99	1785			85,10
1645			72,40	1790			85,70
1650			72,82	1800			86,90
1655			73,28	1805			87,60
1660			72,64	1810			88,30
1665			74,07	1815			89,05
1670			74,51	1820			90,05
1675			74,97	1825			91,00
1680			75,42	1830			92,10
1685			75,86	1835			93,43
1690			76,30	1840			95,60
1695			76,73				96,95
1700			77,17				97,00
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		
	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
			97,70				99,45
			98,20				99,70
			96,70				99,95
			99,20				

11-кесте

**15°C-тағы негіздердің сулы ерітінділерінің тығыздығы**

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %	
	KOH	NaOH		KOH	NaOH
1007	0,9	0,61	1142	16,5	12,64
1014	1,7	1,20	1152	17,6	13,55
1022	2,6	2,00	1162	18,6	14,37
1029	3,5	2,71	1171	19,5	15,13
1037	4,5	3,35	1180	20,5	15,91

1054	5,6	4,00	1190	21,4	16,77
1052	6,4	4,64	1200	22,4	17,67
1060	7,4	5,29	1231	25,1	20,59
1067	8,2	5,87	1241	26,1	21,42
1075	9,2	6,55	1252	27,0	22,64
1083	10,1	7,31	1263	28,0	23,67
1091	10,9	8,00	1274	28,9	24,81
1100	12,0	8,68	1285	29,8	25,80
1108	12,9	9,42	1297	30,7	26,83
1116	13,8	10,06	1308	31,8	27,80
1125	14,8	10,97	1320	32,7	28,83
1134	15,7	11,84	1332	33,7	29,93
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %		$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массалық үлес, %	
	КОН	NaOH		КОН	NaOH
1345	34,9	31,22	1483	45,8	44,88
1357	35,9	32,47	1498	47,1	46,15
1370	36,9	33,69	1514	48,3	47,60
1383	37,8	34,96	1530	49,4	49,02
1397	38,9	36,25	1546	50,6	
1410	39,9	37,47	1563	51,9	
1424	40,9	38,80	1580	53,2	
1438	42,1	39,99	1597	54,4	
1453	43,4	41,41	1615	55,9	
1468	44,6	42,83	1634	57,5	

12-кесте

**Еселенген және үлестік өлшем бірліктерін белгілеуге қажетті жұрнақтар**

Қосымшалар және оларды белгілеу	Берілген бірлікке сәйкестігі	Қосымшалар және оларды белгілеу	Берілген бірлікке сәйкестігі
Тера, Т	$10^{12}$	Деци*, д	$10^{-1}$
Гига, Г	$10^9$	Сантис*, с	$10^{-2}$
Мега, М	$10^6$	Милли, м	$10^{-3}$
Кило, к	$10^3$	Микро, мк	$10^{-6}$
Гекто*, г	$10^2$	Нано, н	$10^{-9}$
Дека*, дк	10	Пико, п	$10^{-12}$

### Кейбір өлшем бірліктердің арасындағы қатынастар:

- 1)  $t = T - 273,15$ , мұндағы  $t$  – Цельсия шкаласы бойынша температура ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T$  – абсолютті термодинамикалық шкала температурасы (К);
- 2)  $1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 101,325 \text{ кПа}$
- 3)  $1 \text{ эВ} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ;
- 4)  $1 \text{ калория} = 4,1840 \text{ Дж}$  (жылуды өлшеу үшін);
- 5)  $1^{\circ} \text{ А} = 10^{-10} \text{ м}$ .

### Химиялық әр түрлі шамаларды белгілеу үшін грек алфавитінің әріптерін пайдаланады:

А, $\alpha$ - альфа	І, $\iota$ - иота	Р, $\rho$ - ро
В, $\beta$ - бета	К, $\kappa$ - каппа	$\Sigma$ , $\sigma$ - сигма
Г, $\gamma$ - гамма	Л, $\lambda$ - лямбда	Т, $\tau$ - тау
$\Delta$ , $\delta$ - дельта	М, $\mu$ - мю	У, $\upsilon$ - ипсилон
Е, $\varepsilon$ - эпсилон	Ν, $\nu$ - ню	Ф, $\varphi$ - фи
Z, $\zeta$ - дзета	$\Xi$ , $\xi$ - кси	Х, $\chi$ - хи
Н, $\eta$ -эта	О, $\omicron$ - омикрон	Ψ, $\psi$ - пси
Θ, $\theta$ -тэта	Π, $\pi$ - пи	Ω, $\omega$ - омега

13-кесте

### Стандартты тотығу-тотықсыздану потенциалдары $E^{\circ}$

Элемент	Жартылай реакция теңдеуі	$E^{\circ}$ , В
1	2	3
Ag	$\text{AgCl}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ag} + \text{Cl}$	+0,22
	$\text{AgI} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ag} + \text{I}^-$	-0,15
	$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + \bar{e} \leftrightarrow 2\text{Ag} + 2(\text{OH}^-)$	+0,34
Al	$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{Al} + 4(\text{OH}^-)$	-2,35
As	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,56
	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{AsO}_2^- + 4(\text{OH}^-)$	-0,71
Au	$\text{Au}^{3+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Au}^+$	+1,41
	$\text{AuCl}_4^- + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{AuCl}_2^- + 2\text{Cl}^-$	+0,93
	$\text{AuCl}_2^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{Au} + 2\text{Cl}^-$	+1,11
	$\text{Au}(\text{CN})_2^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{Au} + 2\text{CN}^-$	-0,61



Bi	$\text{NaBiO}_3 + 4\text{H} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{BiO}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+$	+1,8
Br	$\text{Br}_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{Br}^-$	+1,09
	$\text{HBr} + \text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Br}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,33
	$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Br}^- + 2(\text{OH}^-)$	+0,76
Ce	$\text{Ce}^{4+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ce}^{3+}$	1,44
Cl	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{Cl}^-$	+1,36
	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,63
	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cl}^- + 2(\text{OH}^-)$	+0,88
	$\text{HCl} + \text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,50
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} \leftrightarrow \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,45
Co	$\text{Co}^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,84
	$\text{Co}(\text{OH})_3 + \bar{e} \leftrightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0,17
	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Co} + 6\text{NH}_3$	-0,42
	$\text{Co}(\text{NH}_3)_3^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	+0,1
Cr	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} \leftrightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	+1,33
	$\text{Cr}^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0,41
	$\text{Cr}^{4+} + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{Cr}$	-0,74
Cu	$\text{Cu}^{2+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cu}^+$	+0,15
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{CuCl}$	+0,54
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Br}^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{CuBr}$	+0,64
	$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{CuI}$	+0,86
	$\text{Cu}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cu}$	+0,52
	$\text{CuCl} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cu} + \text{Cl}^-$	+0,14
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{NH}_3$	-0,01
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Cu} + 2\text{NH}_3$	-0,12
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Cu} + 4\text{NH}_3$	-0,07
F	$\text{F}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{HF}$	+3,07
	$\text{F}^{3+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{F}^-$	+2,87
Fe	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,77
	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \bar{e} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	-0,56
	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \bar{e} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0,36
Hg	$2\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Hg}_2$	+0,91
	$\text{HgO}\downarrow + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Hg}\downarrow + 2\text{OH}^-$	+0,1
I	$\text{I}_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{I}^-$	+0,54
	$3\text{I}_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{I}_3$	+0,52
	$\text{HIO} + \text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	+0,99
	$\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	+0,49

Mn	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,69
N	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,94
	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,00
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
Ni	$\text{Ni}(\text{OH})_3 + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0,49
O	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \leftrightarrow 4\text{OH}^-$	+0,40
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,77
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	+0,68
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,08
Элемент	Жартылай реакция тендеуі	$E^0, \text{В}$
	$\text{HO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \leftrightarrow 3\text{OH}^-$	+0,08
P	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,28
Pb	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	+1,46
	$\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Pb} + 3\text{OH}^-$	-0,54
Pt	$\text{PtCl}_2 + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{PtCl}_2 + \text{Au} + \text{Cl}^-$	+0,72
Re	$\text{ReO}_4 + 8\text{H}^+ + 4\bar{e} \leftrightarrow \text{Re}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,42
S	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$	+0,14
	$\text{S} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{S}^{2-}$	-0,48
	$\text{SO}_4 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Br} + 2(\text{OH})^-$	+0,17
Se	$\text{Se} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{Se}$	-0,4
	$\text{Se} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Se}^{2-}$	-0,78
	$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,74
	$\text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + 3\text{OH}^-$	+1,15
Sn	$\text{Sn} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Sn}^{2-}$	+0,15
	$\text{Sn}(\text{OH})_6^{2-} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Sn}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^-$	-0,93
	$\text{Sn}(\text{OH})_3 + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Sn} + 3(\text{OH})^-$	-0,91
Te	$\text{Te} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{H}_2\text{Te}$	-0,69
	$\text{Te} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Te}^{2-}$	-0,92
Ti	$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+ + \bar{e} \leftrightarrow \text{Ti}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	+0,1
Tl	$\text{Tl}^{3+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Tl}$	+1,28
Zn	$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,22

## БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Бірімжанов Б.А. Жалпы химия, - Алматы, 2011. – 744 б.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.И.Ермакова. – изд.30-е, исправленное – М.: Интеграл-Пресс, 2008. – 728 с.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.,2011.
4. Баяшова А.К. Жалпы және биобейорганикалық химия: оқу құралы. – Алматы:Қазақ университеті, 2009. – 100 б.
5. Баяшова А.К. Жалпы химия (зертханалық жұмыстар жинағы): оқу-әдістемелік құрал. - Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 90 б.
5. Баяшова А.К. Химия: оқу құралы. – Алматы:Қазақ университеті, 2011. – 104 б.
6. Баяшова А.Қ., Сулейменова О.Я. Химия: оқу-әдістемелік құрал /. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 136 б.
7. Лабораторный практикум по общей химии: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2010. – 144 с. – (Профессиональное образование).
9. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии / Т.Г.Аминов [и др.]: под общей ред. В.М.Таланова, Г.М.Житного. – Ростов н/Д: 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 «Академкнига», 2005. – 462 с.
11. Справочник по электрохимии под ред. А.М.Сухотина. – Л.:Химия, 1981. – 488 с.
12. Справочник химика, том III. – Издательство «Химия», Ленинградское отделение. – 1004 с.

13. Ф. Миомандр, С.Садки, П.Одебер, Р.Меалле-Рено / Электрохимия. Перевод с французского В.Н. Грасевича под редакцией д.х.н. Ю.Д.Гамбурга, д.х.н. В.А.Сафонова. – Москва: Техносфера, 2008. – 360 с.

14. Баяшов А.Б., Турлыбекова М.Н., Баяшова А.К. «Алюминий – графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілу заңдылықтары // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2015. - № 3. – С.94-99.

15. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1998.

16. Третьяков Ю.Д., Гранвская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. Под ред. Н.Н.Павлова, В.И.Фролова. – М.:2002.

## Мазмұны

Кіріспе.....	2
Лабораториялық жұмыстарды орындау техникасы.....	3
1. Жұмыс тәртібі.....	3
2. Реактивтерді пайдалану ережелері.....	3
3. Лабораторияда жұмыс жасағанда қолданылатын сақтық шаралары.....	4
1. Бейорганикалық заттардың кластары.....	5
1.1. Теориялық бөлім. Бейорганикалық қосылыстар.....	5
1.2. Эксперименттік бөлім. Заттардың химиялық өзгерістері.....	7
2. Атом-молекулалық ілім. Химияның негізгі түсініктері мен негізгі заңдары.....	11
2.1. Теориялық бөлім. Атом-молекулалық теорияның негізгі қағидалары.....	11
2.2. Эксперименттік бөлім. Молярлық массаны және эквиваленттік массаны анықтау.....	14
3. Химиялық реакциялардың энергетикасы.....	17
3.1. Теориялық бөлім.....	17
3.2. Эксперименттік бөлім. Жылу эффектілерін анықтау.....	18
4. Химиялық реакциялардың жылдамдығы.....	24
4.1. Теориялық бөлім.....	24
4.2. Эксперименттік бөлім. Химиялық реакциялардың жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсерін анықтау.....	26

5. Химиялық тепе-теңдік. Қайтымды және қайтымсыз реакциялар.....	29
5.1. Теориялық бөлім.....	29
5.2. Эксперименттік бөлім. Химиялық тепе-теңдіктің ығысуын зерттеу.....	31
6 Ерітінділер. Концентрацияны өрнектеу тәсілдері. Ерітінділерді дайындау.....	35
6.1. Теориялық бөлім.....	35
6.2. Эксперименттік бөлім.....	37
7. Электролиттік диссоциация.....	41
Теориялық бөлім. Күшті және әлсіз электролиттер.....	41
7.2. Эксперименттік бөлім. Электролиттік диссоциация процесін зерттеу.....	42
8 Буферлі ерітінділер және олардың қасиеттері. Буферлі ерітінділердің рН және буферлік сыйымдылығын анықтау.....	48
8.1. Теориялық бөлім.....	48
8.2. Эксперименттік бөлім. Буферлі ерітінділерді дайындау және зерттеу.....	50
9. Тұздар гидролизі.....	54
9.1. Теориялық бөлім.....	54
9.2. Эксперименттік бөлім. Гидролиз реакциясын жүргізу және зерттеу.....	55
10. Тотығу тотықсыздану реакциялары.....	61
10.1. Теориялық бөлім.....	61
10.2. Эксперименттік бөлім. Жай заттадың қатысымен жүретін тотығу-тотықсыздану реакциялары.....	62
11. Химиялық ток көздері және электролиз туралы түсінік.....	66
11.1. Теориялық бөлім.....	66
11.2. Эксперименттік бөлім.....	68
12. Коррозия.....	72
12.1. Теориялық бөлім.....	72
12.2. Эксперименттік бөлім. Металдардың беттік қабаттарын өндеу әдістері.....	73
ҚОСЫМШАЛАР.....	75
Библиографиялық тізім.....	92

