



**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**

**Ғұмарбек Даукеев  
атындағы  
АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА  
ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Өнеркәсіптік  
жылу технология  
кафедрасы

## **ХИМИЯ**

6В07103 – Жылу энергетикасы оқу бағдарламалары тобы  
студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған  
әдістемелік нұсқаулықтар

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: А.А. Туманова. Химия. 6В07103 – Жылу энергетикасы оқу бағдарламалары тобы студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. - Алматы: АЭЖБУ, 2019. - 40 б.

Химиядан зертханалық жұмыстарын орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар 6В07103 – Жылу энергетикасы оқу бағдарламалары тобының 1 курс студенттеріне арналған және техникалық бағыттар бойынша «Химия» курсының оқыту стандартына сәйкес дайындалған.

Без.1, кесте 5, библиогр. - 7 атау.

Пікірші: техн. ғыл. канд., ӨҚЖҚОҚ кафедрасының доценті Ф.Р. Жандаулетова

«Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2019 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2019 ж.

## Кіріспе

Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар химия пәнін оқитын «Жылу энергетикасы» бакалавриатының студенттеріне ұсынылып отыр.

Мақсаты – тәжірибелерді орындаудың нәтижесінде студенттердің алған білімдерін ағымды және аралық бақылауларға, емтиханға дайындалу кезінде пайдалану.

Әдістемелік нұсқаулардың мазмұны химия курсының оқу бағдарламасына сәйкес келіп, бейорганикалық химияның, электрохимияның негізгі бөлімдерінен құрастырылған 10 зертханалық жұмыстан тұрады.

Зертханалық жұмыстар химия курсының негізгі құрама бөліктерінің бірі болып табылады. Жұмыстарды орындау үшін студент зертханалық жабдықтармен, өлшейтін аспаптармен және негізгі зертханалық операцияларды өткізудің техникасымен танысу қажет.

Химиялық зертханада электр аспаптары, газ, улы және өртке қауіпті заттар болатындықтан, студенттер техника қауіпсіздігі мен ішкі тәртіп ережелерін міндетті түрде орындау қажет.

Әрбір зертханалық жұмыстың алдында студент осы жұмысқа сәйкес тақырыпты кітаптардан, дәріс конспектілерінен оқып, зертханалық жұмыстың әдістемесімен танысу қажет.

Жасалған жұмыстың нәтижелерін қорытындылағанда журналға жұмыстың нөмірін, аталуын, жасалған күнін, тәжірибелік бөлімнің конспектісін, алынған нәтижелерін және бақылау сұрақтарына жауаптарды жазу қажет.

## 1 № 1 зертханалық жұмыс. Бейорганикалық қосылыстардың кластары

Жұмыстың мақсаты: бейорганикалық қосылыстардың кластарымен, оларды алу әдістері және химиялық қасиеттерімен танысу.

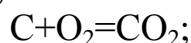
### 1.1 Теориялық кіріспе

Бейорганикалық химияда күрделі заттар төрт класқа бөлінеді. Олар оксидтер, негіздер, қышқылдар және тұздар.

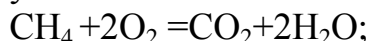
Оксидтер – тек екі химиялық элементтен тұратын, оның біреуі міндетті түрде оттегі, ал екіншісі – металл немесе бейметалл болып келетін күрделі қосылыстар. Оксидтер тұз түзетін және тұз түзбейтіндерге бөленеді. Тұз түзбейтін оксидтерге жатады:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $CO$ ,  $SiO$ . Қалған оксидтердің барлығы - тұз түзетіндер. Олар химиялық қасиеттері бойынша негіздік, амфотерлі және қышқылдық болып бөлінеді.

Оксидтерді алудың үш негізгі әдісі бар:

а) жай заттың оттегімен қосылуы:



б) күрделі заттардың жануы:



в) қыздырғанда оттекті қосылыстардың (карбонаттардың, нитраттардың, негіздердің және қышқылдардың) ыдырауы:



Тұз түзбейтін оксидтерден басқа бейметалдар оксидтерінің барлығында ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $CO_2$ ,  $P_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ) қышқылдық қасиеттер бар.

Тотығу дәрежесі +1, +2 металл оксидтерінің қасиеттері – негіздік. Мысалы,  $Na_2O$ ,  $FeO$ ,  $CaO$ ,  $NiO$ ,  $CuO$  (ерекшелік ретінде: амфотерлі оксидтер болғандықтан мұнда жатпайды  $BeO$ ,  $ZnO$ ,  $PbO$ ). Тотығу дәрежесі +3, +4 металдардың оксидтері амфотерлі болады, мысалы,  $Cr_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SnO_2$ ,  $PbO_2$  (ерекшелік ретінде:  $Fe_2O_3$ ,  $Ni_2O_3$ ,  $Co_2O_3$  негіздік оксидтерге жатады); тотығу дәрежесі +5 және одан да көп оксидтердің қасиеттері қышқылдық болады, мысалы  $MnO_3$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $CrO_3$ ,  $V_2O_5$  және т.б.

Амфотерлі оксидтер қышқылдармен, қышқылдық оксидтермен әрекеттескенде негіздік қасиеттер көрсетеді де, негіздік оксидтермен және негіздермен әрекеттескенде қышқылдық қасиеттерін көрсетеді.

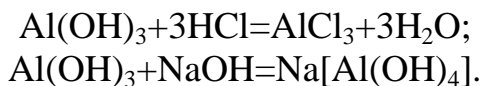
Оксидтердің сумен әрекеттесуінің өнімдері гидроксидтер деп аталады. Барлық тұз түзетін оксидтерге гидроксидтер сай келеді: негіздік оксидтерге – негіздер, амфотерлі оксидтерге - амфотерлі гидроксидтер, қышқылдық оксидтерге – қышқылдар.

Негіздер - металл катиондары мен гидроксотоп ( $OH^-$ ) аниондарынан тұратын күрделі заттар. Негіз құрамында бір  $OH^-$  тобы болса, ол

бірқышқылды негізге жатады, ал бірнеше  $\text{OH}^-$  тобы болса – онда көпқышқылды негізге жатады.

Суда еритін негіздер сілті деп аталады ( $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  және т.б.). Басқа негіздер суда ерімейді.

Амфотерлі гидроксидтер деп амфотерлі оксидтердің гидраттарын айтады. Олар қышқылдармен де, сондай-ақ негіздермен де әрекеттеседі. Амфотерлі гидроксидтер әдетте суда ерімейді:

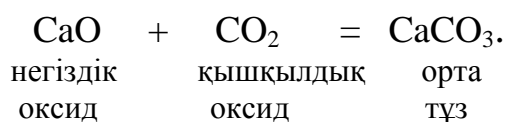


Қышқылдар – металл ионына ғана алмаса алатын сутек катионымен ( $\text{H}^+$ ) қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар. Қышқылдар құрамы бойынша оттекті ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  және т.б.) және оттексіз ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  және т.б.) болады. Қышқылдың негізділігі қышқылдағы сутек атомдары санымен анықталады:  $\text{HCl}$  - бірнегізді қышқыл,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - екінегізді қышқыл.

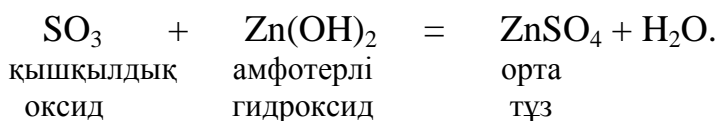
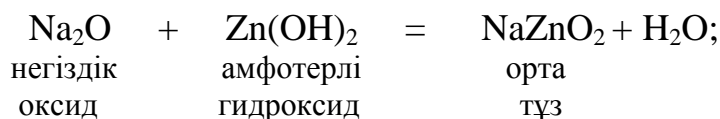
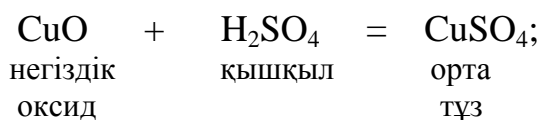
Тұздар – металл атомы мен қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар. Әрекеттесу кезінде негіздің қышқылдығы мен қышқылдың негізділігіне байланысты құрамында  $\text{H}^+$  және  $\text{OH}^-$  иондары жоқ орта тұздар;  $\text{OH}^-$  топтары бар негіздік (немесе гидроксотұздар);  $\text{H}^+$ - ионы бар қышқылдық (немесе гидротұздар) түзіледі. Гидротұз (немесе қышқылдық тұз) деп көп негізді қышқылдағы сутек атомдарының орнын металл атомдары ішінара басқан кезде түзілетін тұздарды айтады. Гидроксотұз (немесе негіздік тұз) деп көпқышқылды негіздің құрамындағы гидроксотоптардың орнын қышқыл қалдықтары жарым-жартылай басқан кезде түзілетін өнімді айтады.

Тұздарды алу жолдары:

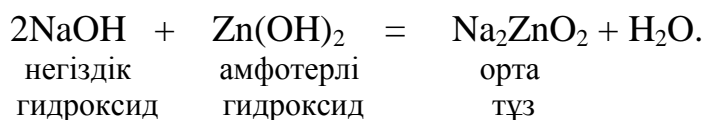
1) Негіздік және қышқылдық оксидтердің әрекеттесуі арқылы:



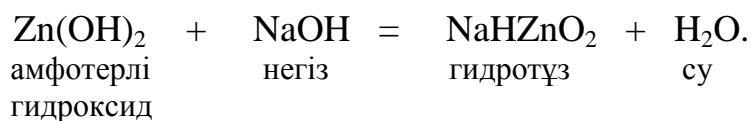
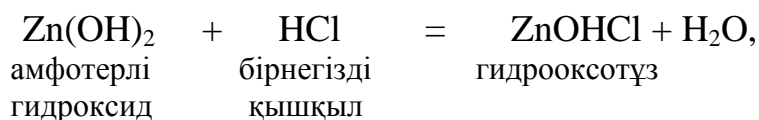
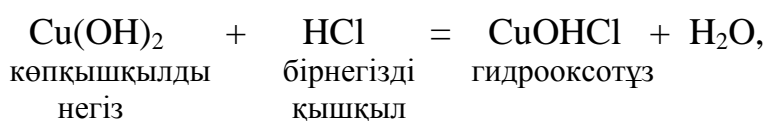
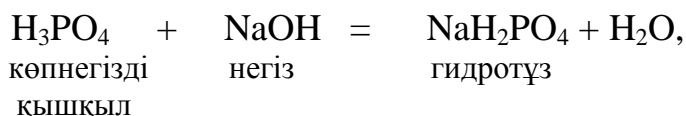
2) Оксидтердің қышқылдармен, негіздермен әрекеттесуі арқылы:



3) Гидроксидтердің әрекеттесуі арқылы:



4) Қышқылдық және негіздік тұздарды алу:



## 1.2 Тәжірибелік бөлім

### 1.2.1 Негіздік оксидтерді гидратациялау.

Пробиркаға 1/3 көлеміне дейін сөндірілмеген әк (CaO) салып, су қосыңыз. Кальций оксиді суды сіңіреді де реакция қатты қызумен жүреді. Реакция теңдеуін жазыңыз. Түзілген гидроксидті 1.2.7 тәжірибені өткізу үшін қалдырыңыз.

### 1.2.2 Негіздік оксидтің қышқылмен әрекеттесуі.

Пробиркадағы мыс оксидінің аз мөлшеріне (бір микрошпатель) сұйылтылған тұз немесе күкірт қышқылы ерітіндісін қосыңыз. Пробирканы спиртовкада қыздырыңыз. Ерітінді түсінің өзгеруі суда еритін мыс тұзының түзілуін көрсетеді. Реакция теңдеуін жазыңыз.

### 1.2.3 Қышқылдық оксидтің негізбен әрекеттесуі.

Құрғақ колбаны Кипп аппаратынан алынған көміртек (IV) оксидімен толтырыңыз. Газ әкететін түтікшенің ұшын суы бар ыдысқа салыңыз. Газ әкететін түтікшені қысқышпен жауып, колбаның тығынын ашыңыз да үгітілген сілтінің (NaOH немесе KOH) 2-3 г салыңыз. Колбаны тығынмен тығыз жауып, сілкіңіз. Қандай өзгеріс байқалады? Реакция теңдеуін жазыңыз. Көмір қышқыл газының сілтімен әрекеттесуін дәлелдеу үшін газ әкететін

түтікшенің ұшын суға салып, қысқышты ашыңыз. Су колбаға тез сорылады. Байқалатын құбылысқа түсініктеме беріңіз.

#### 1.2.4 Ерімейтін негіз алу.

Пробиркаға 3-4 тамшыдан мыс сульфаты ерітіндісі мен эквиваленттік концентрациясы 2 моль/л сілті ерітіндісін құйыңыз. Реакция теңдеуін жазыңыз. Алынған мыс гидроксиді тұнбасын 1.2.6 тәжірибені өткізу үшін қалдырыңыз.

#### 1.2.5 Амфотерлі гидроксид алу.

Екі пробиркаға 3-4 тамшы мырыш тұзы ерітіндісін, ал басқа екі пробиркаға - осындай мөлшерде кадмий тұзы ерітіндісін құйыңыз. Әр пробиркаға гидроксидтердің ақ түсті қоймалжыңданған тұнбалар түзілгенше концентрациясы 2 моль/л күйдіргі сілті ерітіндісін тамшылатып қосыңыз. Түзілген гидроксидтердің қышқылдар мен сілтілерге қатынасын байқаңыз. Барлық алты реакция теңдеулерін жазыңыз.

#### 1.2.6 Орташа тұз алу.

1.2.4 тәжірибеде алынған мыс гидроксиді тұнбасына эквиваленттік концентрациясы 2 моль/л күкірт қышқылы ерітіндісінің 5-6 тамшысын тамызыңыз. Реакция теңдеуін жазыңыз.

#### 1.2.7 Қышқылдық тұзды алу.

Пробирканың 1/3 көлемін 1.2.1 тәжірибеде алынған әкті сумен толтырып, оған көміртек диоксидін жіберіңіз. Кальций карбонаты тұнбасының пайда болуын байқаңыз. Көміртек диоксидін тұнба ерігенге дейін жіберіңіз. Реакция теңдеуін жазыңыз.

#### 1.2.8 Негіздік тұзды алу.

2-3 тамшы мыс (II) сульфаты ерітіндісі бар пробиркаға осындай мөлшерде сода ерітіндісін қосыңыз. Жасыл-көк түсті гидроксомыс карбонаты  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  тұнбасының түзілуін байқаңыз. Мыс тұздары сода ерітіндісімен әрекеттескенде мыс карбонатының тұнбасы неге түзілмейді? Судың қатысында мыс сульфатының содамен әрекеттесу реакциясының теңдеуін жазыңыз.

### 1.3 Бақылау сұрақтары

1.3.1 Түзілген негіздердің қайсысы күштірек болып келеді?

1.3.2 Күйдіргі натрий ерітіндісіне  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$  газдарын жібергенде қайсылары сіңіріледі? Сәйкес реакция теңдеулерін жазыңыз.

1.3.3 Көміртегі диоксидін хлор немесе кальций нитраты ерітіндісі арқылы жібергенде карбонат тұнбасы түзілмейді, ал көміртегі диоксиді әкті сумен әрекеттескенде тұнба түзіледі. Неліктен?

1.3.4 Кальций, бериллий, магний тұздары бар ерітіндіге күйдіргі натрий ерітіндісін қосты. Реакция теңдеулерін жазыңыз.

1.3.5 Алюминий гидроксидінің амфотерлі қасиеттерін іс жүзінде қалай

дәлелдеуге болады? Сәйкес реакция теңдеулерін жазыңыз.

## 2 № 2 зертханалық жұмыс. Эквивалент және эквиваленттің молярлы массасы

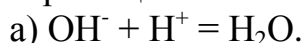
Жұмыстың мақсаты: зат эквиваленті түсінігімен және эквиваленттер заңымен байланысты есептеудің әдістемесімен танысу.

### 2.1 Теориялық кіріспе

Эквивалент (Э) – берілген тотығу-тотықсыздану реакцияларында бір электронға, ал алмасу реакцияларында – бір протонға (бір гидроксил-ионға) сәйкес келетін нақтылы немесе шартты бөлшек. Сондай-ақ, молекула, атом немесе ион сияқты эквивалент - өлшемсіз шама. Молекулалар, атомдар, иондар сияқты, эквивалент құрамын химиялық белгілер мен формулалар арқылы анықтайды.

Зат эквивалентінің құрамын анықтап, оның химиялық формуласын дұрыс жазу үшін берілген зат қатысатын нақты бір реакциядан шығу керек.

Эквивалент формуласын анықтаудың бірнеше мысалдарын қарастырайық:

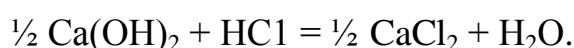


Сутектің бір ионы гидроксилдің бір ионымен әрекеттеседі. Сондықтан  $\text{Э}(\text{OH}^-) = \text{OH}^-$ ;



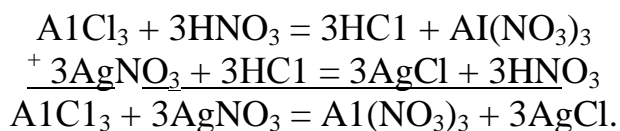
Бұл реакцияда сутектің бір ионы кальцийдің  $\frac{1}{2}$  ионына, бір  $\text{OH}^-$ -ионына және бір  $\text{Cl}^-$ -ионына эквивалентті. Сондықтан  $\text{Э}(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Э}(\text{Cl}^-) = \text{Cl}^-$ ;  $\text{Э}(\text{OH}^-) = \text{OH}^-$ .

Реакция теңдеуін молекулалық түрде жазайық:

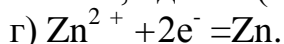


Сутектің бір атомына  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - нің  $\frac{1}{2}$  молекуласы эквивалентті, одан  $\text{Э}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \text{Ca}(\text{OH})_2$ ;

в)  $\text{AlCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{AgCl}$  реакциясында  $\text{AlCl}_3$  және  $\text{AgNO}_3$  эквиваленттерін жанама жолмен, қосалқы реакцияларды енгізіп, анықтауға болады:



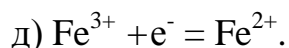
Сутектің бір атомына  $\text{AlCl}_3$   $\frac{1}{3}$  молекуласы және  $\text{AgNO}_3$  молекуласы эквивалентті, одан  $\text{Э}(\text{AlCl}_3) = \frac{1}{3} \text{AlCl}_3$ ;  $\text{Э}(\text{AgNO}_3) = \text{AgNO}_3$ ;



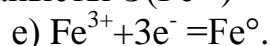
Бұл тотығу-тотықсыздану реакциясында мырыштың бір ионы екі



электронмен әрекеттеседі. Сондықтан  $Zn^{2+}$  эквиваленті  $\mathcal{E}(Zn^{2+}) = \frac{1}{2} Zn^{2+}$ ;



Бұл реакцияда  $Fe^{3+}$  бір ионы бір электронмен әрекеттеседі және осыған байланысты  $\mathcal{E}(Fe^{3+}) = Fe^{3+}$ ;



Бұл жағдайда бір  $Fe^{3+}$ - ионы үш электронмен әрекеттеседі және одан  $\mathcal{E}(Fe^{3+}) = \frac{1}{3} Fe^{3+}$ ;



Берілген тотығу-тотықсыздану реакциясында  $KMnO_4$  молекуласындағы марганец атомы бес электрон қабылдайды, марганец +7 тотығу дәрежесінен +2-ге айналады. Сондықтан  $\mathcal{E}(KMnO_4) = \frac{1}{5} KMnO_4$ .

$FeSO_4$  молекуласында темір атомы бір электрон береді, темірдің +2 тотығу дәрежесі +3-ке айналады. Сондықтан  $\mathcal{E}(FeSO_4) = FeSO_4$ .

Қышқылдық – негіздік, ионалмастырғыш немесе тотығу-тотықсыздану реакциясының сомарлы теңдеуін біле отырып, реакцияға қатысатын зат эквивалентінің химиялық формуласын анықтауға болады.

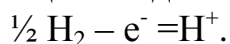
Зат мөлшерін мольмен өлшейді. Бір моль эквивалент көміртектен-12-нің 0,012 кг–да қанша атом болатын болса, сонша эквивалентке сай келеді. Эквивалент молінің массасы эквиваленттің молярлы массасы ( $M_3$ ) деп аталады.

Мысалы, алдында келтірілген реакциялардағы эквиваленттердің молярлы массалары:

$$M_{\mathcal{E}(OH^-)} = M_{OH^-} = 17 \text{ г/моль};$$

$$M_{\mathcal{E}(Ca^{2+})} = \frac{1}{2} M_{Ca^{2+}} = 20,04 \text{ г/моль және т.б.}$$

Газ эквиваленттері молінің көлемін қарастырайық. Қалыпты жағдайда кез келген газдың молі 22,4 л көлемді алады. Сәйкесінше, газ эквивалентінің көлемін есептеу үшін газдың бір молінде эквивалент молінің санын білу керек. Мысалы, сутектің тотығу реакциясында:



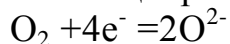
Газ тәрізді сутектің эквиваленті – оның молекуласының жартысы:

$$\mathcal{E}(H_2) = \frac{1}{2} H_2.$$

Сондықтан сутектің бір моль эквивалентінің қалыпты жағдайдағы көлемі:

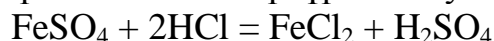
$$22,4 \text{ л} : 2 = 11,2 \text{ л}.$$

Тотықсыздану реакциясында оттектің бір моль эквивалентінің көлемі



реакциясы бойынша  $22,4 \text{ л} : 4 = 5,6 \text{ л}$ .

Зат эквивалентінің құрамы реакцияға тәуелді болғандықтан, бір заттың эквиваленттік молярлы массасы әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы



реакциясында  $FeSO_4$  эквивалентінің молярлы массасы 75,925 г/моль



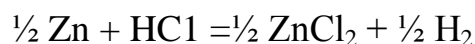
реакциясында 151,85 г /моль тең, өйткені бірінші жағдайда

$\mathcal{E}(\text{FeSO}_4) = \frac{1}{2} \text{FeSO}_4$ , ал екіншіде -  $\mathcal{E}(\text{FeSO}_4) = \text{FeSO}_4$ .

1 литрінде зат эквивалентінің бір молі бар ертінді эквивалентті немесе нормальді деп аталады.

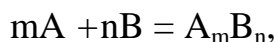
Ертіндінің эквиваленттік концентрациясы кмоль/м<sup>3</sup>- пен есептелінеді, ал тәжірибе жүзінде моль/л мен өлшенеді және «С<sub>3</sub>» немесе «N» деп белгілінеді.

Эквиваленттер заңы: заттар өзара эквиваленттік қатынастарда әрекеттеседі, яғни бір заттың моль эквиваленті басқа заттың моль эквивалентімен әрекеттеседі. Мысалы



реакциясында мырыштың бір моль эквиваленті ( $\frac{1}{2}$  моль Zn) қышқылдың бір моль эквивалентімен (1 моль HCl) әрекеттесіп, мырыш хлориді эквивалентінің бір молімен ( $\frac{1}{2}$  моль ZnCl<sub>2</sub>) газ тәрізді сутектің бір моль эквивалентін ( $\frac{1}{2}$  моль H<sub>2</sub>) түзеді.

Ертіндіде өтетін



реакциясы үшін эквиваленттер заңын келесі түрде өрнектеуге болады:

$$V_A \cdot N_A = V_B \cdot N_B,$$

мұнда  $V_A$  және  $V_B$  – әрекеттесетін ертінділердің көлемдері;

$N_A$  және  $N_B$  – олардың эквиваленттік концентрациялары.

## 2.2 Тәжірибелік бөлім

2.2.1 Сутекті ығыстыру әдісімен метал эквивалентінің молярлы массасын анықтау (Mg, Al немесе Zn).

Бұл әдіс металл қышқылға әсер еткенде бөлінетін сутектің көлемін өлшеуге негізделген.

Бұл тәжірибеде қолданылатын аспап штативте бекітілген және резеңке түтікшемен жалғанған екі бюреткадан тұрады. Осындай өзара байланысқан ыдысқа бюреткалардың жартысына дейін су құяды. Бюреткалардың біреуін жоғары жағында әкететін түтікшесі бар тығынмен жабады. Әкететін түтікшеге қышқыл мен металдың арасында реакция жүретін пробирка қосылған, ал екінші бюретка реакцияда бөлінетін сутекпен ығыстырылатын судың қабылдағышы ретінде қолданылады.

Сутектің бөлінген көлемін жабық бюреткада қысымы атмосфералыққа тең судың тәжірибеге дейінгі және тәжірибеден кейінгі деңгейінің айырымы бойынша анықтайды. Жабық бюреткадағы газдың қысымы атмосфералыққа тең болады, егер су бюреткалардың екеуінде де бір деңгейде болса.

Бөлмелік температурада су бетіндегі будың айқын қысымы болады. Бұл жағдайды судың үстінде жиналған газ көлемін есептеуде ескеру қажет.

Сондықтан сутектің парциалды қысымын анықтау үшін сутек орналасқан жалпы (атмосфералық) қысымнан қаныққан су буының қысымын алып тастау керек:

$$P_{H_2} = P_{атм} - h.$$

Бөлінген сутекті қалыпты жағдайға келтіру үшін, газ қалпының теңдеуін қолданады:

$$\frac{V_0 \cdot P_0}{T_0} = \frac{V \cdot P}{T},$$

мұнда  $V_0$  – қ.ж. сутектің көлемі, мл;

$P_0$  – қ.ж. сутектің парциалды қысымы, 101,3 кПа;

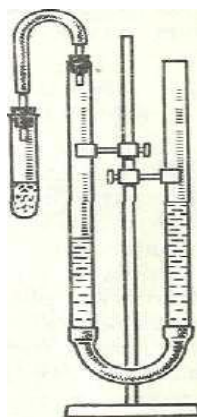
$T_0$  – температура, 273 К;

$V$  – берілген жағдайдағы сутектің көлемі, мл;

$P$  – тәжірибенің шарттары бойынша сутектің парциалды қысымы;

$P = P_{атм} - h$ , кПа ;

$T$  – тәжірибе температурасы, К.



## 2.1 сурет – Эквиваленттің молярлы массасын анықтауға арналған аспап

Қ.ж. сутек көлемін анықтап, металдың бір моль эквивалентінің массасын алып тастайды: металдың  $m$ , г - сутектің  $V_0$  мл ығыстырады  
 $x$  г - сутектің 11200 мл ығыстырады

Лаборанттан металл өлшендісін алыңыз. Пробиркаға тұз қышқылын құйыңыз (төрттің бір бөлігіне). Пробирканы еңкейтулі қалыпта ұстап тұрып, жоғары жағындағы қабырғасына металл өлшендісін орналастырыңыз (қышқылға батырмай) және бюретканы әкететін түтікшесі бар тығынмен жабыңыз.

Аспаптың саңылаусыздығын тексеріңіз. Ол үшін пробиркасы бар бюреткаға тиіспей, штативпен бірге басқа бюретканы ондағы су деңгейі бірінші бюреткамен салыстырғанда 5 – 10 см жоғары болатындай етіп орнатыңыз. Егер деңгейлердің айырмашылығы өзгермесе, аспап жөнді жұмыс істейді (ұстайды), ал егер бюреткалардағы деңгейлер теңессе, аспап саңылаулы, ауа жіберіп тұр. Мұндай жағдайды лаборантқа айту қажет.

Бюреткалардағы судың деңгейін бір қалыпқа келтіріңіз де ашық бюреткадағы судың деңгейін (мл) белгілеңіз. Санауды судың төменгі менискі

бойынша 0,1 мл-ге дейінгі дәлділігімен жүргізіңіз.

Ескерту - Бюреткалардағы судың бірдей деңгейлерінде олар пробиркасыз бюретка пробиркасы бар бюреткадан жоғарырақ болатындай етіп бекітілуі қажет.

Металды қышқылға сілкіңіз (қышқылмен шайыңыз). Сутектің бөлінуін және бюреткадағы судың ығысуын байқаңыз.

Реакция аяқталғаннан кейін аспапты ауада суытуға қойыңыз, одан кейін бюреткалардағы судың деңгейін бірдей етіңіз. Ашық бюреткадағы судың жаңа деңгейін жазыңыз. Реакцияға дейінгі және реакциядан кейінгі су деңгейлерінің айырымы бойынша бөлінген сутектің көлемін есептеңіз.

Тәжірибенің нәтижелерінен металл эквивалентінің молярлы массасын анықтаңыз. Оны металдың (Mg, Al, Zn) эквивалентінің молярлы массасының теориялық мәнімен салыстырып, реакцияға қандай металл қатысқанын анықтаңыз.

Журналға жазыңыз:

- металдың өлшендісі, г;
- бюреткадағы реакцияға дейінгі және реакциядан кейінгі су деңгейі, мл;
- температура, К;
- атмосфералық қысым, кПа;
- су буының қысымы, кПа;
- сутек қысымы, кПа.

Алынған мәліметтер бойынша:

- 1) Бөлінген сутек көлемін.
- 2) Қалыпты жағдайдағы сутек көлемін.
- 3) Mg, Al, Zn эквивалентінің теориялық молярлы массасын.
- 4) Металл эквивалентінің тәжірибелік молярлы массасын.
- 5) Тәжірибенің абсолюттік және салыстырмалы қателігін есептеңіз.

Металдың тұз қышқылымен әрекеттесуінің реакция теңдеуін жазыңыз, аспапты сызып алыңыз және қорытынды жасаңыз.

## **2.3 Бақылау сұрақтары мен есептер**

2.3.1 Зат эквиваленті деген не?

2.3.2 Қышқылдық-негіздік реакцияларда қышқылдар, негіздер, тұздар эквиваленті қалай анықталады?

2.3.3 Тотығу–тотықсыздану реакцияларда зат эквиваленті қалай анықталады?

2.3.4 Эквивалент молі және эквиваленттің молярлы массасы деген не?

2.3.5 Алмасу реакцияларында келесі заттардың эквиваленттерінің молярлы массаларын есептеңіз: NaOH, H<sub>2</sub>S, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>OH. Реакция теңдеулерін құрастырыңыз.

2.3.6 1 г тұз қышқылы бар ерітіндіге 1 г натрий гидроксиді бар ерітіндіні қосты. Түзілген ерітіндінің ортасы бейтарап па, қышқылдық па, әлде сілтілік пе? Жауабыңызды есептеу арқылы дәлелдеңіз.

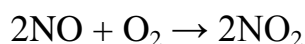
### 3 № 3 зертханалық жұмыс. Химиялық реакциялардың кинетикасы

Жұмыстың мақсаты: химиялық реакцияның жылдамдығын, оның әртүрлі факторларға: заттар табиғатына, концентрацияларына, температураға тәуелділігін зерттеу.

#### 3.1 Теориялық кіріспе

Химиялық реакциялар жылдамдығы деп бірлік уақытта әрекеттесуші зат концентрациясының өзгеруін айтады. Реакция жылдамдығы әрекеттесуші заттардың табиғатымен анықталады және процесс жүруінің шарттарына тәуелді болады (әрекеттесуші заттар концентрациясына, температураға, катализатордың қатысуына және т.б.).

Реакция жылдамдығының концентрацияға тәуелділігі Гульдберг-Ваагенің әрекеттесуші массалар заңымен анықталады: тұрақты температурадағы химиялық реакцияның жылдамдығы реакция теңдеуіндегі стехиометриялық коэффициенттерге тең болатын көрсеткіш дәрежесіндегі әрекеттесуші заттар концентрацияларының көбейтіндісіне тура пропорционал. Мысалы



реакциясы үшін әрекеттесуші массалар заңы былай жазылады:

$$g = k \cdot C_{\text{NO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2},$$

мұндағы  $v$  – химиялық реакцияның жылдамдығы;

$k$  – жылдамдық тұрақтысы;

$C_{\text{NO}}$  мен  $C_{\text{O}_2}$  - әрекеттесуші заттар концентрациялары.

Гетерогенді жүйедегі реакция (мысалы,  $\text{C}_{(\text{к})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{г})}$ ) фазалар арасындағы бөлу бетінде жүзеге асырылады. Сондықтан, тұрақты температурадағы гетерогенді реакциялардың жылдамдығы заттардың концентрациясына ғана емес, бөлу бетінің ауданына да тәуелді.

Бұл реакция үшін әрекеттесуші массалар заңы былай өрнектеледі:

$$g = k \cdot C_{\text{O}_2} \cdot S,$$

мұндағы  $k$  – жылдамдық тұрақтысы;

$C_{\text{O}_2}$  - оттегі концентрациясы;

$S$  - фазалар арасындағы бет ауданы.

Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі Вант – Гофф ережесімен сипатталады:

$$g_{T_2} = g_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}},$$

мұндағы  $g_{T_2}$  мен  $g_{T_1}$  -  $T_2$  және  $T_1$  температураларындағы реакция жылдамдықтары;

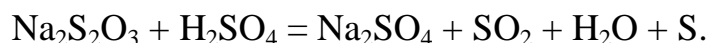
$\gamma$  – температура  $10^{\circ}\text{C}$ -ға жоғарлағанда реакция жылдамдығының қаншалықты артатынын көрсететін температуралық коэффициент.

Химиялық реакцияны жылдамдату әдістерінің бірі – реакция жылдамдығын арттыратын, бірақ өзі реакцияға түспейтін (шығындалмайтын) заттардың (катализаторлардың) көмегімен жүретін катализ процесі. Катализатор әсерінің механизмі: реакцияның белсендету (активтендіру) энергиясының мөлшерін азайтуда (яғни активті молекулалардың орташа энергиясы мен бастапқы заттар молекулаларының орташа энергиясының арасындағы айырымның азаюына) негізделген. Бұл жағдайда химиялық реакция жылдамдығы артады.

## 3.2 Тәжірибелік бөлім

3.2.1 Химиялық реакциялар жылдамдығының заттар концентрациясына тәуелділігі.

Реакция жылдамдығының заттар концентрациясына тәуелділігін натрий тиосульфатының күкірт қышқылымен әрекеттесу мысалында қарастырады:



Реакция өтуінің белгісі - күкірттің бөлінуі нәтижесінде ерітіндінің лайлануы болып табылады.

Үш бюретканы толтырыңыз: біріншісін – эквиваленттік концентрациясы 1 моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісімен, екіншісін – эквиваленттік концентрациясы 0,05 моль/л  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ерітіндісімен, үшіншісін - сумен. Бюреткаларды жұмыстық жағдайға келтіріңіз.

Үш пробиркаға бюреткадан 5 мл-ден  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін құйыңыз.

Үш конустық колбаға бюреткадан: біріншісіне – 5 мл  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ерітіндісі мен 10 мл су; екіншісіне – 10 мл  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ерітіндісі мен 5 мл су; үшіншісіне – 15 мл  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ерітіндісін құйыңыз.

Уақытты белгілеп, бірінші колбаға пробиркадан 5 мл күкірт қышқылының ерітіндісін қосып, тез араластырыңыз. Ерітіндінің лайлану уақытын белгілеңіз.

Қалған екі колбаға да осылай жасаңыз. Тәжірибенің нәтижелерін кестеге енгізіңіз.

Милиметрлік қағазға  $v_{теор} = f(C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3})$  координаталарында тәуелділік қисығын тұрғызыңыз. Графикте салыстырмалы бірліктерде  $v_{прак}$  мәнін белгілеңіз.

Реакция теңдеуін жазып, берілген жағдайда реакция жылдамдығының  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  концентрациясына тәуелділігі туралы қорытынды жасаңыз.

3.1 кесте

| Кол-ба № | Көлем, мл                      |   |                  | Жалпы көлем, мл | Салыстырмалы концентрация | Тәжірибе температурасы, °С | Лайлану уақыты | Реакцияның салыстырмалы жылдамдығы |                   |
|----------|--------------------------------|---|------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|
|          | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | H <sub>2</sub> O |                 |                           |                            |                | υ <sub>теор</sub>                  | υ <sub>прак</sub> |
| 1        | 5                              | 5   | 10               | 20              | 1                         |                            |                | 1                                  | 1                 |
| 2        | 5                              | 10  | 5                | 20              | 2                         |                            |                | 2                                  |                   |
| 3        | 5                              | 15  | -                | 20              | 3                         |                            |                | 3                                  |                   |

## 3.2.2 Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі.

Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігін



реакциясының мысалында анықтайды.

Вант – Гофф ережесі бойынша ( $\gamma = 1,8$ ):

$$g_{T_2} = g_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

температура 10 °С-ге артқанда реакция жылдамдығы 1,8 есе артады, 20 °С<sub>де</sub> - 3,24 есе, 30 °С<sub>де</sub> - 5,832 есе және т.б.

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ерітінділерімен және сумен толтырылған бюреткаларды жұмыстық жағдайға келтіріңіз. Екі пробиркаға 5 мл-ден H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісін құйыңыз.

Екі конустық колбаға бюреткалардан 5 мл Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> және 10 мл су құйыңыз.

Бір колба мен пробирканы температурасы бөлмеліктен 10 °С-ге жоғары суы бар стаканға қойыңыз. Қажетті температураға дейін қыздырылғаннан кейін (5 – 7 мин кейін) ерітінділерді араластырып, лайлану уақытын анықтаңыз (2-ші тәжірибедегідей).

Екінші колба мен пробирканы температурасы бөлмеліктен 20 °С-ге жоғары суы бар стаканға салыңыз, 5 – 7 минуттан кейін ерітінділерді араластырып, лайлану уақытын анықтаңыз.

Тәжірибе қорытындысын кестеге енгізіңіз.

3.2 кесте

| Кол-ба № | Көлем, мл                      |   |                  | Жалпы көлем, мл | Тәжірибе температурасы, °С | Лайлану уақыты | Реакция-ның салыстырмалы жылдамдығы |                   |
|----------|--------------------------------|---|------------------|-----------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------|
|          | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | H <sub>2</sub> O |                 |                            |                | υ <sub>теор</sub>                   | υ <sub>прак</sub> |
| 1        | 5                              | 5   | 10               | 20              |                            |                | 1                                   | 1                 |
| 2        | 5                              | 5   | 10               | 20              |                            |                | 1.8                                 |                   |
| 3        | 5                              | 5   | 10               | 20              |                            |                | 3.24                                |                   |

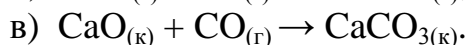
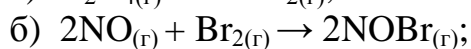
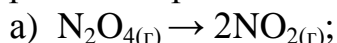
Милиметрлік қағазға  $v_{теор} = f(T)$  тәуелділігін тұрғызыңыз. Осы графикте алдында есептелген  $v_{прак}$  мәндерін белгілеңіз. Тәжірибенің нәтижелерін қолдана отырып,  $\gamma_{прак}$  температуралық коэффициент мәнін есептеңіз.

Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі туралы қорытынды жасаңыз.

### 3.3 Бақылау сұрақтары мен есептер

3.3.1 Химиялық реакция жылдамдығы деген не? Ол қандай факторларға тәуелді?

3.3.2 Әрекеттесуші массалар заңы. Осы заң бойынша төменгі реакциялардың математикалық өрнегін жазыңыз:



3.3.3 Температура өзгергенде химиялық реакция жылдамдығы қалай өзгереді? Неліктен?

3.3.4. Активтендіру энергиясы деген не?

3.3.5. Гетерогенді жүйелерде химиялық реакция жылдамдығы қандай факторларға тәуелді?

3.3.6. Катализатор деген не? Химиялық реакция жылдамдығына катализатор қандай әсер етеді? Неліктен?

3.3.7 Реакция реті деген не? Бірінші ретті реакцияның кинетикалық теңдеуін жазыңыз.

3.3.8 Бірінші ретті реакция үшін  $\lg C = f(\tau)$  графикалық тәуелділігін тұрғызыңыз.

### 4 №4 Зертханалық жұмыс. Химиялық тепе–теңдік

Жұмыстың мақсаты: химиялық тепе – теңдікке әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу.

#### 4.1 Теориялық кіріспе

«Химиялық тепе–теңдік» түсінігі тек қайтымды реакцияларда ғана қолданылады. Химиялық тепе – теңдік деп тура реакцияның жылдамдығы ( $\vec{g}$ ) кері реакция жылдамдығына ( $\overleftarrow{g}$ ) тең болғанда әрекеттесуші жүйенің күйін айтады.  $\vec{g} = \overleftarrow{g}$  теңдігі химиялық тепе-теңдіктің кинетикалық шарты болып табылады.

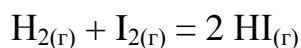
Химиялық тепе-теңдік жүйенің Гиббс энергиясы шамасының ( $G_T$ ) тұрақтылығымен сипатталады.  $\Delta G_T = 0$  теңдігі химиялық тепе-теңдіктің термодинамикалық шарты болып табылады.

Берілген жағдайда химиялық тепе-теңдік әрекеттесуге қатысатын



барлық заттардың тепе-теңдік концентрацияларының тұрақты қатынасымен сипатталады.

Стехиометриялық коэффициенттерге тең болатын көрсеткіш дәрежесіндегі реакция өнімдерінің тепе-теңдік концентрацияларының көбейтіндісінің бастапқы заттардың тепе-теңдік концентрацияларының көбейтіндісіне қатынасының шамасы тепе-теңдік тұрақтысы деп аталады.



қайтымды реакциясы үшін тепе-теңдік тұрақтысы былай өрнектеледі:

$$K_C = \frac{\tilde{N}_{\text{HI}}^2}{C_{\text{H}_2} \cdot C_{\text{I}_2}}.$$

Тепе-теңдік тұрақтысы реагенттердің табиғатына, температураға тәуелді, ал жүйедегі заттардың бастапқы концентрациясына тәуелді емес. Тепе-теңдік тұрақтысының берілген реакцияның стандартты Гиббс энергиясымен ( $G_T^0$ ) байланысы келесі қатынаспен сипатталады:

$$\Delta G_T^0 = -R \cdot T \cdot \ln K_C,$$

мұндағы  $R$  – универсал газ тұрақтысы [8,31 Дж/моль·К];

$T$  – абсолюттік температура, К;

$K_C$  – тепе-теңдік тұрақтысы.

Тепе-теңдік орнаған кездегі параметрлер тұрақты болғанға дейін химиялық тепе-теңдік өзгермейді. Шарттары өзгергенде тепе-теңдік бұзылады. Біраз уақыттан кейін жүйеде барлық заттардың жаңа тепе-теңдік концентрацияларымен және жылдамдықтардың жаңа тепе-теңдігімен сипатталатын тепе-теңдік қайта орнайды.

Шарттардың өзгеруі тура және кері реакциялардың жылдамдықтарына әртүрлі әсер ететіндіктен, тепе-теңдік тура немесе кері жаққа ығысады. Тепе-теңдіктің бұзылуы оны реакция жылдамдығы азырақ жаққа ығыстырады. Мысалы, сыртқы жағдайларды өзгерткенде тура реакцияның жылдамдығы керінікінен жоғары болса, онда тепе-теңдік оңға қарай ығысады.

Жалпы жағдайда тепе-теңдіктің ығысу бағыты Ле-Шателье қағидасымен анықталады: егер тепе-теңдік жағдайына келіп тұрған жүйеге сырттан әсер етілсе, онда тепе-теңдік сыртқы әсерді төмендететін бағытқа қарай ығысады.

## 4.2 Тәжірибелік бөлім

4.2.1 Заттар концентрациясының химиялық тепе-теңдікке әсері (жартылай микроәдіс).

Бұл тәжірибеде аммоний роданидының темір үшхлоридімен әрекеттесуінің қайтымды реакциясы зерттеледі. Түзілетін темір үшроданиды  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  ерітіндіні қызыл түске бояйды. Боялу қарқындылығының өзгеруі

бойынша  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  концентрациясының өзгеруі туралы айтуға болады, яғни тепе-теңдіктің тура немесе кері бағытқа ығысуы.

Төрт пробиркаға темір үшхлориді ( $\text{FeCl}_3$ ) мен аммоний роданидының сұйылтылған ерітінділерінің 5–10 тамшысын тамызыңыз. Пробиркалардағы ерітінділерді ақырын араластырыңыз. Барлық пробиркаларды штативке орнатыңыз.

Пробиркалардың біреуіне шпательмен темір (III) хлоридінің бірнеше кристалын, екіншісіне - аммоний роданидын, үшіншісіне – аммоний хлоридін қосып, төртінші пробирканы салыстыру үшін қалдырыңыз.

Ерітіндіні тез шайқау арқылы немесе шыны таяқшамен араластырыңыз.

Есепті дайындау барысында: әрбір жағдайда боялу қарқындылығының өзгерісін көрсетіңіз;  $\text{FeCl}_3$  және  $\text{NH}_4\text{SCN}$  арасындағы реакция теңдеуін және берілген реакцияның тепе-теңдік тұрақтысының кейіптемесін жазыңыз:

а) темір (III) хлоридін;

б) аммоний роданидын;

в) аммоний хлоридін қосқан кезде тепе-теңдік бағыты қай жаққа ығысады және әрбір компоненттің концентрациясы қалай өзгереді?

### 4.3 Бақылау сұрақтары мен есептер

4.3.1 Қайтымды реакцияның қандай күйін химиялық тепе-теңдік деп атайды?

4.3.2 Келесі қайтымды процестердің әрқайсысы үшін тепе-теңдік тұрақтысының теңдеуін жазыңыз:

а)  $2 \text{NO}_{2(\text{r})} = 2 \text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$  ;

б)  $3 \text{H}_{2(\text{r})} + \text{N}_{2(\text{r})} = 2 \text{NH}_{3(\text{r})}$ ;

в)  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{CuO}_{(\text{k})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{Cu}_{(\text{k})}$ .

Қысымды жоғарлатқанда берілген жағдайдағы әр қайсысының тепе-теңдігі қай бағытқа ығысады?

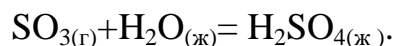
4.3.3 Келесі қайтымды реакцияларда температураны жоғарлатқанда, тепе-теңдік қай бағытқа ығысады? Кестелік мәндер бойынша реакциялардың жылу эффектісін есептеңіз:

а)  $\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{(\text{r})} = 2 \text{SO}_{3(\text{r})}$ ;

б)  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{Br}_{2(\text{r})} = 2 \text{HBr}_{(\text{r})}$ ;

в)  $\text{N}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2 \text{NO}_{(\text{r})}$ .

4.3.4 Кестедегі мәндерді пайдалана отырып, реакцияның тепе-теңдік тұрақтысын есептеңіз:



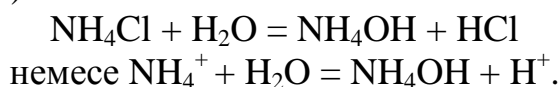
## 5 № 5 зертханалық жұмыс. Тұздар гидролизі

Жұмыстың мақсаты: гидролиз реакциясымен байланысты тұздардың сулы ерітінділерінің кейбір қасиеттерін зерттеу.

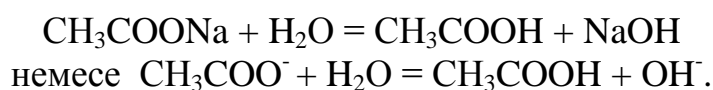
## 5.1 Теориялық кіріспе

Гидролиз деп судың қатысуымен жүретін химиялық алмасу реакцияларды айтады. Сумен алмасу реакциясына тұз қатысса, мұндай әрекеттесу *тұздың гидролизі* деп аталады.

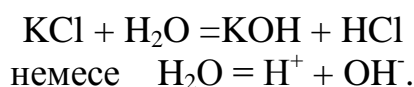
Тұз гидролизінің белгісі - сулы ерітінді ортасының бейтарап реакциясының өзгеруі болып табылады. Мысалы,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (аммоний хлоридін) суда еріткенде,  $\text{H}^+$ -иондарының артық мөлшері түзіліп, ерітінді қышқылданады ( $\text{pH} < 7$ ):



Егер  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (натрий ацетатын) суда ерітсе, ерітінді сілтіленеді ( $\text{pH} > 7$ ):



Тұздардың сулы ерітінділерінің ортасы қышқылдық немесе сілтілік болуы мүмкін, өйткені олар сумен әрекеттесуге түседі. Бірақ та барлық тұздар гидролиз реакциясына түспейді. Егер суда  $\text{KCl}$  (калий хлоридін) ерітсе, таза суға тән бейтарап орта ( $\text{pH} = 7$ ) өзгермейді, яғни ерітіндіде  $C_{\text{H}^+} = C_{\text{OH}^-}$  теңдігі сақталады:



Күшті негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұздар ( $\text{KCl}$ ,  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  және т.б.) гидролизге ұшырамайды.

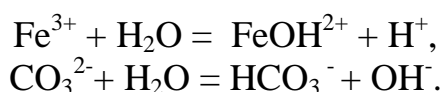
Сумен әрекеттеседі:

а) әлсіз негіз және күшті қышқылдан түзілген тұздар ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  және т.б.);

б) әлсіз қышқыл және күшті негізден түзілген тұздар ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  және т.б.);

в) әлсіз негіз және әлсіз қышқылдан түзілген тұздар ( $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  және т.б.).

Қарастырылған мысалдардан сумен әлсіз негіздердің катиондары және әлсіз қышқылдардың аниондары реакцияласатыны көрініп тұр. Егер бұл иондар көп зарядты болса ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  және т.б.), олардың сумен әрекеттесуі негіздік немесе қышқылдық ион түзілгенше жүреді (гидролиздің бірінші сатысы), мысалы:



Берілген жағдайда тұздар гидролизі процесі өтуінің тереңдігін

гидролизденген иондар концентрациясының (C) олардың ерітіндідегі бастапқы концентрациясының (C<sub>0</sub>) қатынасы болатын гидролиз дәрежесі β бойынша көрсетуге болады:

$$\beta = \frac{C}{C_0}.$$

Тұз гидролизі реакциясы қайтымды. Тура бағытта (→) ол әлсіз негіз молекулаларының (негіз иондары) немесе әлсіз қышқыл молекулаларының (қышқыл иондары) түзілу жағына, ал кері (←) – су молекулаларының түзілу жағына жүреді. Н<sub>2</sub>О молекулаларының Н<sup>+</sup> және ОН<sup>-</sup>-иондарынан түзілу реакциясы бейтараптану реакциясы деп аталады. Бұдан тұздың гидролиздену реакциясы бейтараптау реакциясына кері болады.

Тұз гидролизінің реакциясына химиялық тепе-теңдік тұралы ілімінің барлық заңдары мен қағидаларын қолдануға болады.

Гидролиз реакциясының тепе-теңдік тұрақтысы тұз гидролизінің тұрақтысы (K<sub>r</sub>) деп аталады. Гидролиздену тұрақтысы жүйенің барлық компоненттерінің концентрацияларының арасындағы қатынасты сипаттайды. Берілген концентрациядағы (C<sub>0</sub>) ерітіндіде тұз гидролизінің тұрақтысы (K<sub>r</sub>) мен гидролиз дәрежесінің (β) арасындағы байланыс Оствальд заңымен сипатталады:

$$K_r = \frac{\beta^2 \cdot C_0}{1 - \beta}.$$

Гидролиз реакциясы мен бейтараптау реакциясы жылдамдығының теңдігіне сәйкес келетін гидролиз процесінің тепе-теңдігі Ле-Шателье қағидасына сәйкес оңға немесе солға жылжуы мүмкін. Мысалы, температураны жоғарлатқанда тура реакция - эндотермиялық (ΔH<0), ал кері реакция (бейтараптау) – экзотермиялық (ΔH>0) болғандықтан, гидролиз тепе-теңдігі оңға ығысады. Тұрақты температурада ерітіндінің концентрациясын төмендете отырып (яғни ерітіндіні сұйылтып) гидролиз тепе-теңдігін оңға ығыстыруға болады. Бұл Оствальд заңына сәйкес келеді: K<sub>r</sub> тұрақты болғанда ерітіндінің концентрациясы (C<sub>0</sub>) неғұрлым төмен болса, гидролиздену дәрежесі (β) соғұрлым жоғары болады.

Тәжірибелерді жүргізбес алдында есептеудің әдістемесімен танысу қажет:

- а) тұз гидролизінің тұрақтылары;
- б) гидролиз дәрежелері;
- в) гидролизденетін тұз ерітіндісінің рН мәні;
- г) белгілі рН мәні бойынша гидролизденетін тұз ерітіндісінің концентрациясы.

## 5.2 Тәжірибелік бөлім

### 5.2.1 Күшті негіз бен әлсіз қышқылдан түзілген тұздың гидролизі.

Натрий карбонаты, гидрокарбонаты, ацетаты немесе нитритінің белгілі молярлық концентрациядағы ерітіндісінің 100 мл дайындаңыз (тапсырманы

оқытушыдан алыңыз). Қажетті өлшендіні есептеп, 0,01 г-ға дейінгі дәлдікпен зертханалық таразыда тұзды өлшеп, өлшеуіш колбада тұз ерітіндісін дайындаңыз.

pH – метр арқылы дайындалған ерітіндінің pH-ын өлшеңіз.

Тұз гидролизі реакциясының теңдеуін құрастырып (I-ші сатысы), дайындалған ерітіндінің pH-н есептеңіз.

Өлшенген pH-ң мәнін есептелген мәнмен салыстырыңыз.

### 5.2.2 Әлсіз негіз бен күшті қышқылдан түзілген тұздың гидролизі.

Лаборанттан  $\text{FeCl}_3$  (III) темір хлоридінің өлшендісін алып, өлшеуіш колбада тұз ерітіндісін дайындаңыз.

Дайындалған ерітіндінің молярлы концентрациясын ( $C_{o \text{ теор}}$ ) есептеңіз.

pH- метрде ерітіндінің pH-н өлшеңіз.

Гидролиз реакциясының теңдеуін жазыңыз (I-ші сатысы). Ортаның сутектік көрсеткіш мәнін (pH) қолдана отырып тұздың ерітіндідегі молярлы концентрациясын есептеңіз ( $C_{o \text{ өлш}}$ ).

Өлшенген және есептелген нәтижелерді кестеге еңгізіңіз.

#### 5.1 кесте

| Өлшенді, г | Ерітінді көлемі, мл | $C_{o(\text{теор})}$ , моль/л | pH | $C_{o(\text{өлш})}$ , моль/л |
|------------|---------------------|-------------------------------|----|------------------------------|
|            |                     |                               |    |                              |

### 5.2.3 Ерітіндіні сұйылтқан кезде тұз гидролизі реакциясының тепе-теңдігінің ығысуы

Концентрлі қорғасын нитраты ерітіндісі мөлдір екенін дәлелдеңіз.

Конустық колбаға 50 мл құбырдың суын құйып, 1-2 тамшы  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  концентрлі ерітіндісін қосыңыз. Тұнбаның түзілуін байқаңыз.

Тәжірибе нәтижелерін қорытындылағанда:

1) Гидролизденетін ионды атап, гидролиз реакциясының теңдеуін құрастырыңыз.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  концентрлі ерітіндісі неліктен мөлдір екенін түсіндіріңіз.

2) Колбадағы ерітіндіні сұйылтқан кезде тұнба неліктен пайда болды? Тұнба түзілу реакциясының теңдеуін құрастырыңыз. Бұл реакцияның қарастырылып отырған тұздың гидролиздену процесіне қатысы бар ма?

3) Гидролитикалық тепе-теңдікке гидролизденетін тұздар ерітінділерінің сұйытылуының әсері туралы қорытынды жасаңыз.

### 5.2.4 Температура өзгергенде гидролиз реакциясы тепе-теңдігінің ығысуы.

Пробиркаға 5-6 мл  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  (натрий ацетаты) ерітіндісі мен 1-2 тамшы фенолфталеин индикаторын қосыңыз. Пробирканың ішіндегісін 2-ге бөліп, бір бөлігін салыстыру үшін қалдырыңыз, ал екіншісін қайнағанша

қыздырыңыз.

Екі пробиркалардағы индикатор түстерін салыстырыңыз. Пробирканы салқындатып, қайтадан осы екі пробиркалардағы индикатор түстерін салыстырыңыз. Байқауларыңызды бейнелеп түсіндіріңіз.

Гидролизденетін ионды атап, тұз гидролизі реакциясының теңдеуін құрастырыңыз. Гидролитикалық тепе-теңдікке температураның әсері мен ерітінді ортасы туралы қорытынды шығарыңыз.

### 5.3 Бақылау сұрақтары мен есептер

5.3.1  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $CuCl_2$  және  $AlCl_3$  тұз ерітінділерінің қайсыларында ерітіндінің  $H^+$ -ионының концентрациясы  $OH^-$ -ионының концентрациясына тең болады? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

5.3.2 Фенолфталеинді қолдана отырып,  $Na_2Si_2O_3$  сулы ерітіндісін  $Na_2SO_4$  сулы ерітіндісінен қалай айырып тануға болады?

5.3.3 рН-метр арқылы  $KCl$  сулы ерітіндісін  $NH_4Cl$  сулы ерітіндісінен айырып тануға бола ма? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

5.3.4  $NaCl$  мен  $KCl$  сулы ерітінділері орталарының сутектік көрсеткіш мәні бірдей болады деген пікір дұрыс па? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

5.3.5 Анықтама мәліметтерін қолдана отырып,  $CH_3COONa$  тұзының гидролиздену тұрақтысын есептеңіз. Жауабы:  $0,57 \cdot 10^{-9}$ .

5.3.6 Анықтама мәліметтерін қолдана отырып,  $CH_3COONa$  тұзының  $0,01$  молярлы ерітіндісіндегі гидролиздену дәрежесін есептеңіз. Жауабы:  $2,39 \cdot 10^{-4}$ .

5.3.7  $Na_3PO_4$  және  $FeCl_3$  тұздар гидролизінің мысалдарында ерітінділерді қыздыру немесе сұйылту кезіндегі гидролиз процестерінің сатылы өтуін түсіндіріп, реакция теңдеулерін құрастырыңыз.

5.3.8 Гидролиздің I-ші сатысын ғана ескере отырып,  $Na_2CO_3$   $0,001$  молярлы ерітіндісінің рН-н есептеңіз. Жауабы:  $10,56$ .

5.3.9 Гидролиздің I-ші сатысын ғана ескере отырып,  $CuCl_2$   $0,1$  молярлы ерітіндісінің рН-н есептеңіз. Жауабы:  $4,26$ .

5.3.10  $NH_4Cl$  сулы ерітіндісінің рН=5. Гидролиз реакциясының теңдеуін құрастырып, ерітіндінің бастапқы концентрациясын есептеңіз.

Жауабы:  $0,179$  моль/л.

### 6 № 6 зертханалық жұмыс. Тотығу- тотықсыздану реакциялары

Жұмыстың мақсаты: металдар, бейметалдар және олардың қосылыстарының тотығу-тотықсыздану қасиеттерімен танысу; тотығу-тотықсыздану процестерінің теңдеулерін құрастыру әдістемесін үйрену.

#### 6.1 Теориялық кіріспе

Электрондардың бір атом немесе бір иондардан басқа атом мен иондарға ығысуымен немесе толық ауысуымен жүретін реакцияларды тотығу-

тотықсыздану реакциялары деп атайды. Берілген элементтің атомынан (ионынан) немесе берілген элементтің қосылыстағы атомына (ионына) ығыстырылатын электрондар саны тотығу дәрежесі деп атайды. Тотығу дәрежесі оң (электрондар атомнан немесе ионнан ығыстырылды) және теріс (электрондар атом немесе ионға ығыстырылған) болуы мүмкін.

Электрондарды беру процесі, яғни элементтің тотығу дәрежесінің жоғарылауын тотығу деп, ал электрондарды беретін заттарды – тотықсыздандырғыштар деп атайды. Типтік тотықсыздандырғыштарға атомдарының электртерістілігі жоғары емес қарапайым заттар (металдар, сутегі, көміртегі), кейбір аниондар ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  т.б.), тотығу дәрежесі жоғарылайтын катиондар ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  және т.б.), көміртегінің кейбір қосылыстары (көмірсутегілер, көміртегі оксиді), азоттың қосылыстары (азотсутегілер), бордың қосылыстары (борсутегілер) және т.б. жатады.

Электрондарды қосып алу процесі, яғни тотығу дәрежесінің төмендеуін тотықсыздану деп, ал электрондарды қабылдайтын заттарды тотықтырғыштар деп атайды. Типтік тотықтырғыштарға атомдары жоғары электртерістілікпен сипатталатын қарапайым заттар (VI және VII тобының негізгі топшаларының элементтері), жоғары тотығу дәрежесіндегі катиондар ( $\text{Pb}^{+4}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{Ce}^{+4}$ ), электрлік оң элементі ең жоғары дәрежесінде болатын аниондар ( $\text{N}^{+5}\text{O}_3^-$ ,  $\text{Cr}_2^{+6}\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{Mn}^{+7}\text{O}_4^-$  және т.б.), жоғары оксидтер және пероксидтер жатады.

Тотығу – тотықсыздану реакциялары - бір кезде өтетін тотығу және тотықсыздану процестері. Тотықтырғыштары мен тотықсыздандырғыштары әр түрлі заттар болатын реакциялар молекула аралық деп аталады. Егер тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш ретінде бір молекуланың атомдары немесе иондары қызмет етсе, онда мұндай реакцияларды молекула ішілік деп атайды.

Тотығу – тотықсыздану реакцияларының бағыты термодинамиканың екінші заңымен анықталады. Егер процесс изобара- изотермиялық жағдайда өтетін болса, онда тура реакция оның Гиббс энергиясы нөлден төмен шарты орындалғанда мүмкін болады:  $\Delta G < 0$ .

Заттың тотығу – тотықсыздану қабілеттілігін реакцияның тотығу – тотықсыздану потенциалы (редокс-потенциал) анықтайды. Редокс-потенциал неғұрлым жоғары болған сайын, заттың тотығушылық қабілеттілігі соғұрлым жоғары болады.

## 6.2 Тәжірибелік бөлім

### 6.2.1. Тотығу – тотықсыздану реакцияларына ортаның рН-ның әсері.

Үш пробиркаға 3 мл-ден калий перманганаты ерітіндісін құйыңыз. Бірінші пробиркаға - 2 мл 1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін, екіншісіне - 2 мл  $\text{H}_2\text{O}$ , үшіншісіне - 2 мл 2 М  $\text{KOH}$  ерітіндісін құйыңыз.

Әрбір пробиркаға 3 мл натрий сульфиті ерітіндісін қосыңыз.

Бақылауларыңызды жазып алыңыз. Тотығу–тотықсыздану реакциялардың теңдеулерін құрастырып, тәжірибе нәтижелерін түсіндіріңіз.

$\text{MnO}_4^-$ -иондарының түсі көгілдір- қызыл,  $\text{Mn}^{2+}$  - әлсіз- қызғылт,  $\text{MnO}_4^{2-}$  - жасыл, ал  $\text{MnO}_2$  және  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  тұнбаларына қоңыр түс сәйкес келеді.

### 6.2.2 Калий бихроматының тотығу қасиеттері.

Калий бихроматының 2-3 түйіршегін ақшыл-сарғыш түсті ерітіндісі пайда болатындай мөлшерде дистилленген суда ерітіңіз. Ерітіндіні күкірт қышқылының 2-3 тамшысымен қышқылдатып, оған темір(II) сульфатының түйіршегін салыңыз. Ерітінді қандай түске боялады?

Реакция теңдеуін жазып, тотықсыздандырғыш пен тотықтырғышты көрсетіңіз.

### 6.2.3 Асқын тотығының тотығу –тотықсыздану екідайлылығы.

#### 1 Асқын тотығының тотығушылық қасиеттері.

Күкірт қышқылының тең көлемімен қышқылдатылған эквиваленттік концентрациясы 0,5 моль/л калий иодиді ерітіндісінің 2-3 тамшысына асқын тотығының ерітіндісін, 1-2 тамшы крахмал ерітіндісін қосып, бос иодтың бар екенін дәлелдеңіз.

Реакция теңдеуін жазып, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңіз.

#### 2 Асқын тотығының тотықсыздану қасиеттері.

Пробиркаға калий перманганатының қаныққан ерітіндісінің 1 мл құйып, күкірт қышқылының ерітіндісімен қышқылдатыңыз да 1-2 мл асқын тотық ерітіндісін қосыңыз. Бөлінетін газды бықсыған шырпымен тексеріңіз. Бұл қандай газ? Реакция теңдеуін жазыңыз. Тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңіз.

## 6.3 Бақылау сұрақтары мен есептер

6.3.1  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  және  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қосылыстарындағы күкірттің тотығу дәрежесін анықтаныз.

6.3.2 Молекула аралық және молекула ішілік тотығу–тотықсыздану реакцияларының мысалдарын келтіріңіз.

6.3.3  $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_{(c)}$  реакциясының 298 К-де тура бағытта өтуі мүмкін бе?

6.3.4 Тотығу-тотықсыздану реакцияларының бағытын қандай әдістермен анықтауға болады?

## 7 № 7 зертханалық жұмыс. Металдардың кернеу қатары. Гальваникалық элементтердің жұмысы

Жұмыстың мақсаты: гальваникалық элементтердің кернеуі мен электр қозғаушы күшін өлшеудің әдістемесін игеру.



## 7.1 Теориялық кіріспе

Металдардың негізгі химиялық қасиеті – атомдардың валентті электрондарын беріп, оң зарядталған иондарға айналу қабілеттілігі. Бұл қабілеттілік металдардың электрон қауыздары мен кристалл торының ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі болады. Металды суға батырғанда оның иондары жарым-жартылай ерітіндіге ауысып, фазалардың бөлу бетінде металл потенциалы деп аталатын потенциалдың секіруі пайда болады ( $\varphi$ ).

Фазалардың бөлу бетінде потенциалдың секіруін өлшеу мүмкін емес болғандықтан, потенциалы нөлге тең ( $\varphi_{H_2/2H^+} = 0$ ) стандартты сутектік электрод арқылы өлшенген салыстырмалы мәндерді пайдаланады.

Стандартты сутектікпен салыстырғанда тотықсыздандырғыш болатын металдардың потенциалдары теріс таңбамен, тотықтырғыш болатын – оң таңбамен алынады. Стандартты (яғни қалыпты жағдайларда анықталған) электродтық потенциалдары өсу ретімен орналасқан металдар кернеу қатарын түзеді. Мұнда металл иондары сияқты оң зарядты иондар түзе алатын сутегі де орналасқан.

Кернеу қатарында сутегіге дейін орналасқан металдар оны қышқылдардың сұйытылған ерітінділерінен ығыстыра алады. Сол жағында тұрған металдың потенциалы неғұрлым кіші болса, соғұрлым металл оңай тотығады да иондарының тотықсыздануы қиындайды. Оң жағындағы металдың потенциалы неғұрлым жоғары болса, оның тотығуы қиындап, иондары оңай тотықсызданады.

Кернеу қатарының сол жағында орналасқан әрбір металл өзінен кейін орналасқан металдарды тұздар ерітінділерінен ығыстырады. Ығыстыратын металл тотығып, ерітіндіге ион түрінде ауысады, ал ығысатын металл тотықсызданып ерітіндіден металл түрінде бөлініп шығады.

Өз тұзының ерітіндісіне батырылған металдан тұратын жүйе металл электроды деп аталады. Әртүрлі электродтардың потенциалдары бірдей болмайтындықтан, олардан электр тізбегін құрастырып түйістірсе, онда өтетін тотығу-тотықсыздану процестердің нәтижесінде химиялық энергияны электрлікке айналдыратын жүйені алуға болады. Тотығу-тотықсыздану химиялық реакциясының энергиясын электрлікке айналдыратын жүйе гальваникалық элемент деп аталады. Тотығу процесі жүретін электрод – анод, ал тотықсыздану процесі жүретін – катод деп аталады.

Анод рөлін кернеу қатарында сол жағында орналасқан белсендірек металл атқарады (потенциалы терісірек мәндер жаққа ығысқан).

Мысал ретінде 1 молярлы никель сульфаты ерітіндісіне батырылған никель электроды ( $\varphi_{Ni^{2+}/Ni}^{\circ} = -0,25$  В) мен 1 молярлы күміс нитраты ерітіндісіне батырылған күміс электродынан ( $\varphi_{Ag^+/Ag}^{\circ} = +0,80$  В) тұратын гальваникалық элементті қарастырайық. Ерітінділер өзара иондық электрөткізгіштікті қамтамасыз ететін, ерітінділердің араласуына кедергі болатын электрлік кілт (электролит ерітіндісімен толтырылған шыны түтікшесі) арқылы контактілейді.

Электродтарды сыртқы тізбегінде гальванометр арқылы металл өткізгішімен

тұйықтағанда, электр тоғының түзілуін көріп, оның бағытын анықтауға болады. Электродтарда келесі өзгерулер жүреді:

- анод:  $Ni^{\circ} - 2e = Ni^{2+}$  (тотығу);

- катод:  $Ag^{+} + e = Ag^{\circ}$  (тотықсыздану).

Анод - теріс, ал катод – оң зарядталады.

Гальваникалық элементтің электр қозғаушы күші:  $E = \varphi_{к} - \varphi_{А}$ .

Берілген жағдайда  $E = +0,80 - (-0,25) = 1,05$  В.

## 7.2 Тәжірибелік бөлім

### 7.2.1 Металдардың сутегіні қышқыл ерітінділерінен ығыстыру.

Бес пробиркаға 3-4 мл тұз қышқылы ерітіндісін құйып, әрқайсысына бір металдың түйіршегін салыңыз (магний, алюминий, мырыш, темір және мыс).

Металдардың қайсысы сутегіні қышқыл ерітіндісінен ығыстырады? Реакциялардың молекулалық, иондық және электрондық теңдеулерін жазыңыз.

### 7.2.2 Металдардың басқа металдармен ығысуы.

1. Пробиркаға 3-4 мл мыс купоросын құйып, таттан тазаланған темір сымын салыңыз. Қандай құбылыс байқалады? Темір сымын мырыш пластинасына ауыстырып, тәжірибені қайталаңыз. Реакциялардың молекулалық, иондық және электрондық теңдеулерін жазыңыз.

2. Пробиркаға 3-4 мл сірке қышқылды қорғасын ерітіндісін құйып, мырыш пластинасын салыңыз. Қандай құбылыс байқалады? Реакциялардың молекулалық, иондық және электрондық теңдеулерін жазыңыз.

3. Сағат шынына күміс нитраты ерітіндісінің 4-5 тамшысын құйып, жақсылап тазаланған мыс сымын салыңыз. Қандай құбылыс байқалады? Реакциялардың молекулалық, иондық және электрондық теңдеулерін жазыңыз.

### 7.2.3 Мыс-мырыш гальваникалық элементі.

Мыс пластинасын – 1 молярлы мыс купоросы ерітіндісіне, ал мырыш пластинасын – 1 молярлы мырыш купоросы ерітіндісіне батырыңыз. Екі ерітіндіні агар-агар және клей қосылған (ерітінді төгілмеу үшін) калий хлориді ерітіндісімен толтырылған бүгілген шыны түтікшесі арқылы қосыңыз.

Металл пластиналарының екеуіне де мыс сымдарын бекітіп, бос шеттерін фенолфталеиннің 2-3 тамшысы қосылған натрий сульфаты ерітіндісіне батырыңыз. Мырыш пластинасына бекітілген сымның айналасындағы ерітінді қызыл күрең түске боялады.

Анод пен катодта қандай тотығу-тотықсыздану процестері жүреді? Құрастырылған гальваникалық элементте өтетін реакциялардың иондық теңдеуін жазып, электр қозғаушы күшін есептеңіз.

## 7.3 Бақылау сұрақтары мен есептер

7.3.1 Стандартты электродтық потенциал деген не?

7.3.2 Тұз ерітінділерінен мырыш қорғасынды ығыстырады, ал қорғасын мырышты ығыстыра алмайды. Неліктен?

7.3.3 Темір металдарды қай ерітінділерден ығыстырады:  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Ag_2SO_4$ ,  $SnSO_4$ ?

7.3.4 Металл потенциалына иондардың ерітіндідегі концентрациясы әсер етеді ме?

7.3.5 Сұйылтылған күкірт қышқылы ерітіндісінен металдардың қайсылары сутекті ығыстырады: Fe, Al, Zn, Cu, Cr, Ca, Hg ?

7.3.6 Біреуінде темір катод, ал екіншісінде – анод болатын екі гальваникалық элементтердің сұлбаларын құрастырыңыз. Бұл элементтерде өтетін реакция теңдеулерін жазыңыз.

7.3.7 (-) Fe/Fe<sup>2+</sup>//Ag<sup>+</sup>/Ag (+) гальваникалық элементінде  $C_{Fe^{2+}} = C_{Ag^+} = 0,1 \text{ моль/л}$  болғанда электрондардың қозғалу бағытын анықтаңыз. Электродтық реакциялардың теңдеулерін жазып, ЭҚК мәнін есептеңіз.

7.3.8 Ерітінділерінің концентрациялары сәйкесінше 0,1 және 0,01 моль/л кадмий және мыс электродтарынан тұратын гальваникалық элементінің ЭҚК есептеңіз.

7.3.9 Кернеу қатарын қолдана отырып, ЭҚК мәні ең жоғары болу үшін гальваникалық элементті қандай металдардан құрастыру қажет екендігін түсіндіріңіз.

7.3.10  $Zn + 2Fe^{3+} \rightarrow Zn^{2+} + 2Fe^{2+}$  тотығу-тотықсыздану реакциясы жүруі үшін гальваникалық элементті қалай құрастыру қажет?

## 8 № 8 зертханалық жұмыс. Электролиз

Жұмыс мақсаты: электролиттердің сулы ерітінділерін электролиздегенде еритін және ерімейтін электродтарда өтетін процестермен танысу.

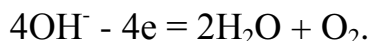
### 8.1 Теориялық кіріспе

Электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы тұрақты ток өткен кезде электродтарда өтетін химиялық процестерді айтады. Бұл процестер электрлік энергияның химиялыққа айналуымен жүреді.

Электролиздің маңысы: электр тоғының әсерінен анодта тотығу процесі, ал катодта – тотықсыздану процесі жүреді. Сілтілік және сілтілік-жер металдар тұздарының сулы ерітінділерін электролиздегенде катодта сутегі иондары разрядталып, металл иондары ерітіндіде қалады. Кернеу қатарында алюминий мен сутегінің арасында орналасқан металл (мысалы, мырыш, никель) тұзының ерітіндісін электролизге ұшыратқанда сутегі бөлінуінің аса кернеулігімен түсіндірілетін катодта сутегі емес, металл бөлінеді.

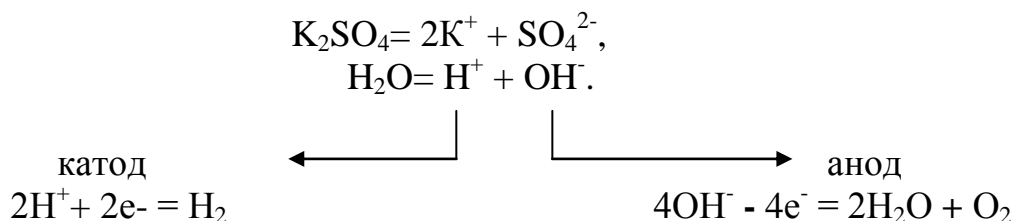
Анод инертті материалдан (мысалы, графиттан) жасалса, электролиз

кезінде анодта құрамында оттегі жоқ электролит аниондары (мысалы,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ) разрядталады. Құрамында оттегі бар (мысалы,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) аниондар ерітіндіде қалып, судан бос оттегінің бөлінуімен  $\text{OH}^-$  иондары разрядталады



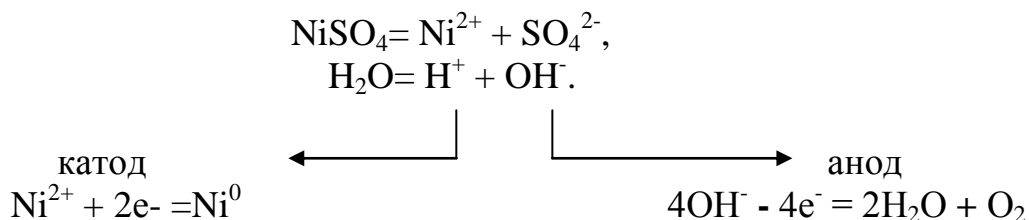
Кернеу қатарында алюминийге дейін орналасқан металл мен оттекті қышқылдан түзілген тұздың сулы ерітіндісін электролиздегенде (мысалы,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) тұз иондары разрядталмайды. Бұл жағдайда электролизге су ұшырайды: катодта- сутегі, анодта – оттегі бөлінеді.

$\text{K}_2\text{SO}_4$  сулы ерітіндісі электролизінің сұлбасы:



Сутек иондарының концентрациясының азаюына байланысты катодтық кеңістіктегі орта - сілтілік, ал анодтықта - гидроксид-иондарының концентрациясының азаюына байланысты – орта қышқылдық болады.

$\text{NiSO}_4$  сулы ерітіндісі электролизінің сұлбасы:



Анодтық кеңістіктегі орта – қышқылдық, катодтықта - сутегі мен гидроксид-иондар концентрацияларының қатынасы өзгермейтіндіктен ортаның қышқылдығы өзгермейді.

## 8.2 Тәжірибелік бөлім

### 8.2.1 Калий йодиді ерітіндісінің электролизі.

U – тәрізді түтікшеге ортасына дейін крахмал клейстерінің бірнеше тамшысы мен фенолфталеиннің 2-3 тамшысы қосылған калий йодиді ерітіндісін құйыңыз. Түтікшенің екі шетіне көмір электродтарын салып, тұрақты ток көзін қосыңыз. 1-2 минуттан кейін катод пен анод айналасындағы ерітінді бояуланады. Байқалатын құбылысты түсіндіріп, сулы ерітінді электролизінің сұлбасын құрастырыңыз.

### 8.2.2 Натрий сульфаты ерітіндісінің электролизі.

U – тәрізді түтікшеге лакмус ерітіндісі қосылған (немесе индикатор қағазы салынған) натрий сульфаты ерітіндісін құйыңыз. Электродтарды

салып, тұрақты электр тоғын қосыңыз. 1-2 минуттан кейін электродтардың маңайындағы ерітіндінің бояуы өзгереді. Натрий сульфаты сулы ерітіндісі электролизінің сұлбасын құрастырыңыз.

### 8.2.3 Мыс сульфаты ерітіндісінің электролизі.

U – тәрізді түтікшеге мыс сульфаты ерітіндісін құйыңыз. Көміртегі электродтары арқылы 4-5 минут ішінде ток жіберіңіз. Электродтарда не бөлінеді? Байқалатын құбылысты түсіндіріп, ерітінді электролизінің сұлбасын құрастырыңыз.

### 8.2.4 Еритін анодпен электролиз.

Алдыңғы тәжірибеде бөлінген мысы бар электродты ток көзінің оң полюсіне, ал екінші электродты – теріс полюсқа қосып, электр тоғын өткізіңіз. Анодтағы мыс еріп бастайды. Неліктен? Мыс анодындағы мыс сульфаты сулы ерітіндісі электролизінің сұлбасын құрастырыңыз.

### 8.2.5 Цинк хлориді сулы ерітіндісінің электролизі.

Электролизерға цинк хлориді ерітіндісін құйып, графит электродтарын батырыңыз. Ток көзіне қосып, 5 минут ішінде электролизді жүргізіңіз. Тәжірибе уақыты біткеннен кейін катодты шығарып, мырыш қаптауының түзілгенін көріңіз. Анод кеңістігінде хлордың түзілуін калий йодиді мен крахмалдың бірнеше тамшысын қосып көк түсті бояудың пайда болуы бойынша анықтаңыз. Цинк хлориді ерітіндісі электролизінің сұлбасын құрастырыңыз.

## 8.3 Бақылау сұрақтары мен есептері

8.3.1 Графит электродтарында  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  сулы ерітінділері электролизінің сұлбаларын құрастырыңыз. Анодтық және катодтық кеңістіктердегі реакция ортасын анықтаңыз.

8.3.2  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$  ерітінділерін электролиздегенде қайсыларында катодта сутек бөлінеді?

8.3.3  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{K}_3\text{S}$  ерітінділерін электролиздегенде қайсыларында анодта оттегі бөлінеді?

8.3.4 а) графит; б) темір электродтарында  $\text{FeCl}_2$  ерітіндісін электролиздегенде катод пен анодта қандай процестер жүреді?

8.3.5  $\text{CuSO}_4$  ерітіндісі арқылы ішінде 8А ток күшімен 6 сағат ішінде ток жіберілсе, катодта қанша мыс бөлінеді? Инертті анодта қандай мөлшерде қандай зат бөлінеді?

## 9 № 9 зертханалық жұмыс. Металдардың коррозиясы

Жұмыстың мақсаты: коррозияны микроэлементтер мен модельдерінің түзілу шарттарын, металдардың электрохимиялық коррозиясының

жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу, металдарды коррозиядан қорғаудың маңызды әдістерімен танысу.

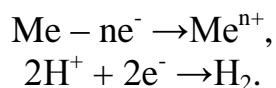
## 9.1 Теориялық кіріспе

Қоршаған ортаның химиялық немесе электрохимиялық әсерінен металдың бұзылуын коррозия деп атайды. Коррозия жылдамдығын бірлік бетіндегі бірлік өлшем уақытында үлгі массасының азаюы немесе бірлік уақытында металл қалыңдығының азаюы бойынша анықтайды. Металл бұзылуының түріне қарай коррозия бүтіндей (жалпы) және локальді (жергілікті) болып бөлінеді. Бүтіндей коррозияда бұйымның беттік қабаты түгелдей бұзылады, локальді коррозияда беттік қабаттың жекеленген бөліктері ғана бұзылады.

Коррозиялық процестің механизмі бойынша химиялық және электрохимиялық коррозияны айырады. Химиялық коррозия электр тоғын өткізбейтін орталарда жүреді. Химиялық коррозия кезінде металдың тотықтырғышпен тікелей әрекеттесуі жүреді.

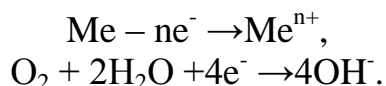
Электрохимиялық коррозия иондық өткізгіштігі бар орталарда жүреді. Мұнда коррозия тотықтырғыштың катодтық тотықсыздануының әсерінен металдың анодтық еруі болып табылады. Коррозиялық процестерде ең кеңінен таралған тотықтырғыштар: сутегі иондары мен оттегі молекулалары.

Сутек иондарының қатысында жүретін коррозия сутегінің бөлінуімен (немесе сутектік деполяризациямен) жүретін коррозия деп аталады. Мұнда өтетін электродтық процестердің теңдеулері:



Сутектің бөлінуімен коррозия сутек электродының потенциалы металл потенциалынан жоғары болғанда жүреді. Коррозия жылдамдығы сутек бөлінетін беттің түрі мен металл табиғатына байланысты сутектің бөліну реакциясының жылдамдығына тәуелді. Коррозия жылдамдығы металл әрекеттесетін ерітіндінің рН мен температурасына тәуелді.

Оттектің қатысымен коррозия оттектің сіңірілуімен (оттектік деполяризациямен) жүретін коррозия деп аталады. Электродтық процестердің теңдеулері:



Оттектің сіңірілуімен коррозия оттегі электродының потенциалы металл потенциалынан жоғары болғанда жүреді. Бұл жағдайда коррозия жылдамдығы оттектің диффузиялану жылдамдығымен анықталады. Ерітіндіні араластырғанда және еріген оттектің концентрациясын жоғарлатқанда коррозия жылдамдығы артады.

Кейбір жағдайларда коррозия жылдамдығы анодтық реакциялармен шектеледі. Әдетте, бұл құбылыс пассивтенуге қабілеттілігі бар металдарда (алюминий, титан, хром, никель, тантал ж.т.б.) байқалады. Металдың пассивтілігі деп анодтық процестің баяулауына байланысты жоғары коррозиялық тұрақтылық күйін айтады. Пассивтенудің себебі - металдың бетінде қорғау қабыршақ түзіледі.

Коррозия жылдамдығын пассивтендіру және металдың потенциалын өзгерту арқылы, тотықтырғыштың концентрациясын азайту, металдың бетін тотықтырғыштан оқшаулау, металдың құрамын өзгерту арқылы баяулатуға болады. Қорғау әдісін бұл металды пайдалану шарттары мен экономикалық пайдалылығына байланысты таңдайды.

Металдың коррозиялық қасиеттерін легірлеу арқылы өзгертуге болады. Легірлеу – құйманың құрамына коррозия жылдамдығын төмендететін немесе оны болдырмайтын компонентті енгізу. Әдетте, құймалар құрамына металдың пассивтенуіне (яғни бетінде қорғау қабыршақтың түзілуіне) әкелетін компоненттерді енгізеді. Мұндай компоненттерге хром, никель, титан, вольфрам және т.б. жатады.

Металл коррозиясының жылдамдығын төмендететін тиімді әдісіне металдарды қорғаныс жабындарымен қаптау жатады. Қорғаныс ретінде металдық, оксидтік, силикатты, лак-бояу және т.б. жабындар қолданылады. Олардың әсер ету механизмі металды тотықтырғыштан оқшаулауда жатады. Металдық жабындар катодтыққа және анодтыққа бөлінеді. Жабын металының потенциалы қорғанатын металдың потенциалынан төмен болса, коррозия кезінде жабын металл еріп (коррозияға ұшырап), негізгі металл бұзылмайды. Мұндай жабындар анодтық деп аталады (мысалы, мырышталған темір). Жабын металының потенциалы негізгі металдікінен жоғары болса, жабынның тұтастылығы бұзылғанда (құыстар, жарықтар пайда болғанда) негізгі металл коррозияға ұшырауы мүмкін. Мұндай жабындар катодтық деп аталады (мысалы, мысталған темір).

Коррозия жылдамдығын реакциялардың потенциалын өзгерту арқылы катодтық және анодтық реакцияларды баяулатып азайтуға болады. Металды мұндай әдіспен қорғау электрохимиялық әдіс деп аталады. Электрохимиялық қорғау әдістеріне протекторлы қорғау, катодтық және анодтық жабындар жатады. Қорғанатын металл конструкциясына протекторды (яғни потенциалы терістеу металды) жалғастырғанда протектордың коррозиясы жүреді де негізгі металл сақтанып қалады. Катодтық қорғау әдісінде қорғанатын бұйым токтың сыртқы көзінің теріс полюсіне жалғанады. Бұл кезде қорғанатын бұйымның бетінде сутек бөлінеді. Ал анодтық қорғауда қорғанатын бұйым токтың сыртқы көзінің оң полюсіне жалғанады да қорғанатын металдың пассивтенуі жүреді.

Мұнымен қатар, коррозия жылдамдығын тотықтырғыштың концентрациясын азайтып, арнайы ингибиторларды енгізіп, яғни коррозиялық ортаға әсер етіп баяулатуға болады.

## 9.2 Тәжірибелік бөлім

### 9.2.1 Болат бетінің электрохимиялық әр тектілігі.

Болаттың электрохимиялық әр тектілігіне және тотықтырғыштың бар болуына байланысты оның бетінде коррозиялық микроэлементтер түзіледі. Бұл микроэлементтер жұмыс істегенде темірдің анодтық еруі жүреді. Темірдің еруін  $Fe^{2+}$  индикатормен әрекеттескенде турнбул көгінің түзілуінен анықтайды.

Тәжірибені өткізу үшін болат пластинасын егеуқұм қағазымен тазалап, сумен жуып, сүзгіш қағазымен сүртіңіз. Пластинаның бетін ферроксилиндикаторымен суланған сүзгіш қағазын жабыңыз. 2 — 3 минуттан кейін дақтардың пішіні мен таралуын, сүзгіш қағазы бояуының өзгеруін байқаңыз. Көрген құбылыстарды түсіндіріңіз. Электродтық реакциялардың потенциалдар мәндерін қолдана отырып, реакция теңдеулерін жазыңыз.

### 9.2.2 Темірдің графитпен контактілегенде коррозиясы.

U - тәрізді түтікшені көлемінің жартысына дейін 0,5 М натрий хлориді ерітіндісімен толтырыңыз. Болат және графит өзектерін (стерженьдерін) егеуқұм қағазымен тазалап, сумен жуыңыз. Түтікшенің бір жағына болат өзегін салып, 3-4 тамшы  $K_3[Fe(CN)_6]$  қосыңыз, екінші жағына графит өзегін салып, 3-4 тамшы фенолфталеин қосыңыз.

Милливольтметр арқылы сыртқы тізбекті тұйықтап, кернеуін жазып алыңыз. Вольтметрді айырып тастап, сыртқы тізбекті мыс өткізгішімен тұйықтаңыз. Элементтің жұмысы мен катодтық және анодтық кеңістіктеріндегі ерітінді бояуының өзгеруін байқаңыз.

Анодтық процестің теңдеулері мен электродтың стандарттық потенциалының мәнін жазып алыңыз. Анодтың маңайында бояудың өзгеруінің себебін түсіндіріңіз.

Тәжірибенің басында ортаның рН ескере отырып және газдар қысымын атмосфералыққа тең деп, мүмкін болатын катодтық процестердің потенциалдарын есептеңіз. Катодта өтетін процестердің теңдеулерін жазып, катод маңайында ерітінді бояуы өзгеруінің себебін түсіндіріңіз.

Коррозиялық процестің сомарлы теңдеуін жазып, коррозиялық элементтің сұлбасын құрастырыңыз.

### 9.2.3 Темір коррозиясының жылдамдығына контактілейтін металдар табиғатының әсері.

Тәжірибеде болаттың әртүрлі металдармен жұптарындағы коррозиясы зерттеледі. Тәжірибенің бірінші бөлімінде темір никель және мыспен жұпта болады, екінші бөлімінде – қорғасын және кадмиймен.

U - тәрізді түтікшеге көлемінің жартысына дейін 0,1 молярлы  $H_2SO_4$  ерітіндісін құйыңыз. Металл пластиналарын егеуқұм қағазымен жақсылап тазалап, сумен жуыңыз. Түтікшенің бір жағына болат пластинасын, екінші



жағына - никель (немесе мыс) пластинасын салыңыз. Милливольтметр арқылы элементтің кернеуін анықтаңыз. Тәжірибені кадмий немесе қорғасын пластинасымен қайталаңыз.

Тәжірибе қорытындыларына анодтық және катодтық процестердің теңдеулерін, реакцияның сомарлы теңдеуін жазыңыз. Коррозиялық элементтің сұлбасын келтіріңіз.

Катодтық реакцияның потенциалын есептеп, қолданған металдар табиғатының коррозия жылдамдығы мен коррозиялық элементтің кернеуіне әсерін түсіндіріңіз.

#### 9.2.4 Хлор иондарының белсендету әсері.

Екі пробиркаға жартысына дейін күкірт қышқылы қосылған мыс сульфаты ерітіндісін құйыңыз. Бірінші пробиркаға натрий хлоридін қосыңыз. Пробиркалардың екеуіне алюминий сымын салыңыз. Пробиркалардың қайсысында газдың бөлінуі интенсивтірек жүреді? Анодтық, катодтық және сомарлы процестердің теңдеулерін жазып, коррозиялық элементтің сұлбасын құрастырыңыз. Реакция жылдамдығына хлор-иондарының әсер ету механизмін түсіндіріңіз.

#### 9.2.5 Анодтық және катодтық қорғау жабындары.

Екі пробиркаға жартысына дейін су құйып, 1-2 мл  $H_2SO_4$  пен 2-4 тамшы  $K_3[Fe(CN)_6]$  ерітінділерін қосыңыз. Бір пробиркаға – мырышталған темір платинасын, ал екіншіге – қалайыланған темір платинасын батырыңыз. 5 минуттан кейін пробиркалардағы ерітінділердің бояуларының өзгеруін байқаңыз.

Байқауларыңызды түсіндіріп, анодтық және катодтық процестердің теңдеулерін жазып, коррозиялық элементтердің сұлбаларын келтіріңіз. Зерттелген жабындардың қайсысы анодтық, қайсысы катодтық?

Пробиркалар мен темір пластиналарын кран астындағы сумен жақсылап жуып, тәжірибені сілті ерітіндісімен қайталаңыз. Байқаған құбылыстарды жазып алыңыз да түсіндіріңіз.

### 9.3 Бақылау сұрақтары мен есептері

9.3.1 Металдардың коррозиясы деген не?

9.3.2 Коррозияның қандай түрлері болады?

9.3.3 Электрохимиялық коррозияның химиялықтан айырмашылығы.

9.3.4 Электрохимиялық коррозияның жылдамдығы.

9.3.5 Металл бетінің электрохимиялық әртектілігінің себептері.

9.3.6 Коррозиялық микрогальваникалық элементтер түзілуінің себептері.

9.3.7 Су тектің бөлінуімен және оттектің сіңірілуімен өтетін коррозияның жүру мүмкіндігін қалай анықтауға болады?

9.3.8 Су тектің бөлінуімен өтетін коррозияға қандай факторлар әсер

етеді?

9.3.9 Оттектің сіңірілуімен өтетін коррозияның жылдамдығын қалай баяулатуға болады?

9.3.10 Металдың пассивтенуі деген не?

9.3.11 Коррозияның активаторлары деген не?

9.3.12  $Cu^{2+}$  -иондарының активтілігі  $10^{-3}$  моль/л және ортаның рН 3 болатын ерітіндіде сутектің бөлінуімен коррозияның өтуі мүмкін бе?

9.3.13  $Fe^{2+}$ -иондарының активтілігі  $10^{-4}$  моль/л, ортаның рН 2 болатын ерітіндіде сутектің бөлінуімен коррозияның өтуі мүмкін бе?

9.3.14  $Cu^{2+}$ -иондарының активтілігі  $10^{-4}$  моль/л, ортаның рН бейтарап болатын ерітіндіде мыстың ауада оттекті сіңірумен коррозиясы мүмкін бе?

9.3.15  $Au^{+}$ -иондарының активтілігі  $10^{-4}$  моль/л, реакция ортасы бейтарап ерітіндіде алтынның ауада оттекті сіңірумен коррозиясының өтуі мүмкін бе?

9.3.16 Металдар коррозиясының жылдамдығын қалай баяулатуға болады?

9.3.17 Қорғаныс жабындардың түрлері. Оларды алу әдістері.

9.3.18 Анодтық және катодтық қорғаныс жабындары деген не?

9.3.19 Металдардың электрохимиялық қорғауы. Бұл қорғаудың қандай түрлерін білесіңіз?

9.3.20 Металдардың катодтық қорғауы деген не?

9.3.21 Металдардың протекторлы қорғауы деген не?

9.3.22 Коррозиялық процестің жылдамдығын баялату үшін коррозиялық ортаны қалай өзгертеді?

9.3.23 Қандай заттар коррозия ингибиторлары деп аталады?

## **10 № 10 зертханалық жұмыс. Суды жұмсарту және кермектілігін анықтау**

Жұмыстың мақсаты: судың кермектілігін, карбонаттық және бейкарбонаттық кермектіліктерді анықтау.

### **10.1 Теориялық кіріспе**

Кермектілік — табиғи сулардың құрамы мен сапасын сипаттайтын технологиялық көрсеткіш.

Кермекті деп  $Ca^{2+}$  және  $Mg^{2+}$  иондарының мөлшері жоғары болатын суды кермекті деп атайды.  $Ca^{2+}$  және  $Mg^{2+}$  иондарының сомасы су кермектілігінің сандық мөлшері болып табылады:

$$K = C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}} .$$

Кермектілікті 1 кг судағы  $Ca^{2+}$  және  $Mg^{2+}$  иондарының миллимоль эквивалент санымен өлшейді (ммоль/кг). Судың кермектілігі 1 жақын болғандықтан, кермектілікті ммоль/дм<sup>3</sup> немесе ммоль/л өлшеуге болады.

Судың кермектілігімен байланысты есептеулерді жүргізгенде,  $\mathcal{E}(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}$  және  $\mathcal{E}(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$ , ал  $M_3(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} M_{\text{и}}(\text{Ca}^{2+}) = 20$  г/моль және  $M_3(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1}{2} M_{\text{и}}(\text{Mg}^{2+}) = 12$  г/моль, мұнда  $M_3$  – эквиваленттің молярлы массасы,  $M_{\text{и}}$  – ионның молярлы массасы. Мысалы, 0,2 т – бұл 0,01 моль немесе 10 ммоль  $\text{Ca}^{2+}$  эквиваленттерінің массасы.

Судың кермектілігі жалпы ( $K_{\text{ж}}$ ), карбонаттық ( $K_{\text{к}}$ ) және бейкарбонаттық ( $K_{\text{б}}$ ) болады.

Ауада  $\text{CO}_2$  мөлшері үлкен болатындықтан, табиғи суда да еріген көміртегі диоксиді болады. Мұнда  $\text{CO}_2$  сумен әрекеттеседі:

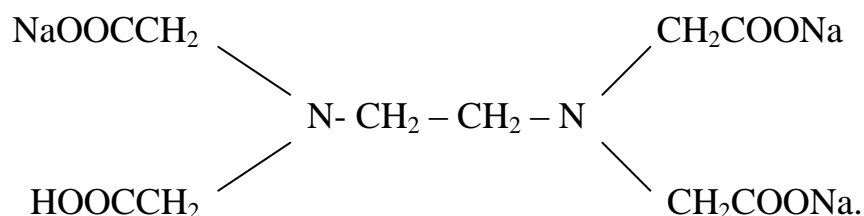


Реакция нәтижесінде гидрокарбонат-ион түзіледі.  $\text{HCO}_3^-$ - ионының мөлшеріне эквивалентті судағы  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$  -иондарының концентрациясы судың карбонатты кермектілігін сипаттайды, ал қалған аниондарға ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  ж.т.б.) эквивалентті  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$  -иондарының концентрациясы бейкарбонаттық кермектілікті сипаттайды. Карбонаттық және бейкарбонаттық кермектіліктердің сомасы судың жалпы кермектілігін құрайды.

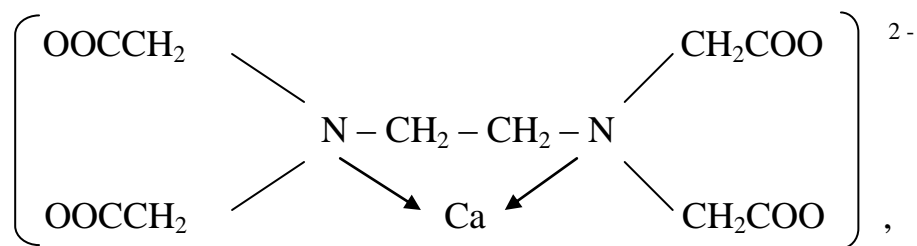
Табиғи суды техникада пайдалану оны алдын-ала тазалануын, оның ішінде жұмсартылуын (яғни кермектіліктің белгілі нормасына дейін төмендетілуін) талап етеді. Қазіргі кезде суды жұмсартуда кеңінен ион алмасу әдісі қолданылады.

Судың сапасының бақылауын жүргізгенде оның кермектілігін анықтайды. Жалпы кермектілікті анықтау үшін комплексометрия әдісін қолданады. Бұл әдістің негізінде аммиакты буферлі ерітіндісінің (рН 10,0) және индикатордың қатысында суды комплексон III ерітіндісімен бояуы қызғылттан көгілдірге өткенге дейін титрлеу жатады. Анализ өткізгенде қышқылдық хром көк К немесе эриохром қара Т индикаторларын қолданады. Суда  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$ -иондары болса, бұл индикаторлар қызғылт түске боялады да, ал бұл иондар болмаса – көгілдір түске боялады.

Комплексон III — этилендиаминтетрасірке қышқылының натрийді тұзы (2 орын басқан):



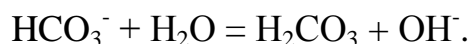
Кермекті суды комплексон III ерітіндісімен титрлегенде ішкі комплексті қосылыс түзіледі:



яғни  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$ -иондары байланысады. Бұл себептен титрлеудің аяғында индикатор бояуын өзгертіп, ерітіндінің бояуы көгілдір болады.

Судың карбонатты кермектілігін анықтау ( $K_K$ )  $\text{HCO}_3^-$  гидрокарбонат-ионының концентрациясын анықтауға (яғни бұл иондарға  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$  кермектілік иондарының концентрациясының эквиваленттілігіне) негізделген. Талдауды бейтараптау әдісімен жүргізеді. Бұл әдістің негізі: индикатордың бояуы сарыдан қызғылт-сарыға дейін ауысқанша суды метил қызыл индикаторының қатысында тұз қышқылы ерітіндісімен титрлейді.

Метил қызғылт-сары индикаторы  $\text{pH} < 3,1$  мәніндегі қызыл бояуын  $\text{pH} > 4,4$  мәнінде сары түске өзгертетін қышқылдық-негіздік индикатор. Ауысу нүктесінде бұл индикатордың бояуы қызғылт-сары болады.  $\text{HCO}_3^-$ -анионы суда гидролизденеді:



Бұл себептен  $K_K > 0$  болғанда судың ортасы сілтілік болып, индикатор сары түске боялады. Мұндай суды  $\text{HCl}$  ерітіндісімен титрлегенде бейтараптау реакциясы жүреді:



$\text{H}^+$ -иондары  $\text{HCO}_3^-$ -иондарының концентрациясына эквивалентті  $\text{OH}^-$ -иондарының мөлшерін бейтараптайды.

Судың кермектілігін анықтау:

- а) жалпы кермектілікті ( $K_{\text{ж}}$ );
- б) карбонатты кермектілікті ( $K_K$ );
- в) бейкарбонатты кермектілікті ( $K_{\text{бк}} = K_{\text{ж}} - K_K$ ) анықтауға негізделген.

## 10.2 Тәжірибелік бөлім

10.2.1 Комплексометрия әдісімен судың жалпы кермектілігін анықтау.

Судың 100 мл цилиндрмен өлшеп алып конустық колбаға аударыңыз. Зерттелетін суға аммиакты буферлі ерітіндінің 5 мл мен қышқылдық хром көк К индикаторының 5-7 тамшысын (немесе шпательдің ұшында 2-3 түйіршегін) қосыңыз.

Дайындалған ерітіндіні индикатор бояуы қызғылттан көгілдірге өткенге дейін комплексон III ерітіндісімен титрлеңіз. Титрлеудің нәтижесін жазып алыңыз.

Титрлеуді қайталаңыз. Екі титрлеудің нәтижелері жақын болса

( $\Delta V \leq 0,1$  мл), судың жалпы кермектілігін есептеңіз. Кері жағдайда судың тағы бір сынамасын титрлеңіз. Судың титрлеуіне кеткен комплексон III ерітіндісі көлемінің орташа мәнін табыңыз.

Судың жалпы кермектілігін эквиваленттер заңы бойынша есептейді [ммоль/л]:

$$K_{жс} = \frac{V_2 N_2 1000}{V_1},$$

мұнда  $V_1$  - зерттелетін судың көлемі, мл;

$V_2$  - комплексон III ерітіндісінің көлемі, мл;

$N_2$  - комплексон III ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы, моль/л;

1000 - моль/л<sub>ді</sub> ммоль/л<sub>ге</sub> аударатын коэффициент.

Тәжірибенің қорытындыларын кестеде келтіріңіз.

10.1 кесте

| Комплексон III ерітіндісінің көлемі, $V_2$ | Комплексон III ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы, $N_2$ | Зерттелетін судың көлемі, $V_1$ | Судың жалпы кермектілігі, $K_{жс}$ |
|--|--|---------------------------------|------------------------------------|
|  |  |                                 |                                    |

10.2.2 Судың карбонаттық және бейкарбонаттық кермектілігін анықтау.

Судың 100 мл цилиндрмен өлшеп алып конустық колбаға аударыңыз. Зерттелетін суға колбадағы ерітінді интенсивтілігі бойынша «титрлеуге дейін» бақылау ерітіндісінің бояуына жақын болатындай метил қызғылт-сары индикаторының ерітіндісін тамшылатып құйыңыз.

Дайындалған сынаманы тұз қышқылы ерітіндісімен индикатордың бояуы сарыдан қызғылт-сарыға (қызғылт емес!) өткенге дейін титрлеңіз. Титрлеулің нәтижесін жазып алыңыз.

Титрлеуді тағы бір рет қайталаңыз. Екі титрлеудің нәтижелері жақын болса ( $\Delta V \leq 0,1$  мл), судың карбонаттық кермектілігін есептеңіз. Кері жағдайда судың тағы бір сынамасын титрлеңіз. Судың титрлеуіне кеткен тұз қышқылы ерітіндісі көлемінің орташа мәнін табыңыз.

Судың карбонаттық кермектілігін эквиваленттер заңы бойынша есептейді [ммоль/л]:

$$K_{к} = \frac{V_2 N_2 1000}{V_1},$$

мұнда  $V_1$  - зерттелетін судың көлемі, мл;

$V_2$  - HCl ерітіндісінің көлемі, мл;

$N_2$  - HCl ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы, моль/л;

1000 - моль/л<sub>ді</sub> ммоль/л<sub>ге</sub> ауыстыратын коэффициент.

Судың бейкарбонаттық кермектілігін  $K_{бк} = K_{жс} - K_{к}$  формуласы

бойынша есептейді.

Тәжірибе қорытындыларын кестеге енгізіңіз.

10.2 кесте

| НСІ ерітіндісінің көлемі, $V_2$ | НСІ ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы, $N_2$ | Зерттелетін судың көлемі, $V_1$ | Судың кермектілігі |                          |
|---------------------------------|---|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
|                                 |   |                                 | карбонаттық, $K_k$ | бейкарбонаттық, $K_{бк}$ |
|                                 |   |                                 |                    |                          |

### 10.3 Бақылау сұрақтары мен есептері

10.3.1 Кермектілік иондары деп қандай катиондарды айтады?

10.3.2 Су сапасының қандай технологиялық көрсеткішін кермектілік деп атайды?

10.3.3 Неліктен кермекті суды жылу- және атомдық электр стансаларында бу өндіруде қолдануға болмайды?

10.3.4 Суды жұмсартудың қандай әдісі термиялық деп аталады?

Суды бұл әдіспен жұмсартқанда қандай химиялық реакциялар өтеді?

10.3.5 Тұндыру әдісімен судың жұмсартуын қалай жүргізеді? Мұнда қандай реагенттер қолданылады? Қандай реакциялар жүреді?

10.3.6 Суды ион алмасу әдісімен жұмсартуға болады ма?

10.3.7 Суды жұмсарту үшін қандай процесті жүргізу қажет: катиондау ма, аниондау ма? Неліктен? Суды ион алмасу әдісімен жұмсартуда өтетін реакция теңдеулерін жазыңыз.

10.3.8 Судың жалпы кермектілігін қалай анықтайды?

10.3.9 Судың карбонаттық кермектілігін қалай анықтайды?

10.3.10 Судың бейкарбонаттық кермектілігін қалай анықтайды?

## Ұсынылатын әдебиеттер тізімі

- 1 Бірімжанов Б.А. Жалпы химия. –А.: Мектеп, 2001.
- 2 Пірәлиев С.Ж., Бутин Б.Н., Байназарова Г.М., Жайлау С.Ж. Жалпы химия. – Алматы, 2003.-т.1-2.
- 3 Коровин Н.В. Общая химия. - М.: Высшая школа, 2005.
- 4 Дробашева Т.И. Общая химия. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.
- 5 Гольбрайх З.Е., Маслов Е.И. Сборник задач и упражнений по химии. - М.: Астрель, 2004.
- 6 Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. - М.: Интеграл-Пресс, 2004.
- 7 Задачи и упражнения по общей химии под ред. Коровина Н.В. - М.: Высшая школа, 2004.

## Мазмұны

|   |    |
|---|----|
| Кіріспе .....   | 3  |
| 1 №1 зертханалық жұмыс. Бейорганикалық қосылыстардың кластары .....                             | 4  |
| 2 №2 зертханалық жұмыс. Эквивалент және эквиваленттің молярлы массасы.....                      | 8  |
| 3 №3 зертханалық жұмыс. Химиялық реакциялардың кинетикасы .....                                 | 13 |
| 4 №4 зертханалық жұмыс. Химиялық тепе-теңдік .....  | 16 |
| 5 №5 зертханалық жұмыс. Тұздар гидролизі .....  | 18 |
| 6 №6 зертханалық жұмыс. Тотығу-тотықсыздану реакциялары .....                                   | 22 |
| 7 №7 зертханалық жұмыс. Металдардың кернеу қатары және гальваникалық элементтердің жұмысы ..... | 24 |
| 8 №8 зертханалық жұмыс. Электролиз .....  | 27 |
| 9 №9 зертханалық жұмыс. Металдардың коррозиясы .....  | 29 |
| 10 №10 зертханалық жұмыс. Суды жұмсарту және кермектілігін анықтау .....                        | 34 |
| Әдебиеттер тізімі .....   | 39 |

Айтбала Айтеновна Туманова

## ХИМИЯ

6B07103 – Жылу энергетикасы оқу бағдарламалары тобы студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Ж.Н. Изтелеуова  
Стандарттау маманы Ж.Н. Изтелеуова

Теруге берілген күні \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .  
Таралымы 50 дана.  
Оқу-баспа таб. 2,6

Пішімі 60×84 1/16  
Баспаханалық қағазы № 1  
Тапсырма \_\_\_\_ . Бағасы 1300 тг.

«Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірмелі-көбейткіш бюросы  
050013, Алматы, Байтұрсынов к., 126/1