

Қазақстан Республикасының білім және ғылым
министрлігі

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік
университеті

К.Х. Жапаргазина

БЕЙОРГАНИҚАЛЫҚ ХИМИЯ

химиялық технологиясы мамандықтарының
студенттері үшін
оқу құралы

Павлодар

УДК 546 (075.8)
ББК 24.1я73
Б38

ҚР Білім және ғылым министрлігінің республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің химиялық-технологиялық мамандықтары бойынша оқу-әдістемелік бөлімінің шешімімен баспаға ұсынылған (Хаттама №1, 1.03. 2006 ж)

Рецензенттер:

Техника ғылымының докторы, профессор Джакипбекова Н.О.- М.Әуезов атындағы Өнтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің кафедра меңгерушісі;

Химия ғылымының кандидаты, доцент Шоманова Ж.К.-Павлодар мемлекеттік педагогикалық институтының жаратылыстану факультетінің деканы;

Химия ғылымының кандидаты Акимбекова К.Ж.-С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің доценті

Б38 Жапаргазинова К.Х.

Бейорганикалық химия: оқу құралы. – Павлодар, 2010. – 55 б.

ISBN 9965-539-82-0

Оқу құралы студенттердің «Бейорганикалық химия» пәнінен оқу тағлымы курсынан алған білімдерін тәжірибелік сабақтарында бекіту мен нығайтуға арналған. Оқу құралында химиялық реакциялардың жүру заңдылықтары, электрохимиялық үрдістердің, термодинамиканың мәні қысқаша берілген және лабораториялық жұмыстардың жұмыс барысы, есептеулер әдістемесі және бақылау сұрақтары келтірілген.

«Бейорганикалық химия» оқу құралы химиялық – технологиялық мамандықтарының студенттеріне арналған және мемлекеттік оқу стандарттарына, типтік бағдарламаларға сәйкес құрастырылған.

Б $\frac{1704000000}{00(05) - 06}$

УДК 54 (075.8)

ББ

К 24.1я73

ISBN9965-539-82-0

© Жапаргазина

К.Х., 2010

©С.

Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, 2010

Кіріспе

Лабораториялық жұмыстарға арналған оқу құралы бейорганикалық химия курсының негізгі тақырыптарына және бағдарламасына сәйкестіріп жазылған.

Әрбір лабораториялық жұмыстың алдында қысқаша теориялық мәліметтер келтірілген: негізгі заңдар мен түсініктер, химиялық процестер жүруінің заңдылықтары және олардың ерекшеліктері, периодтық заң мен зат құрылысы, тотығу-тотықсыздану реакциялар, электрохимиялық процестер, коррозия сияқты процестер қарастырылған. Осымен қатар, бақылау сұрақтары мен кейбір есептер берілген. Лабораториялық жұмыста қолданылатын аспаптардың суреттері және тәжірибе нәтижелерін өңдеу үшін қажетті формулалар келтірілген.

Ұсынылып отырған оқу құралы жоғары оқу орындарының бакалавр инженерлік мамандықтарын меңгеретін студенттерге арналған. Осы оқу құралы лабораториялық жұмыстарын өз бетімен жасауға және күрделі теориялық тақырыптарды түсінуге көмектеседі.

1 Лабораториялық жұмыстарды дайындау реті

Лабораториялық жұмыстың алдында студенттердің конспекттері тексеріледі және эксперименттер мағынасы анықталады.

Әрбір лабораториялық жұмыс жеке бетте ӨС-СҚ -02-03 стандарты бойынша сәйкестіріп жазылады. Лабораториялық жұмыстың есеп беруінің құрамында болу керек:

- 1) жұмыстың мақсаты;
- 2) берілген тақырып бойынша қысқаша теориялық мәліметтер;
- 3) эксперименталды бөлім, әр тәжірибенің реті, байқалған құбылыстар, өзгерістер, химиялық реакциялардың теңдеулері;
- 4) аспаптардың сызбанұсқасы;
- 5) есептеулер мен кестелер;
- 6) қорытындылар;

2 Химиялық лабораториядағы қауіпсіздік техникасының ережелері

2.1 Жалпы мәліметтер

Химиялық лабораторияда барлық жұмыстар оқытушының басшылығымен өтеді. Әр химиялық лабораторияда қауіпсіздік техникасының ережелері болуы тиіс және оларды түрлі жұмыстарды орындаған кезде сақтау керек.

1 Әрбір қатысушыға лабораториялық құрал-жабдықтармен қамтамасыз етілген белгілі тұрақты жұмыс орны беріледі.

2 Лабораториялық жұмыстарға қауіпсіздік техникасының ережелерімен танысқан қатысушылар ғана жіберіледі. Студенттер журналға өздерінің қауіпсіздік техникасы ережелерімен танысқаны жөнінде қол қояды.

3 Өрт қауіпсіздігінен қамтамасыз ету үшін лабораторияда әрқашан құрғақ топырақ, асбест жамылғысы және өртсөндіргіштер болуы керек.

4 Алғашқы көмек жасау үшін лабораторияда дәрі-дәрмек болуы керек.

5 Улы, ұшқыш және жағымсыз иіс бөлініп шығатын жұмыстарды тартпа шкафында өткізу керек.

6 Заттың иісін анықтағанда ыдысты өзіңізге жақын апаруға болмайды, өйткені бу немесе газдарды иіскеу тынысалу жолдарын тітіркендіруі мүмкін.

7 Электрқондырғыларды арнайы инструкциясыз пайдалануға болмайды. Оларды ток көзіне жалғаған кезде металл заттарды (кран, құбыр, т.б.) ұстауға болмайды.

8 Жұмыс аяқталған соң барлық электрқондырғыларды төк көзінен алып тастаңдар, зертханаға газ және су жіберуді тоқтатыңдар.

2.2 **Реактивтер және оларды дұрыс қолдану**

Тәжірибелерді жүргізген кезде ерітінділер мен қатты заттардың мөлшері және концентрациясы әдістемелік нұсқауларда көрсетілгенмен бірдей болу керек.

1 Ерітінділері және құрғақ заттары бар барлық шынысауыттарды жабық түрде ұстайды, оларды тек пайдаланған кезде ғана ашады.

2 Шынысауыттардың тығындарын ауыстырмау, сонымен қатар реактивтерді алған кезде құйғыларды ауыстырмау.

3 Зерттелетін ерітінділерді пробиркаларға тек құйғы көмегімен ғана құю. Құйғыны қолданған кезде оның ұшы пробирканың ішкі қабырғасына тимеу қажет.

4 Реактивтердің қалдығын қайтадан өзі алынған ыдысқа салмаңдар және құймаңдар. Өйткені бұл құрамын өзгертеді және бастапқы зат таза күйінде сақталмайды.

5 Жалпы қолданылатын реактивтерді жұмыс орнына әкетпеу; жалпы және жекеше қолданылатын реактивтердің орнын реттеп сақтау.

6 Заттардың дәмін татуға болмайды. Барлық реактивтер улы заттар.

7 Күміс, сынап тұздарының және концентрлі қышқылдардың, сілтілердің қалдықтарын тартпа шкафында орналасқан арнайы ыдыстарға құяды.

8 Пробирканы қыздырған кезде аузын өзіңе қаратуға болмайды.

9 Күйдіргіш заттармен жұмыс жасаған кезде келесі қауіпсіздік шараларын сақтау керек:

9.1 Көп мөлшерлі қышқылдарды, сілтілерді қолданған уақытта сақтаушы көзілдірікте және қолғапта жұмыс жасау керек.

9.2 Қышқылдарды сұйылтқан кезде оларды суға құяды. Керісінше емес.

Барлық төтенше жағдайлар жөнінде дереу оқытушыға немесе лаборантқа хабарлаңыз.

1 лабораториялық жұмыс. Мырыштың молярлі эквиваленттік массасын анықтау

Жұмыстың мақсаты. Қышқыл ерітіндісінен сутегіні ығыстыру арқылы әдісімен, металдардың эквиваленттік массасын анықтау тәсілін оқып үйрену

Теориялық кіріспе. Элементтің химиялық эквиваленті (Э) дегеніміз, оның сутегі атомдарының бір молімен әрекеттесетін, немесе химиялық реакция кезінде сутегіні сондай мөлшерінде қосылыстардан ығыстырып шығаратын мөлшерін айтамыз. Мысалы HBr және KBr молекулаларында сутегі атомдарының 1 молі (1,008 г) калий атомдарының 1 моліне (39,098 г) эквивалентті.

Заттың немесе элементтің қандай бөлігі сутегінің 1 моліне эквивалентті екенін көрсететін сан -эквивалент факторы деп аталады. Бұл өлшемі жоқ шама және оны $f_{\text{экв}}(X)$ деп белгілейді. Қосылыстағы элементтің (X) эквивалент факторы былай табылады

$$(1) \quad f_{\text{экв}}(X) = 1/n.,$$

мұндағы n - элементтің тотығу дәрежесі (абсолюттік мәні).

Әрбір реакцияларда эквивалент факторы стехиометриялық коэффициенттер негізінде есептеледі.

Эквиваленттік масса ($m^э$) деп заттың бір эквивалентінің г/моль мен алынған массасын айтады немесе элемент (X) эквиваленттік массасы –эквивалент факторы мен элементтің мольдік массаларының $M(X)$ көбейтіндісіне тең

$$m^э = f_{э\text{кв}}(X) \cdot M(X)$$

(2)

Жоғарыда келтірілген сутегінің және калийдің эквиваленттік массалары 1 г/моль және 39 г/моль.

Эквиваленттік көлем ($V^э$) деп заттың бір эквивалентінің берілген жағдайда алатын көлемін айтады. Эквиваленттік көлемді газдардың мольдік көлемі арқылы табады. Кез келген газдың 1 молі қалыпты жағдайда 22,4 л көлем алады. Мысалы, азоттың (N_2) 22,4 литрінде азот атомдарының 2 молі бар ($14 \cdot 2 = 28$ г). Азоттың эквивалент факторы $1/3$ мольге тең болғандықтан, $m^э = f_{э\text{кв}}(X) \cdot M(X) = 1/3 \cdot 14 = 4,7$ г/моль. Азот молекуласының 1 молі ($14 \cdot 2 = 28$ г) 22,4 л болады. Пропорция арқылы азоттың эквиваленттік көлемін табамыз

$$\begin{array}{l} 28 \text{ г /моль} \quad \text{---} \quad 22,4 \text{ л} \\ 4,7 \text{ г/моль} \quad \text{---} \quad V^э ; \\ V^э = (4,7 \cdot 22,4) / 28 = 3,7 \text{ л.} \end{array}$$

Күрделі заттардың эквиваленттік массаларын табу үшін олардың мольдік массаларын әрбір бөлшектің жаңадан түзген химиялық байланыстар санына бөлу арқылы есептейді.

а) Қышқылдар мен негіздердің алмасу реакциялар кезіндегі эквиваленттік массаларын табу үшін олардың мольдік массаларын (M) ығыстыралған сутегі иондар H^+ (n_H) немесе гидроксид тобы OH^- санына (n_{OH}) бөлу керек:

$$m_{\text{ҚЫШҚЫЛ}} = M_{\text{ҚЫШҚЫЛ}} / n_{\text{H}} ;$$

(3)

$$m_{\text{НЕГІЗ}}^{\text{Э}} = \frac{M_{\text{НЕГІЗ}}}{n_{\text{ОН}}}$$

б) Тұздардың эквивалент факторы мына формула арқылы анықталады:

$$f_{\text{ЭКВ}}(X) = 1/N \cdot z$$

(4)

мұндағы N- ығыстырылған катиондар немесе аниондар саны;

z- сол иондардың заряды;

ал тұздардың және оксидтердің эквиваленттік массалары 5-ші формула арқылы есептеледі: мольдік массалары ($M_{\text{ТҰЗ}}$) немесе ($M_{\text{ОКСИД}}$) металл атомдар саны (n) мен сол металдың валентлік (B) көбейтіндісіне бөлінеді

$$m^{\text{Э}}_{\text{ТҰЗ}} = M_{\text{ТҰЗ}} / (n \cdot B)$$

(5)

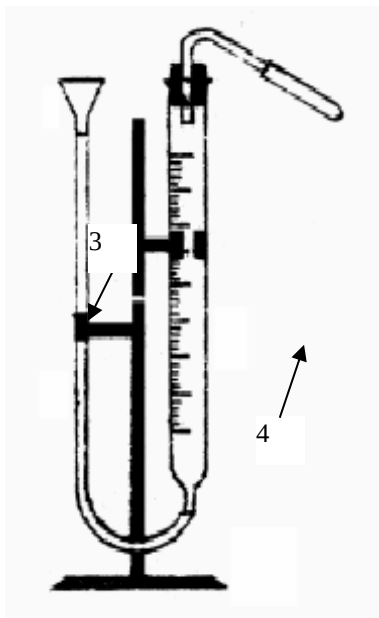
Жалпы қарастырғанда эквивалент пен эквивалент факторын, эквиваленттік массаны анықтау үшін зат қандай реакцияға қатысатынын білуіңіз қажет:

- бір заттың эквиваленттік массасы жүретін реакцияға байланысты әр түрлі болуы мүмкін;
- эквивалент факторы әр қашанда бірге немесе бірден кіші мәнге ие болады.

Эквиваленттер заңы: «Әрекеттесетін заттардың массалары (көлемдері) олардың эквиваленттік массаларына (көлемдеріне) пропорционал болады»

$$m_1 / m_2 = m^{\text{Э}}_1 / m^{\text{Э}}_2$$

(6)



Эквивалент заңының негізінде реакцияға қатысатын және оның нәтижесінде түзілетін заттардың массаларын немесе көлемдерін есептеп, табуға болады.

Жұмыстың орындалуы.

Мырыштың эквиваленттік массасын анықтау үшін, 1 суреттегідей аспап қолданылады.

Бұл аспап түтік (1), бюретка (2), құйғы (3) және пробиркадан (4) тұрады. Бюретка, резиналы түтік және құйғы сумен толтырылады.

Тәжірибенің алдында аспаптың герметикалығын (ауа жібермеуін) тексеріңіз. Ол үшін тұрғы сақинасында тұрған құйғыны төмен түсіріп (10-15 см), бюреткадағы су деңгейіне назар аударыңыз. Егер осы кезде бюреткадағы су деңгейі аздап төмендеп, одан кейін тұрақты болса, онда аспап герметикалы деп саналады.

1 сурет Пробиркаға 5 мл сұйытылған тұз

қышқылын /HCl/ құйыңыз.

Пробирканың қабырғасына мырыштың өлшенген бөлігін салыңыз (қышқылға тігізбей). Пробирканы баяулап аспапқа қосыңыз. Бюреткадағы судың деңгейін құйғыдағы су деңгейімен теңестіріп, оны жазып алыңыз. Одан кейін мырышты қышқыл ерітіндісіне түсіріңіз. Металл мен қышқыл әрекеттесу кезінде түзілген сутегінің қысымы, бюреткадағы суды төмен түсіреді. Реакция біткен соң, пробирка бөлме температурасына дейін суығанша тоса тұраңыз, одан кейін бюреткамен құйғыдағы су деңгейін теңестіріп, бөлінген газдың көлемін жазып алыңыз.

Тәжірибе (ауа) температурасын, атмосфералық қысымды өлшеп және кесте бойынша тәжірибе температурасындағы су буының қысымын анықтап 1-ші кестеге жазыңыз

1 кесте

Мырыштың массасы, г	Тәжірибенің шарты		Бюреткадағы судың деңгейі, см ³		Түзілген сутегінің көлемі, см ³
	температура, °C	қысым, Па (с.б.б.)	Тәжірибе-ге дейін	Тәжірибе-ден кейін	
m_{Zn}	t^0	P	V_1	V_2	$V_{H_2} = V_2 - V_1$

Тәжірибенің нәтижелерін өңдеу

1 Берілген (7) формула бойынша бөлінген сутектің көлемін қалыпты жағдайға келтіру керек

$$(7) \quad V_0 = \frac{V_{H_2}(P - h) \cdot 273}{P_0 \cdot T}$$

мұндағы: h - берілген температурадағы су буының қысымы, Па

2 Қалыпты жағдайдағы сутектің мольдік көлемі 22,4 л және салмағы 2 грамм тең екенін ескере отырып, түзілген сутектің салмағын анықтау керек. Барлық берілгендерді бір жүйеге келтіре отырып, пропорция құрастырыңыз.

$$\begin{aligned} 22,4 - 2\text{г} \\ V_0 - X\text{г} \end{aligned}$$

3 Мырыштың молярлі эквиваленттік массасын (8) формула бойынша есептеңіз

$$(8) \quad m^{\text{э}} = \frac{m_{Zn} \cdot m_H^{\text{э}}}{m_{H_2}}$$

мұндағы: $m_H^{\text{э}}$ - сутектің эквиваленттік массасы, г/моль; m_{H_2} - бөлінген сутегі газының салмағы, г; m_{Zn} - мырыштың салмағы, г.

4 Мырыштың атомдық салмағы (A_{Zn}) мен валентілігін (B) біле отырып, оның эквиваленттік массасын теория бойынша есептеу керек

$$(9) \quad m_{Zn(\text{теор.})}^{\text{э}} = \frac{A_{Zn}}{B_{Zn}}$$

5 Тәжірибенің қателігін 10-ші формула бойынша есептеңіз

$$K(\%) = \frac{m_{\text{теор}}^{\text{э}} - m_{\text{пркат}}^{\text{э}}}{m_{\text{теор}}^{\text{э}}} \cdot 100$$

(10)

Бақылау сұрақтары

1. Эквиваленттік масса дегеніміз не? Неге элементтердің мольдік массасы тұрақты шама, ал эквиваленттік массасы тұрақты емес?
2. Қандай жағдайда күкірт қышқылының эквиваленттік массасы ең кіші мәнге ие болады: а) ол қышқылдық тұзға; б) орташа тұзға; в) күкірт диоксидіне; г) бос күйдегі күкіртке айналғанда?
3. Металдың 16,74 г тотыққанда оның 21,54 г оксиді түзілді. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз (г/ моль);
4. Тұз қышқылымен әрекеттескендегі $\text{Al}(\text{OH})_3$ эквиваленттік массасын анықтаңыз:
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl} = \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
5. Оксид құрамында 50 % өттегі бар. Элементтің эквиваленттік массасын анықтаңыз.
6. Қалыпты жағдайда өттегінің 4 эквиваленті қандай көлем алады?
7. Қышқылдың эквиваленттік массасын анықтаңыз, егер оның 0,366 г бейтараптау үшін натрий гидроксидінің 0,292 г қажет.

2 лабораториялық жұмыс. Көміртегі /IV/ оксидінің мольдік массасын анықтау

Жұмыстың мақсаты: Кипп аппараты арқылы көміртегі /IV/ оксидінің мольдік массасын анықтау

Теориялық кіріспе. Газдың күйі оның температурасымен, қысымымен және көлемімен сипатталады. Егер газдың температурасы 0°C тең, ал қысымы атмосфералық қысымға (101,325 кПа немесе 760 мм с.б.б.) тең болса, осы шарттағы газдың күйі – қалыпты деп аталады. Осы шарттағы газдың көлемін V_0 , ал қысымды – P_0 деп белгілейміз. Бойль-Мариотт заңы бойынша: тұрақты температурада берілген газдың көлемі оның қысымына кері пропорционал болады:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{немесе} \quad P \cdot V = \text{const}$$

(11)

мұндағы P- қысым, V- газдың көлемі.

Гей-Люссак заңы бойынша: тұрақты қысымда газдың көлемінің өзгеруі температураға тура пропорционал болады, яғни

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{немесе} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

(12)

мұндағы T -температура К (кельвин).

Газдың көлемі, қысымы және температура арасындағы тәуелділігін Бойль-Мариотт пен Гей-Люссактың біріккен газ заңы көрсетеді:

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

(13)

мұндағы $P_0V_0T_0$ - қалыпты жағдайдағы қысым, газдың көлемі және температура ($P_0=101,325$ кПа, $T_0= 273$ К): ал PV -берілген температурадағы (T) газдың қысымы мен көлемі.

Әдетте бұл формула басқа жағдайдағы көлемі белгілі болса берілген жағдайдағы газдың көлемін есептеуге қолданады.

Массасы мен мөлшері берілген газдың көлемін есептеу үшін Менделеев-Клапейрон теңдеуін қолданады:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

(14)

немесе

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

(15)

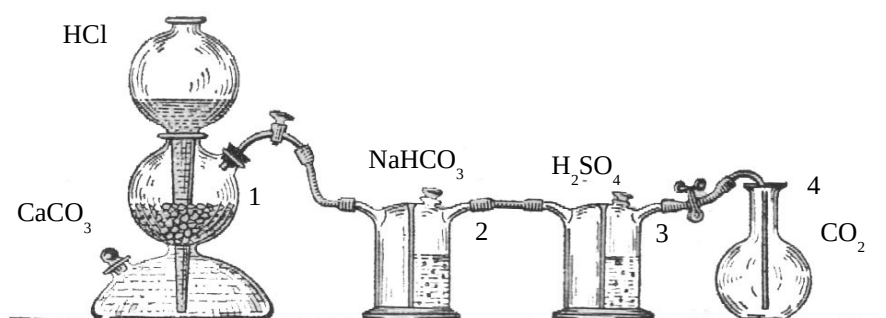
мұндағы n – газдың моль саны, m – масса (г), M – газдың молярлық массасы (г/моль), R – универсал газ тұрақтысы.

Жұмыстың орындалуы.

Көміртегі /IV/ оксидінің мольдік массасын анықтау үшін 2 –ші суреттегідей аспап қолданылады:

1. Кипп аппараты
2. NaHCO_3 ерітіндісімен толтырылған Тищенко склянкасы
3. Концентрлі H_2SO_4 –пен толтырылған Тищенко склянкасы
4. Жалпақ түпті колба

Кипп аппаратында мәрмәрға 10%-к тұз қышқылының әсерінен алынған көміртегі /IV/ оксиді, 2 склянкада хлорсутектен босатылады және 3 склянкада кептіріледі.



2 сурет Көміртегі /IV/ оксидін алуға арналған аспап

Таза және құрғақ колбаны резиналы тығынмен жабыңыз. Колбаны тығынымен бірге квадранттық таразыда өлшеңіз. Ауасы бар колбаның массасын жазып алыңыз (m_1).

Колбаны көміртегі /IV/ оксидімен толтырыңыз. Ол үшін 3 склянкадан колбаның түбіне дейін газ өткізетін түтікшені түсіріп, 3-4 минут бойы Кипп аппаратынан көміртегі /IV/ оксидін жіберіңіз. Содан кейін, қранды жаппай, түтікшені шығарып, колбаны тығынмен жабыңыз; тығын деңгейшесіне дейін кіру керек. Содан кейін Кипп аппаратының қранын жабыңыз.

Колбаны көміртегі /IV/ оксидімен бірге квадранттық таразыда өлшеңіз (m_2).

Колбаны көміртегі /IV/ оксидімен толтыру тәжірибесін қайталаңыз. m_3 салмағы m_2 салмағынан $\Delta=0,01$ г көп болмай ерекшелену керек. Егер де салмақ айырмашылығы осы шамадан артық болса, колбаны үшінші рет толтырып, қайта өлшеңіз. Екі дәйекті өлшеу айырмасы $\Delta=0,01$ г аралығында болғанша, қайталай беріңіз. Барометр бойынша атмосфералық қысым (P) анықталады және температурасын ($t^{\circ}\text{C}$) жазып алынады.

Белгілеген деңгейге дейін колбаны сумен толтырып, көлемін өлшеңіз. Ол үшін колбадағы суды цилиндрге құйып алып, өлшеңіз. Судың көлемі көміртегі /IV/ оксидінің көлеміне тең.

2 кесте

Колба мен тығынның массасы (m_1), г	Колба мен CO_2 массасы (m_2), г	Колба мен CO_2 массасы (m_3), г	Колбаның көлемі, мл	Сыныптағы температура, $^{\circ}\text{C}$	Температура, К	Сыныптағы атм қысым, с.б.б.

Тәжірибенің нәтижелерін өңдеу

1 Колбадағы көміртегі /IV/ оксидінің массасын есептеңіз:

$$m_{\text{CO}_2} = m_2 - m_1 + m_{\text{ауа}}, \quad (16)$$

Мұндағы $m_{\text{ауа}}$ - колбадағы ауаның массасы, г.

2 m_1 және m_2 мәндері тәжірибе нәтижесінде белгіленді. Колбадағы ауаның массасын Менделеев- Клапейрон теңдеуі бойынша есептейді:

$$m_{\text{ауа}} = \frac{P \cdot V \cdot M_{\text{ауа}}}{R \cdot T}. \quad (17)$$

Мұндағы: R – универсал газ тұрақтысы (қысым мен көлем өлшем бірлігіне байланысты); $R=8,31$ Дж/моль \cdot К немесе $R = 0,082$ л \cdot атм /К \cdot моль;

Ауаның орташа молекулярлық массасы $M_{\text{ауа}}=29$ г/моль тең, температура $T = 273 + t^{\circ}$, онда ауаның массасы:

$$m_{\text{ауа}} = \frac{29 \cdot P \cdot V}{R \cdot (273 + t)}. \quad (18)$$

Содан кейін, көміртегі /IV/ оксидінің массасын есептеңіз m_{CO_2} .

3 Көміртегі /IV/ оксидінің мольдік массасын Менделеев –Клапейрон теңдеуі бойынша анықтайды.

4 Көмір /IV/ оксидінің теориялық мәнін ($M_{\text{теор.}}$) біле тұра, тәжірибенің салыстырмалы қателігін мына формула арқылы есептеңдер:

$$\% \text{) } K = \frac{M_{\text{теор}} - M_{\text{практ.}}}{M_{\text{теор}}} \cdot 100\%. \quad (19)$$

Бақылау сұрақтары

1 Моль деп нені айтады? Бір мольде заттың қандай мөлшері болады?

2 Заттың молекулярлық массасы деп нені айтады? Оны қалай есептейді?

3 Газдың салыстырмалы тығыздығы деп нені айтады? Салыстырмалы тығыздық бойынша қандай есептеулер жүргізуге болады?

4 200 мл ацетиленнің (қ. ж.) массасы 0,232 г тең. Ацетиленнің мольдік массасын есептеңіз.

5 Газдың мольдік массасын есептеңіз, егер оның 600 мл (қ.ж.) массасы 1,714 г тең.

6 Температура 17°C және қысым 101,33 кПа болғанда ауаның 1 кг қандай көлем алады?

7 Температура 0°C , қысым 101,33 кПа болғанда $0,001 \text{ м}^3$ газдың массасы 1,25 г тең. Осы газдың мольдік массасын және 1 молекуласының массасын есептеңіз.

3 лабораториялық жұмыс. Периодтық жүйедегі элементтердің және олардың қосылыстарының қасиеттерінің өзгеруі

Жұмыстың мақсаты. Элементтер және олардың оксидтері мен гидроксидтер қасиеттерінің период пен топ бойынша өзгеруін оқып үйрену.

Теориялық кіріспе. Атомдар құрылысы, электрондық формулаларының құрылымы заттардың химиялық қасиеттерін және олардың басқалармен әрекеттесу қабілетін түсіндіруге мүмкіндік береді. Д.И. Менделеевтің периодтық заңы: Элементтердің, олардың жай және күрделі қосылыстарының қасиеттері атомның ядро зарядына периодтық тәуелділікте болады (1869 ж.). Периодтық заңның графикалық түрі – элементтердің периодтық жүйесі болады (қосымша А қара). Периодтық жүйесі 7 период пен 8 топтан тұрады.

– сілтілік металмен басталып, инертті газбен аяқталатын элементтер жиынтығы период деп аталады. Атомның квант қабатының саны периодтың нөміріне тең.

– сыртқы квант қабатындағы электрондар саны бірдей элементтер жиынтығы топ деп аталады. Топ екі топшаға (негізгі және қосымша) бөлінеді. Валенттік (яғни химиялық байланыстарды түзуге қатысатын) электрондардың саны топ нөмірі арқылы анықталады.

– Элементтің заряды мен атомдағы электрондардың жалпы саны элементтің рет нөмірі арқылы көрсетіледі.

– электрондарды квант қабаттарының деңгейшілеріне бөлініп жазылуы элементтің электрондық формуласы деп аталады. Ал электрондардың орбитальдарға (ұяшықтарға) таратылып орналасуы элементтің электрондық конфигурациясы болып табылады.

– Атомдар квант қабаттарына электрондар үш принципі: Паули принципі, Гунд ережесі, минимал энергия принципі (Клечковский ережелері) негізінде толтырылады.

Электрондық құрылысы бойынша барлық химиялық элементтер 4 түрлі бола алады. Негізгі топша элементтерінің валенттік электрондары сыртқы қабаттың s- немесе s- және p-деңгейшесіне толтырады (s- және p-элементтер деп аталады). Қосымша топша

элементтерінің валенттік электрондары сыртқы қабаттың s-деңгейшесіне және сырттан санағанда ішкері жатқан екінші квант қабатының d-деңгейшесіне, үшінші квант қабатының f-деңгейшесіне орналасады (d-және f-элементтер деп аталады).

Элементтердің келесі қасиеттері периодтық тәуелділік бойынша өзгереді: атомдар радиустары, иондану энергия, электротерістілік, металдық-бейметалдық, қышқылдық-негіздік және тотығу-тотықсыздану қасиеттері.

Элементтердің атом радиустары –бұл олардың ядродан сыртқы электрон қабатының тығыздығы ең үлкен орнына дейінгі арақашықтық. Период бойынша ядро зарядының өсуіне байланысты атомдар радиустары кішірейеді. Сондықтан, әрбір периодта сілтілік металдардың радиустары ең үлкен деп саналады. Топ бойынша, электрон қабаттарының өсуіне қарай, атом радиустары ұлғаяды.

Қалыпты күйдегі атомнан бір электронды үзіп алу үшін жұмсалатын энергия мөлшері иондану энергиясы деп аталады. Бір периодтағы ядро зарядының өсуіне қарай элементтердің иондану энергиясы артады, ал топ бойынша – азаяды. Сондықтан, элементтердің тотығу қасиеттері периодтарда солдан оңға қарай күшейеді, ал топта үстінен төмен қарай қарастырғанда, керісінше- тотығу қасиеттері әлсірейді, яғни тотықсыздану қасиеттері артады.

Заттардың қышқылдық-негіздік мінезі элементтің электротерістілігіне және тотығу дәрежесіне тәуелді. Мысалы, электротерістілігі жоғары элементтердің оксидтері, яғни бейметалдардың, қышқылдық оксидтері болып саналады, ал оларға сәйкес гидроксидтер-қышқылдар болып шығады. Металдар оксидтерінің мінезі олардың құрамына кіретін оттегі мөлшеріне байланысты, яғни металдың тотығу дәрежесіне. Неғұрлым металдың тотығу дәрежесі жоғары болса, соғұрлым оның қышқылдық қасиеттері артады. Жалпы қарастырғанда, оксидтер мен гидроксидтер мінезін былай тұжырымдауға болады: тотығу дәрежесі +3 кіші болса, оксид -негіздік болып шығады; тотығу дәрежесі

+3,+4 -амфотерлі оксид, ал +4 жоғары болса - қышқылдық оксид болады.

Сонымен, периодтық жүйдегі элементтің орны мен атом электрон қабаттар құрылысының негізінде элементтердің химиялық қасиеттерін болжауға болады.

Жұмыстың орындалуы

1 тәжірибе. Үшінші периодтағы оксидтер мен гидроксидтерінің химиялық қасиеттерінің өзгеруі.

1.1 Натрий металының ауамен және сумен әрекеттесуі. Шыны ыдыстағы керосинге салынған натрий металының кішкене бөлшегін қысқышпен алып фильтр қағазына қойыңыз. Оны пышақпен кесіңіз. Металдың жаңа кесілген жерінің өзгеруін бақылаңыз. Металдың өте кішкене бөлшегін кесіп алып, металды суы бар химиялық ыдысқа тастаңыз, өте күшті реакция жүреді. Ыдыстағы алынған ерітіндіге 1-2 тамшы фенолфталеин ерітіндісін қосыңыз.

1.2 Магнийдің сумен әрекеттесуі. Суы бар пробиркаға магнийдің аздаған бөлшегін (немесе магний оксидін) салып, және 1-2 тамшы фенолфталеин ерітіндісін тамызыңыз. Пробирканы спиртовка жалынына қыздырып, ерітінді түсінің өзгеруін түсіндіріңіз. Реакция теңдеуін жазыңыз.

1.3 Фосфордың жануы. Керамика пластинасына аздаған мөлшерде алынған қызыл фосфор бөлшегін салыңыз. Оны сіріңкемен тұтатып, фосфор тұтанысымен оны құйғымен жабыңыз. Құйғының үстіне құрғақ пробирка кигізілген. Ауа кіріп тұру үшін құйғының шетіне сіріңке қою керек. Жанудан пайда болған ақ түтін құйғы қабырғасына қонады. Фосфор жанып болған соң, құйғыны пробиркамен бірге алыңыз. Аздаған таза дистилленген сумен құйғы қабырғасындағы ақ түтінді шайып, пробиркаға түсіріңіз. Алынған ерітіндіге метилоранж ерітіндісінен 1-2 тамшы қосып тексеріңіз. Реакция теңдеуін жазыңыз.

1.4 Күкірттің жануы. Колбаның 1/3 бөлігіне дейін дистилленген су құйып, оған 2-3 тамшы метилоранж қосыңыз. Одан кейін металл

қасығына кішкене күкірт бөлшегін қойып, оны өт жалынына ұстаңыз. Күкірт тұтанысымен қасықты суы бар колбаға түсіріңіз /суға тигізбей/. Колбаны мақта тығынымен бекітіп, күкірт жанып болған соң қасықты шығарып алып колбадағы суды араластырыңыз. Ерітінді түсінің өзгеруіне назар аударыңыз. Реакция тендеуін жазыңыз.

1.5 Амфотерлі қосылыстардың қасиеттері. Үшінші периодтан амфотерлі элемент табып, пробиркада оның гидроксидін алыңыз /берілген реактивтер бойынша/. Алынған гидроксидті /тұнба / екі

3 кесте

Элемент	Na	Mg	Al	P	S	Cl
Оксидтің формуласы						
Гидроксидтің формуласы						
Оксидтер мен гидроксидтердің химиялық қасиеттері						
Периодтағы элемент-тер мен қосылыстар қасиеттерінің өзгеруі туралы қорытынды						

пробиркаға бөліп құйыңыз. Түзілген тұнбаның амфотерлігін дәлелдеу

үшін бірінші пробиркаға -тұз қышқылын (HCl), екіншісіне -сілті ерітіндісін (NaOH) құйыңыз. Қай пробиркада тұнба ериді? Жүрген реакцияны түсіндіріп, тендеуін жазыңыз. 3-ші кестені толтырыңыз.

1 тәжірибе. 5-топтағы негізгі топшаның оксидтер мен гидроксидтерінің химиялық қасиеттерінің өзгеруі

2.1 Сурьма гидроксидінің қасиеттері. Пробиркаға 2-3 мл мөлшеріне дейін сурьма хлоридінің ерітіндісін құйыңыз. Алынған ерітіндіні екі пробиркаға бөліп құйыңыз. Біріншісіне -тұз қышқылының / HCl /, екіншісіне -сілті ерітіндісін /NaOH/ қосыңыз. Екі жағдайда да ақ тұнбаның толық ерігенін қараңыз.

Жүріп жатқан құбылысты түсіндіріңіз. Реакция теңдеулерін жазыңыз.

2.2 Висмут гидроксидінің қасиеттері. Пробиркаға 2-3 мл висмут нитратының ерітіндісін құйыңыз, оған тамшылап натрий гидроксидін қосыңыз. Алынған тұнбаны екі пробиркаға бөліп, біріншісіне – сұйытылған азот қышқылын / HNO_3 /, екіншісіне- сілті ерітіндісін құйыңыз. Қай пробиркада ақ тұнба ерімейді ? Реакция теңдеулерін жазыңыз. 4-ші кестені толтырыңыз.

4 кесте

Элемент	(III-валентті) оксидтің формуласы	Гидроксид формуласы	Химиялық қасиеті	5 топтың элементтерінің қасиеттерінің өзгеруі
N				
P				
As				
Sb				
Bi				

Бақылау сұрақтары

1. Металдар мен бейметалдар атомдарының сыртқы қабатында қанша электрон орналасады?

2. Иондану энергиясы дегеніміз не? S- және P – элементтерінің реттік нөмірі өскен сайын химиялық тұрақтылығы қалай өзгереді? Неліктен?

3. Егер $(n+1)$ қосындысы 5, 6, немесе 7 тең болса Клечковский ережелерін пайдалана тұрып электрондық орбитальдардың толтыру кезегін анықтаңыз.

4. Күкірт, селен және теллур элементтерінің ішінен қайсысы ең жоғары қышқылдық қасиетің көрсетеді?

5. Периодтық жүйедегі орның көре отырып: екі гидроксидтің қайсы күштірек: $\text{Be}(\text{OH})_2$ немесе $\text{Mg}(\text{OH})_2$?

6. Cl, V, Mn атомдарының қозған күйінде қашша бос 3d- орбитальдары бола алады?.

7. 8,13,53,63-ші элементтер атомдарының электрондық формулаларын жазыңыз. Осы атомдардың

қалыпты және қозған күйдегі валентліктерін анықтаңыз.

4 лабораториялық жұмыс. Бейтараптау реакцияның жылу эффектісін анықтау

Жұмыстың мақсаты. Калориметриялық өлшеу әдістемесімен танысу; күкірт қышқылын сілтімен бейтараптау реакциясының жылу эффектісін анықтау және термохимиялық есептеулер жүргізу.

Теориялық кіріспе. Химиялық реакциялар әр қашанда энергетикалық эффекттерімен жүреді, яғни энергия бөлінеді немесе сіңіріледі. Химиялық процесс энергетикасын зерттеу- химиялық термодинамиканың негізі деп саналады. Химиялық реакцияның жылу эффектісін зерттейтін термодинамика бөлімі термохимия деп аталады.

Термодинамиканың бірінші заңы: жүйеге берілген жылу (Q) оның ішкі энергиясын (U) жоғарылатуға және белгілі бір жұмыс (A) атқаруға жұмсалады

$$\Delta Q = \Delta U + A \quad (21)$$

Егер процесс тұрақты қысымда жүретін болса ($P = \text{const}$, A-ұлғаю жұмысы), онда бұл реакцияның жылу эффектісі жүйенің энтальпиясының өзгеруіне (12), ал тұрақты көлемде ($V = \text{const}$) - ішкі энергия өзгеруіне тең болады (1)

$$Q_p = \Delta U + p \cdot \Delta V = \Delta H \quad (22)$$

мұнда, ΔH - энтальпияның өзгеруі

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \quad (23)$$
$$Q_v = \Delta U \quad (24)$$

Жылу бөле жүретін экзотермиялық реакцияларда жүйенің энтальпиясы азаяды ($\Delta H < 0$, $\Delta U < 0$). Жылу сіңіре жүретін эндотермиялық реакциялар кезінде жүйенің энтальпиясы артады ($\Delta H > 0$, $\Delta U > 0$).

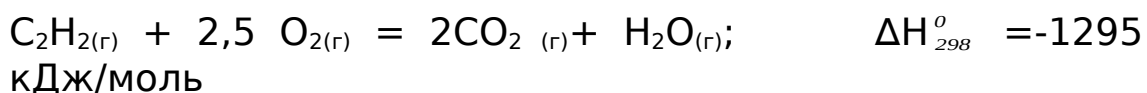
Химиялық реакция теңдеуінде жылу эффектілері көрсететін теңдеулерді термохимиялық теңдеулер деп атайды. Бұл теңдеулерде жылу эффектілерді заттың молі бойынша берілетіндіктен коэффициент мәндері бөлшек сан болуы мүмкін. Реакцияның жылу эффектісі заттардың күйіне тәуелді болғандықтан, термохимиялық теңдеулерде олардың фазалық күйін, аллотропия түрін көрсету кажет.

Берілген заттың түзілу жылуы ΔH (энтальпиясы) деп жай заттардан бір молі қосылыс түзілетін кезіндегі жылу эффектісін айтады. Жылу эффектілер стандартты жағдайда өлшенген болғандықтан ($T=298$ К, $P=101,325$ кПа), оларды стандартты түзілу жылу немесе стандартты түзілу энтальпиясы (ΔH_{298}°) деп айтады. Термохимиялық есептеулер көбінесе стандартты түзілу энтальпия мәндері бойынша жүргізіледі.

Жай заттардың түзілу жылулары стандартты жағдайда нөлге тең деп саналады. Процестер өз бетінше энтальпия азаю жағына қарай жүреді ($\Delta H < 0$).

Кейбір органикалық заттар (отын ретінде қолдыналатын) түзілу жылуын тура анықтауға мүмкіндік болмайды, өйткені олар жай заттардан синтез арқылы алынбайды. Сондықтан, отындардың ең маңызды сипаттамасы - олардың жану жылуы болады. Берілген заттың стандартты жану жылуы деп заттың бір молі жанған кезіндегі жылу эффектісін айтады ($T=298$ К, $P=101,325$ кПа). Мысалы, графиттің 12 г (1 молі) жану жылуы 393,6 кДж/моль құрайды.

Ацетиленнің жану жылуы берілген реакцияның жылу эффектісіне тең болады



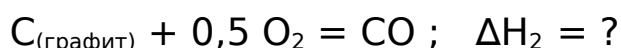
Термохимия саласындағы маңызды заңдардың бірі - Гесс заңы (1840): реакцияның энтальпиясы оның бастапқы және соңғы күйіне ғана байланысты, ал

процестің аралық сатыларына байланысты болмайды. Қиын анықталатын, немесе анықтауға келмейтін реакциялардың жылу эффектілерін Гесс заңының негізінде есептеуге болады:

Мысал: CO газының түзілу жылуын былай есептеуге болады, егер көміртегі толық жануын



жеке екі сатыларға бөлсек:



Гесс заңы бойынша $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, сондықтан $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3 = -393,6 - (-283,1) = -110,5 \text{ кДж/моль}$.

Гесс заңынан маңызды салдар шығады: химиялық реакция энтальпиясының өзгерісі реакция өнімдерінің түзілу энтальпияларының қосындысынан бастапқы заттар түзілу энтальпиясының қосындысын алғанға тең

$$\Delta H_{x.p} = \sum / m \Delta H^\circ /_{\text{енім}} - \sum / n \Delta H^\circ /_{\text{баст.}} \quad (25)$$

мұнда m, n – реакция теңдеуіндегі әр заттың моль саны.

Термодинамикада жиі қолданылатын энтропия (S) деген тағы бір түсінік бар. Энтропия дегеніміз – берілген күйді іске асыру үшін мүмкіндіктер (W) өлшемін айтамыз.

$$S = k \ln W$$

(26)

Жүйедегі бөлшектер саны артқан сайын, макрокүйлер құрастырудың әдістер саны күрт өсіп кетеді, онда жүйедегі тәртіпті рәтсіздік ретінде қарастыру жөн. Сондықтан, энтропия -рәтсіздіктің сандық өлшемі ретінде саналады. Процестер өз бетінше рәтсіздік ұлғаю жағына қарай жүреді ($\Delta S > 0$).

Энтропия, энтальпия және ішкі энергия - заттың күй функциялары болғандықтан, олар заттың фазалық күйіне, температураға және қысымға тәуелді болатын шамалар.

Химиялық процестер көбінесе тұрақты қысымда және тұрақты көлемде жүреді. Осы жағдайда ($p, V = \text{const}$) процестің өз бетінше жүруін Гиббс энергиясының мәні бойынша анықтайды

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad (27)$$

мұнда, ΔH - энтальпия, ΔS - энтропия; T - температура, Кельвин шкаласы бойынша.

Гиббс энергиясы заттың реакцияға түсу қабілетін көрсетеді, ал оның мәнінің оң не теріс болуы бағытын, ал молшері процестің жүру шамасын көрсетеді. Химиялық реакция кезіндегі Гиббс энергиясының өзгеруін оның Гиббс энергиясы деп атайды. Гиббс энергиясының өзгеруі процестің жүру не жүрмеуі жөнінде мағлұмат береді.

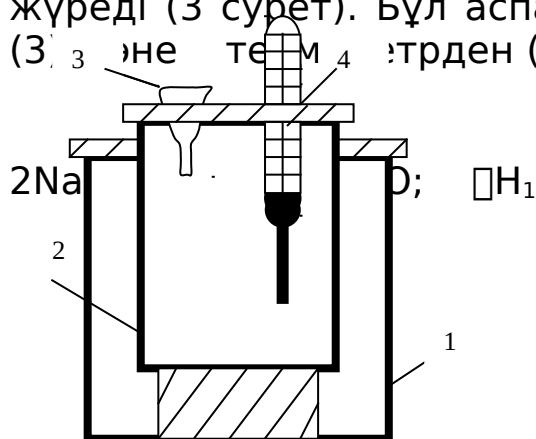
Реакцияның өздігінен жүру шегінің жағдайы $\Delta Q < 0 \cdot \Delta S$ пен ΔQ мәндерін ΔH мәні есептегендей есептейді / Гесс заңы бойынша/:

$$\Delta S_{x.p} = \sum (mS^\circ)_{\text{өнім}} - \sum (nS^\circ)_{\text{баст}}; \quad (28)$$

$$\Delta Q_{x.p} \leq \sum (m\Delta Q^\circ)_{\text{өнім}} - \sum (nQ^\circ)_{\text{баст}} \quad (29)$$

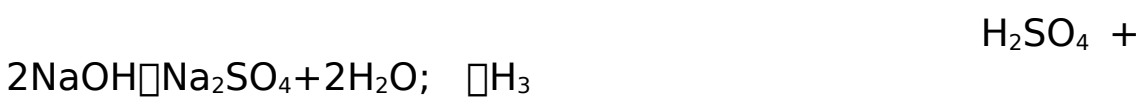
мұнда, m, n - реакцияға қатысқан заттың моль саны.

Жұмыстың орындалуы. Реакциялардың жылу эффектісін анықтау калориметр деп аталатын аспапта жүреді (3 сурет). Бұл аспап сыртқы (1), ішкі (2), құйғы (3) және термометрден (4) тұрады.





Бейтараптау (II) Бір стадиядағы толық әдісі)



3 сурет

1 тәжірибе. Екі сатыда күкірт қышқылын бейтараптау.

Калориметрлік стақанға 50 мл H_2SO_4 ерітіндісін құйыңдар. Температураны (t°) өлшеу керек. Екі цилиндрге 25 мл сілті ерітіндісін (NaOH) өлшеп алыңдар. Қышқыл ерітіндісіне тез және төкпей бір цилиндрдегі сілтіні құйыңдар. $NaHSO_4$ тұздың алынған ерітіндісін шайқау жолымен араластырыңдар және тез максималды температурада $/t_2/$ өлшеңдер. $NaHSO_4$ тұздың алынған ерітіндісіне тез екінші цилиндрдегі сілтінің ерітіндісін құйыңдар және кейін Na_2SO_4 орта тұз ерітіндісінің максималды температурасын $/t_3/$ белгілей отырып өлшендер. Тәжірибе нәтижесін 5-ші кестеге жазыңдар.

2 тәжірибе. Бір сатыда H_2SO_4 -ты бейтараптау.

Калориметрлік стақанға 50 мл күкірт қышқыл ерітіндісін құйыңдар. t° температураны өлшендер. Күкірт қышқыл ерітіндісіне 50 мл сілті ерітіндісін (NaOH) құйыңдар. Ерітіндіні араластырып, максималды температураны өлшендер $/t_2/$. Тәжірибе нәтижесін 6-ші кестеге жазыңдар.

5 кесте

Саты	Жалпы көлем	Тұз ерітіндісі	Температура $\square C$
------	-------------	----------------	-------------------------

	, см ³ (мл)	Тығыздығы г/см ³	Меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/г·К	Бастапқы	соңғы	Δt, °C
1	75	1,049	5,02			
2	100	1,051	6,27			

6 кесте

Жалпы көлем, см ³ (мл)	Тұз ерітіндісі		Температура, °C		Δt, °C
	Тығыздығы, г/см ³	Меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/г·К	Бастапқы	соңғы	
100	1,051	5,64			

Бейтараптау реакциялар нәтижесінде бөлінген жылу (Q) мына формуламен есептеледі:

$$Q = V \cdot d \cdot c \cdot \Delta t \cdot 0,001$$

(30)

мұндағы V- калориметрдегі ерітіндінің жалпы көлемі, см³

d- калориметрдегі ерітіндінің тығыздығы, г/см³

c- ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/г·К,

Δt- реакция дейінгі және кейінгі температураның өзгеруі.

7 кесте

Заттар	ΔH ⁰ ₂₉₈ кДж/моль	түзілу,
Na ₂ SO ₄	-1384,60	
H ₂ SO ₄	-811,30	
NaOH	-427,80	
H ₂ O	-285,83	

Тәжірибе нәтижелерін өңдеу

1 Бірінші тәжірибедегі бейтараптау реакцияларының бірінші, екінші сатысындағы жылу эффектісін есептеу.

2 Екінші тәжірибедегі бейтараптау реакцияның жылу эффектісін есептеу.

3 Реакция нәтижесінде заттар мен реакция өнімдерінің түзілу жылулары белгілі болса, күкірт қышқылын сілтімен бейтараптау реакциярының жылу эффектілерін теориялық түрде Гесс заңының салдарына сүйене отырып есептеу.

4 Екінші тәжірибедегі нейтралдау реакцияларының жылу эффектілерін теориялық жылу эффектімен салыстыру.

5 Бірінші тәжірибедегі жылу эффектісімен салыстырыңыз және Гесс заңының орындалуы туралы қорытынды жасаңыз.

Бақылау сұрақтары

1. Химиялық реакция толық жүру үшін химиялық жүйенің энтальпиясы мен энтропиясы қалай өзгеруі қажет?

2. Егер реакция кезінде энтропия азайса, тепе-теңдікті оңға (өнімдер) қарай ығыстыру үшін температураны жоғарылату немесе төмендету қажет?

3. Термодинамикада қандай жүйе жабық, ашық деп саналады?

4. Энтропия мәні қандай факторларға тәуелді болады?

5. Фазалық өзгерістер кезінде энтропия қалай өзгереді?

6. Кристалдық аммоний хлориді газды аммиак пен хлорсутек әрекеттескенде түзіледі. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып, оның жылу эффектісін есептеңіз. Реакцияға 10 л аммиак қатысса, жылу қанжай мөлшерінде бөлінеді?

7. $\text{CO}_{(\text{газ})} + 2\text{H}_2_{(\text{газ})} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{сұйық.})}$; $\Delta H = -128,05$ кДж
Берілген жүйеде қандай температурада тепе-теңдік орналасады?

5 лабораториялық жұмыс. Химиялық реакцияның жылдамдығы және химиялық тепе-теңдік

Жұмыстың мақсаты. Реакция жылдамдығына реакцияласушы заттардың концентрацияларының мен температураның әсерін зерттеу; біріккен тепе-тендіктің ығысу жағдайларымен танысу.

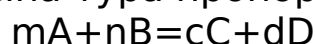
Теориялық кіріспе. Химиялық реакциялардың жүру заңдылықтарын зерттеу- химияның негізгі мәселесі. Химиялық кинетика деп реакцияның жүру механизмін, жылдамдығын зерттейтін химияның бөлімін айтады. Жылдамдыққа әсер ететін келесі негізгі факторлар: реакцияласушы заттар табиғаты, концентрациясы, температура, қысым және катализаторлар.

Реакцияның орта жылдамдығы белгілі уақыт аралығындағы реакцияласушы заттар концентрациясының өзгеруімен өлшенеді (моль/л·с)

$$v = (c_1 - c_2) / (t_1 - t_2) \quad (31)$$

мұндағы c_1, c_2 – заттың бастапқы және соңғы концентрациясы, моль/л.; t_1, t_2 – уақыт, с.

Реакция жылдамдығы реакцияласушы заттардың концентрациясына тәуелді екенін әсер етуші массалар заңы білдіреді: «берілген температурада реакциялаушы заттар концентрациясының көбейтіндісі химиялық реакцияның жылдамдығына тура пропорционал»



$$v = k [A]^m \cdot [B]^n \quad (32)$$

мұндағы $[A], [B]$ – заттар концентрациясы; m және n – стехиометрлік коэффициенттер; k – жылдамдық тұрақтысы.

Реакция жылдамдығына температураның әсерін жуық мөлшермен Вант-Гофф ережесі анықтайды: «температураны 10°C -қа жоғарылатқанда, реакция жылдамдығы 2-4 есе артады».

$$v_{t2} = v_{t1} \cdot \gamma^{\Delta t / 10}$$

(33)

мұндағы v_{t1} , v_{t2} – бастапқы t_1 және соңғы t_2 температурадағы жылдамдықтар; γ – температуралық коэффициент; Δt – температуралар айырымы.

Реакция жылдамдығы температураға тәуелді екенін жылдамдық тұрақтысы көрсетеді. Реакция басталу үшін заттардың бөлшектері бір-бірімен соқтығысу қажет, бірақ тек қана энергиясы жеткілікті активті молекулалар реакция өнімдеріне әкеледі. Заттың бір моліндегі барлық молекулаларды активті күйге айналдыру үшін жұмсалатын энергия активтендіру энергиясы деп аталады $E_{\text{акт}}$ (кДж/моль). Қыздыру, еру процестері кезінде немесе ультрадыбыс, электрлі разряд әсерінен молекулалар активті күйге айналуы мүмкін. Заттар бастапқы күйден соңғы күйіне аралық активтелген комплекс түзу арқылы жүреді.

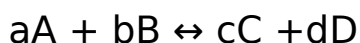
Жылдамдық тұрақтысы k активтендіру энергиясына ($E_{\text{акт}}$) және температураға (T) тәуелді екенін С. Аррениус теңдеуі көрсетеді:

$$k = A e^{-E_{\text{акт}} / RT}$$

(34)

мұндағы, R – газ тұрақтысы, A – коэффициент.

Химиялық тепе-теңдік деп химиялық реакцияның тура және кері жылдамдықтары өзара теңескен күйін айтады. Реакциялар теңдеулерінде тепе-теңдік күй қайтымды екенін былай белгілейді:



ал термодинамика жағынан қарастырғанда $\Delta G = 0$ – бұл жағдай тепе-теңдік орналасуының шарты деп саналады. Жүйеде орналасқан тепе-теңдікті оның

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

тұрақтысымен сипаттайды:

мұндағы: К- тепе- теңдік тұрақтысы, ал [A], [B], [C], [D] – заттардың тепе-теңдік концентрациялары.

Тепе-теңдікті ығыстыруға болады. Ығысудың бағытын анықтау үшін Ле-Шателье принципін пайдаланады: егер тепе-теңдік күйде тұрған жүйенің сыртқы жағдайларының біреуін өзгертсек (температура, қысым немесе концентрация), онда жүйеде сол өзгеріске қарсы әсер ететін процесс жүре бастайды.

Концентрацияны арттырғанда, жүйеде сол заттың концентрациясын азайтатын процесс жүреді. Керісінше, концентрацияны азайтқанда, сол концентрацияны көбейтетін процестің жылдамдығы артады.

Температураны жоғарылатқанда – эндотермиялық процесс тез жүре бастайды, ал температураны төмендеткенде – тепе-теңдік экзотермиялық процесс жағына ығысады.

Қысымды арттырғанда сол жүйеде көлемді азайтатын процесс тез жүре бастайды, және керісінше, сыртқы қысымды азайтқанда – тепе-теңдік сол жүйенің көлемін ұлғайтатын процесс жағына ығысады.

Жұмыстың орындалуы

1 тәжірибе. Реакция жылдамдығына заттар концентрациясының әсері

Натрий тиосульфаты және күкірт қышқылы арасындағы реакцияны жалпы тендеумен көрсетуге болады



Жасалған тәжірибеде өлшемі бар 4 пробиркаға натрий тиосульфат 2% ерітіндісінен және суды құйыңыз (8 кесте бойынша). Содан кейін, ерітінділерді араластырып, біріншісіне - 6 мл қышқылды (H_2SO_4) қосыңыз. Белгілі уақыт ішінде тұнба пайда болуын тексеріңіз. Қалған пробиркаларға реті бойынша қышқылды айтылғандай мөлшерде (6 мл) құйып, тұнба түскен уақытын жазып алыңыз.

8 кесте

проби рка	Көлемі, мл		Қышқы л H ₂ SO ₄	Тиосульфат концен- трациясы, %	тұнба түзілге н уақыт, сек	Реакц ия жылд амдығ ы □□□□
	Ерітін ді Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O				
1	2	4	6	33,3		
2	3	3	6	50,0		
3	4	2	6	66,6		
4	6	-	6	100		

Тәжірибеде алынған мәліметтер бойынша $v=f(c)$ графигін құрастырыңыз, реакция жылдамдығы шамасын ординат өсінде, ал Na₂S₂O₃ ерітіндісінің концентрациясын абцисса өсінде %-пен көрсетіңіз.

2 Тәжірибе. Химиялық реакцияның жылдамдығына температураның әсері

Үш пробиркаға 4 мл -ден 2% натрий тиосульфатының ерітіндісін -құйыңыз, ал қалған үш пробиркаға - 4 мл 2%-ті күкірт қышқыл ерітіндісінен құйыңыз. Екі пробирканы (1-шісінде- Na₂S₂O₃, 2-шісінде- H₂SO₄) суық суы бар стаканға 2-5 минутка қою қажет. Температураны белгілеп жазып алыңыз. Содан кейін күкірт қышқылын тиосульфат ерітіндісіне құйып, араластырыңыз. Тұнба пайда болу уақытын белгілеңіз. Осыдан кейін тәжірибені тағы екі рет қайталаңыз, тек стақандағы судың температурасы 10⁰ С және 20⁰ С бастапқы температурадан жоғары болғанша ыстық су қосу арқылы орналастырасыз. Нәтижелерді 9 кестеге жазыңыз.

Берілген 9 кесте бойынша $v=f(t)$ график құрастырыңыз, және Вант-Гофф ережесі орындалу жөнінде температуралық коэффициенттерді есептеп, қорытынды жасаңыз.

9 кесте

пробирка	Температура, °C	Ерітіндіден тұнба болғанға дейінгі уақыт (t), сек	Реакция жылдамдығы u=1/t
1			
2			
3			

3 тәжірибе. Реакциялаушы заттар концентрациясы өзгергенде химиялық тепе-тендіктің ығысуы.

Пробиркаға бірнеше тамшы калий немесе аммоний роданидінің ерітіндісінен (KCNS немесе NH₄CNS) және темір хлоридінің ерітіндісін құйыңыз да үстіне су қосыңыз. Шыққан қоспаны 4 пробиркаға біркелкі бөліңіз. Содан кейін бірінші пробиркаға -FeCl₃ ерітіндісін қосыңыз, ал екіншіге - құрғақ KCl немесе NH₄Cl, үшінші пробиркаға - KCNS немесе NH₄CNS ерітіндісін қосыңыз. Осы пробиркалардағы ерітінділер түсін төртінші пробиркадағы ерітіндінің түсімен салыстырыңыз.

10 кесте

Пробирка	Қосылғыш зат	Байқалған өзгеріс	Қорытынды: қай жаққа тепе-тендік ығысады
1	+ FeCl ₃		
2	+KCl		
3	+ KCNS		
4	эталон		

1) FeCl₃ және KCNS арасындағы реакция тендеуін жазыңыз.

2) Химиялық тепе-тендік тұрақтысын реакцияға сәйкестіріп жазыңыз. Ле-Шателье принципі бойынша байқалған өзгерістерге түсініктеме беріңіз.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай реакциялар үшін тепе-теңдік тұрақтысы өлшемсіз шама?

2. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 2-ге тең. Химиялық реакцияның

жылдамдығын 16 есе арттыру үшін температураны қанша градусқа жоғарылату қажет?

3. Температура 150°C болғандағы реакция 16 минут ішінде аяқталады. Егер температура 200°C және температуралық коэффициент $\gamma = 2$ тең болғанда реакция қандай уақытта аяқталады;

4. 357°C -тағы йодсутек түзілу реакциясының тепе-теңдік тұрақтысы 66,9 тең, ал 448°C -та 54,5 дейін төмендейді. Қандай реакция (тура немесе кері бағытта жүретін) экзотермиялық болады?

5. Гетерогенді реакцияларда тепе-теңдік тұрақтысы қандай түрде жазылады?

6. Тура реакцияның жылдамдығы $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$,

$\Delta H = -114,2$ кДж 0,018 моль/ (л x мин) тең. Азот оксидінің (II) концентрациясы 0,6 моль/ л, оттегінің концентрациясы 0,5 моль/ л тең. Тура реакция жылдамдығының константасын есептеніз

7. Мына реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді, егер сутегінің концентрациясын 3 есе ұлғайтса:

$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$; $\Delta H = -0,8$ кДж

6 лабораториялық жұмыс. «Ерітінділер және оларды дайындау»

Жұмыстың мақсаты:

1. Құрғақ заттар мен концентрленген қышқылдардан әр түрлі ерітінділерді дайындау
2. Ареометр арқылы ерітінділердің тығыздығын анықтау және дайындалған ерітінділердің басқа концентрацияларын есептеп шығару

Теориялық кіріспе

Ерітінділер деп ең кемінде екі компоненттен тұратын гомогенді жүйені атайды. Бірінші компонент - еріген зат, екіншісі - еріткіш. Ерітінділер газ, сұйық немесе қатты агрегаттық түрде бола алады. Ерітінділердің негізгі сипаттамаларының бірі - концентрациясы болып табылады.

Ерітіндінің концентрациясы деп ерітіндінің немесе еріткіштің белгілі көлеміндегі немесе массадағы еріген

заттың мөлшерін атайды. Ерітіндінің концентрациясын бірнеше тәсілдермен көрсетуге болады: массалық процентті концентрация, молярлығы, эквивалентті немесе нормальді концентрация, молярлығы, титр және т.б.

1) Массалық процентті концентрация (ω) - ерітіндінің 100 грамындағы еріген заттың грамм санын көрсетеді.

$$\omega = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%,$$

(35)

мұндағы m_1 - еріген заттың массасы, г; m_2 - ерітіндінің массасы, г.

2) Молярлығы (C_M) - ерітіндінің 1 литріндегі еріген заттың моль санын көрсетеді.

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V},$$

(36)

мұндағы m - еріген заттың массасы, г; M - еріген заттың молярлық массасы, г/моль; V - ерітіндінің көлемі, л.

3) Нормальдылық (эквиваленттік концентрация) (C_N) - ерітіндінің 1 литріндегі еріген заттың эквиваленттер санын көрсетеді.

$$C_N = \frac{m}{m^{\text{э}} \cdot V},$$

(37)

мұндағы m - еріген заттың массасы, г; $m^{\text{э}}$ - еріген заттың эквиваленттік массасы, г-экв/моль; V - ерітіндінің көлемі, л.

4) Молярлығы (C_m) - еріткіштің 100 грамындағы еріген заттың моль санын көрсетеді.

5) Титр (Т)- ерітіндінің 1 см³ (мл)-дегі еріген заттың грамм санын көрсетеді.

$$T = \frac{C_n \cdot m^{\text{э}}}{1000},$$

(38)

мұндағы C_n - ерітіндінің нормальдылығы, г-экв/моль; $m^{\text{э}}$ - еріген заттың эквиваленттік массасы, г-экв/моль;

Жұмыстың орындалуы. Процентті концентрациялы ерітінділерін дайындау

1. Қатты заттардан. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ -дан натрий карбонатының 7%-ті ерітіндісінің 250 г. дайындау; (бұл үшін кристалды соданың қандай мөлшері керек екенін есептеу). Ұсақталған соданың бұл мөлшерін алдын ала салмағы өлшерленген стақанның ішінде немесе техникалық-химиялық таразыдағы бюксте өлшеу. Алынған навесканы еріту үшін судың қандай көлемі керек екенін есептеңіз. Өлшеуіш цилиндрмен судың бұл көлемін өлшеп алып, бұл суды навескасы бар стақанға құю керек. Дайындалған ерітіндінің температурасын өлшеп, егер ол 11-ші кестедегі температураға тең емес болса, онда ерітіндіні қыздыртып немесе суытып температураны көрсетілген шамаға дейін жеткізу қажет. Ерітіндіні құрғақ цилиндрге құйып алып, тығыздығын ареометр бойынша анықтау. (Ареометрмен қалай пайдалану керек екендігін мұғалімнен сұраңдар). Ареометрді сумен жуу керек және құрғақ қалпына келгенше сүрту керек. Анықталған тығыздық бойынша, кестені қолданып, ерітіндідегі соданың проценттік мөлшерін анықтау. Алынған шамасын ерітіндінің берілген концентрациямен салыстыру. Дайындалған ерітіндінің молярлығын және нормальдығын есептеу. Басқа студенттерге осындай амалмен хлорлы барийдың, натрий хлоридының, натрий тетраборатының ерітінділерін дайындау қажет (мұғалімнің тапсырмасы бойынша).

Тұздардың ерітінділерінің проценттік құрамы және тығыздықтары (20° кезінде)

11 кесте

%	NaCl	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂	%	NaCl	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂
1	1,005	1,009	-	12	1,086	1,124	1,113
2	1,013	1,019	1,016	14	1,101	1,146	1,134
3	1,027	1,040	1,034	16	1,116	-	1,156
4	1,041	1,061	1,058	18	1,132	-	1,179
5	1,056	1,082	1,072	20	1,148	-	1,203
6	1,071	1,103	1,092	22	1,164	-	1,228

2. Концентрлі ерітіндіден. Концентрлі ерітіндіден және судан 1,050 тығыздықты натрий гидроксидінің 100 мл ерітіндісін дайындау. Концентрлі ерітіндінің тығыздығын ареометрмен анықтау қажет. Кесте бойынша натрий гидроксидінің проценттік құрамын табыңыз. Дайындап жатқан ерітіндінің салмағын есептеңіз. Салмағын анықтап, одан кейін берілген ерітіндіні дайындау үшін қажет концентрлі ерітіндінің көлемін және су көлемін анықтау. Концентрлі ерітіндінің және судың есептелген көлемдерін цилиндрмен өлшеп алып, оларды бір колбаға құйып, бір-бірімен араластырып және салқындағаннан кейін ареометрмен алынған ерітіндінің тығыздығын анықтаңыз. Табылған және берілген тығыздықтардың ауытқуын анықтау. Дайындалған ерітіндінің молярлығын және нормальдығын есептеп шығарыңыз.

3. Әртүрлі концентрациялы екі ерітіндіні араластыру. 5%-ті және 20%-ті ерітінділерден натрий хлоридінің 10%-ті ерітіндісінің 200 г. дайындау. Араластыру ережесін қолдана отырып, бастапқы ерітінділердің қажетті салмақты мөлшерлерін табу. Олардың көлемдерін анықтау, бұл ерітінділердің тығыздықтарын анықтау. Цилиндрмен ерітінділердің есептелген көлемдерін өлшеп алып, оларды бір сосудқа құйып, араластыру қажет. Ареометрмен алынған

ерітіндінің тығыздығын және ондағы натрий хлоридінің проценттік құрамын анықтау қажет. Табылған және берілген тығыздықтардың ауытқуын анықтау. Дайындалған ерітіндінің молярлығын және эквивалентті концентрациясын (нормальдығын) есептеңіз.

Молярлы және нормальды концентрациялы ерітінділерін дайындау

1. Қатты заттардан. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -дан және судан барий хлоридінің 0,5 н ерітіндісінің 250 г. дайындау. Бұл үшін $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ның қандай мөлшері керек екенін анықтау. Тұздың бұл мөлшерін алдын ала салмағы өлшенген стақанның ішінде немесе бюксте өлшеу. Навесканы судың көп емес көлемінде еріту; ерітіндіні 250 мл-ді өлшеу колбасына жеткізу. Ерітіндіні колбаға құйып отырып, стақанды сумен бірнеше рет шайу керек. Ерітінді таңбаға жеткенше, оған су құю, мұқиятты түрде араластырыңыз. Ареометрмен алынған ерітіндінің тығыздығын анықтап алыңыз. Ондағы барий хлоридінің (кесте) проценттық құрамын анықтаңыз. Дайындалған ерітіндінің молярлығын және нормальдылығын есептеу қажет. Табылған және берілген концентрацияның ауытқуын анықтаң.

2. Концентрлі ерітініден. 250 мл 0,1 М немесе 0,1 н күкірт қышқылының ерітіндісін берілген ерітіндіден дайындау. Ареометрмен берілген ерітіндінің тығыздығын анықтап алыңыз. Оның проценттық концентрациясын анықтау. Алдымен навескасын, ал одан кейін берілген ерітіндіні дайындау үшін қажетті бұл ерітіндінің көлемін анықтау. Өлшеулі колбаның жартысына дейін су құю және оған воронка арқылы күкіртті қышқылын (өлшенген көлемін) құю. Воронкадағы қышқылын жуу, ерітіндіні шайқау, таңбаға дейін оны толтырып құю, тығынмен жабу және араластыру. Дайындалған ерітіндінің молярлы және эквивалентті (нормальды) концентрациясын есептеңіз.

Бақылау сұрақтар

1 Ерітінді концентрациясы деп нені атайды? Ерітінділер концентрациясын қандай тәсілдемен белгілейді? Формулаларды келтіріңіз.

2. Қаныққан, қанықпаған және өте қаныққан ерітінділердің алу тәсілдері.

3. Еру процесс кезінде қандай құбылыстар байқалады? Мысалдар келтіріңіз?

4. HCl ерітіндісінің 24 мл 0,2 н бейтараптану үшін, күйдіргіш калийдің 0,8 н еретіндісің қандай көлемін алады (мл) ? :

5. Құрамында 0,49 г қышқылы бар. 100мл күкірт қышқылының ерітіндісін бейтараптандыру үшін қанша мл 0,5н NaOH ерітіндісі қажет?

6. 100 мл ерітіндінің құрамында 0,4г NaOH бар. Осы ерітіндінің молярлық концентрациясын есептеңіздер.

7. 100 грамм 15%-ті BaCl₂ ерітіндісінен толық түрде BaSO₄ түсіру үшін H₂SO₄ -тің 14,4 мл жұмсалды. H₂SO₄- ерітіндісінің нормальді концентрациясын есептеңіз:

7 лабораториялық жұмыс. Электролиттік диссоциация

Жұмыстың мақсаты. Әлсіз электролиттердің қасиеттерін зерттеп, диссоциациялану процесінің ерекшеліктерімен танысу; ион алмастыру реакциясының тендеулер құрамын меңгеру.

Теориялық кіріспе. Электролиттік диссоциация – заттардың еріткенде немесе балқытқанда иондарға ыдырау процесі. Электролиттік диссоциация- қайтымды процесс.

Электролиттер деп - ерітінділері мен балқымалары электр тоқты өткізетін заттарды атаймыз. Электролиттер күші бойынша 3 топқа бөлінеді: әлсіз ($\alpha < 3\%$), орташа ($3\% < \alpha < 30\%$), күшті ($\alpha > 30\%$). Әлсіз электролиттерге жатады: а) әлсіз қышқылдар, мысалы: H₂S, H₂CO₃ б) әлсіз негіздер, мысалы, Cu(OH)₂, Fe(OH)₂; в) кейбір тұздар - мысалы, SnCl₂, HgCl₂. Күшті электролиттерге жатады: а) күшті қышқылдар, мысалы: H₂SO₄, HCl, HBr; б) сілтілер - NaOH, KOH, LiOH, т.б.; в) тұздар, мысалы - CuSO₄, NaCl, FeCl₃. Орташа электролиттер жатады, мысалы H₃PO₄.

Сан жағынан электролиттік диссоциацияны екі параметрмен сипаттауға болады: электролиттік

диссоциация дәрежесі мен диссоциациялану тұрақтысы.

$$\alpha = \frac{n}{N} * 100\%$$

(39)

мұндағы α - электролиттік диссоциацияның дәрежесі; n - диссоциацияланатын молекулалар саны; N - молекулалардың жалпы саны

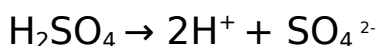
$$K_{\text{дис.}} = \frac{[k^+][A^-]}{[KA]}$$

(40)

мұндағы $K_{\text{дис}}$ - диссоциация тұрақтысы.

Күшті мен әлсіз электролиттердің арасында бірнеше айырмашылық бар, мысалы:

А) Күшті электролиттер бір стадияда диссоциацияға ұшырайды:



Б) Күшті электролиттерге “ K_d ” жазылмайды.

В) Әлсіз электролиттер біртіндеп диссоциацияланады:



$$K_1 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}$$

(41)

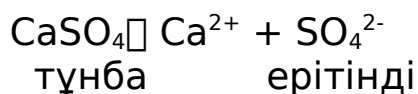


$$K_2 = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]}$$

(42)

Күшті электролиттер ерітіндісінде толық диссоциацияланады, бірақ аз еритін күшті электролит пен ерітінді шекарасында тұнбаның иондары ерітіндіге ауысып содан кейін қайтадан қатты заттың бетіне

оралады, яғни тұнба мен оның иондарының арасында тепе-теңдік орналасады, мысалы



Заттың еру процесі ерітіндегі иондар мен тұнбаның арасында тепе-теңдік орналасқанша жүре береді. Тепе-теңдік қалыптасу кезінде ерітінді қаныққан деп аталады.

Бұл процестің тепе-теңдік тұрақтысын мынадай түрінде жазуға болады:

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CaSO}_4]}$$

(43)

Өте аз еритін қатты тұздың концентрациясы -тұрақты шама болатындықтан, оны тепе-теңдік тұрақтысымен біріктіріп көбейткенде жана тұрақты шама алынады:

$$K \cdot [\text{CaSO}_4] = EK$$

(44)

Мұндағы EK - ерігіштіктің көбейтіндісі, бұл шама ерітіндідегі электролит иондарының көбейтіндісіне тең:

$$EK = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

(45)

Келтірілген теңдеу нашар еритін электролиттің қанық ерітіндісіндегі оның иондарының көбейтіндісі осы температура үшін тұрақты болатынын көрсетеді. Әдетте, температураны жоғарылатқанда EK мәні артады.

Егер иондардың концентрациясы көбейтіндісі ерігіштіктің көбейтіндісінен (EK) үлкен шама болса, зат тұнбаға түсе бастайды. Химиялық реакция кезінде тұнбалардың пайда болуы немесе еруі ерігіштіктің көбейтіндісі (EK) мәнімен тығыз байланыста болады.

Жұмыстың орындалуы

1 тәжірибе. Әлсіз негіз ерітіндінің иондық тепе-тендігін ығыстыру.

Екі пробиркаға 0,1 н аммоний гидроксид (NH_4OH) ерітіндісінен 5-6 мл және фенолфталеин ерітіндісінен 1-2 тамшы құйыңыз. Индикатор түсінің өзгеру себебін түсіндіріңіз. 1-ші пробиркаға аммоний хлоридінің 2-3 кристалын қосып, оны ерігенше араластыру қажет. Пробиркалардың түсін салыстырып, диссоциацияның молекулалық тендеуін пайдаланып аммоний гидроксидінің диссоциация бағытының алмасуын түсіндіріңіз. Теңдеулер жазыңыз.

2 тәжірибе. Амфотерлі электролиттер.

Пробиркаға мырыш сульфатының ерітіндісінен 2-3 мл және натрий гидроксиді ертіндісін аз мөлшерінде құйыңыз. Пайда болған тұнбаны екі пробиркаға бөліп : 1- шіге – 2 н HCl ертіндісін ; 2- сіне – 10 % NaOH тұнба ерігенше қосыңыз. Реакция теңдеуін жазып, мырыш гидроксиді неліктен екі жақты қасиеттерді көрсететінің түсіндіріңіз.

3 тәжірибе. Иондық алмасу реакциялары.

а) Екі пробиркаға натрий сульфидінен 2-3 мл құйыңыз. Бірінші пробиркаға аз мөлшерінде темір (II) сульфатының ертіндісін қосыңыз; екіншісіне – мыс (II) сульфатының ертіндісін құйыңыз. Пайда болған тұнбаларды байқаңыздар. Тұнба түзілу реакциялардың молекулалық, толық және қысқартылған иондық теңдеулерін жазыңыздар.

б) Үш пробиркаға 2-3 мл ерітінділері құйыңыз: 1-ші -натрий сульфатын, 2-ші -магний сульфатын, 3-шіге – алюминий сульфатын. Барлық пробиркаларға 1 -2 мл барий хлоридінің ерітіндісін қосыңыз. Реакция теңдеулерін жазыңыз. Тұнба түзілгенін байқап неге осы реакциялар қайтымсыз екенін түсіндіріңіз.

4 тәжірибе. Тұнбалардың еруі және ерігіштік көбейтіндісі

Үшінші тәжірибеде алынған FeS мен CuS тұнбаларына аз мөлшерінде 2 н. тұз қышқылының ерітіндісін қосыңыз. Тұнбалардың қайсысы ереді? Реакция теңдеуін құрыңыз. Ерігіштіктің көбейтіндісі түсінігін қолдана отырып, тұнбалар айырмашылығын дәлелдеңіз.

Бақылау сұрақтары

1. Электролиттер деп қандай заттарды атаймыз?
2. Әлсіз және күшті электролиттер айырмашылығы ?
3. Қандай факторлар электролиттік диссоциация процесіне әсер етеді?
4. Әлсіз электролиттерге қандай заттар жатады?
5. Оствальд сұйылту заңының математикалық теңдеуін келтіріңіз.
6. 0,05 М алюминий хлоридінің ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесі $\alpha=60\%$ бойынша хлор ионының концентрациясы қандай болады?
7. 0,1 М сірке қышқылының ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесі $1,32 \cdot 10^{-2}$ тең. Осы қышқылдың диссоциация тұрақтысын есептеңіз.

8 лабораториялық жұмыс. Тотығу-тотықсыздану реакциялар

Жұмыстың мақсаты.

- 1 Кең таралған тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштардың қасиеттерін білу;
- 2 тотығу-тотықсыздану реакциялар теңдеулерін құрастыруын үйрену.

Теориялық кіріспе. Реакцияға қатысатын заттардың құрамына кіретін атомдардың тотығу дәрежелері өзгеру арқылы жүретін реакциялар тотығу-тотықсыздану реакциялары деп аталады.

Тотығу дәреже - ионның шартты заряды; ол бүтін, бөлшек сандарға ие болуы мүмкін. Жай және күрделі заттардағы элементтердің тотығу дәрежелері бейтарап, оң, теріс болуы мүмкін. Тотығу дәрежені анықтау үшін мынадай ережелерді қолдану керек :

- 1) Сутегінің қосылыстарындағы тотығу дәрежесі:
а) бейметалдармен $1+$ тең (мысалы $H_2^{1+}S$); б) металдармен $1-$ тең (мысалы, гидридтерде NaH^{-}).
- 2) Оттегінің тотығу дәрежесі $2-$ (тек пероксидтерде $1-$; мысалы $H_2O^{-1}_2$);

3) Металдардың тотығу дәрежесі оң зарядты болады;

4) Бейметалдардың тотығу дәрежесі оң немесе теріс зарядты бола алады (мысалы N^{+1} , N^{-3} , N^{+5});

5) жай заттардың тотығу дәрежесі нөлге тең (мысалы Zn^0 , Al^0 , Cl^0_2);

6) Берілген химиялық қосылысты құрайтын элементтердің тотығу дәрежелерінің қосындысы нөлге тең.

Тотығу дәрежесінің өзгеруі электрондардың тартылуымен немесе алмасуымен байланысты. Тотығу-тотықсыздану реакциялары теориясының негізгі ережелері мынадай:

1) атомның, молекуланың немесе ионның электрондарын беру процесін тотығу деп атайды;

2) атомның, молекуланың немесе ионның электрондарды қабылдау процесін - тотықсыздану деп атайды;

3) тотықтырғыш деп электронды қосып алушы бөлшекті (бейтарап атомдар, молекулалар немесе иондар) атайды;

4) тотықсыздандырғыш деп электрондарын беруші бөлшекті (бейтарап атомдар, молекулалар немесе иондар) атайды;

5) тотығу процесі барлық кезде тотықсызданумен бірге жүреді және керісінше.

Тотығу - тотықсыздану реакцияларының теңдеуін құрастыру үшін екі әдісті пайдалануға болады: электрондық баланс және жартылай реакция әдісі.

Электрондық баланс әдісі. Бұл әдіс реакцияға қатысатын және түзілетін заттардың атомдарының тотығу дәрежесін салыстыруға негізделген. Мұнда тотықсыздандырғыш беретін электрондардың саны тотықтырғыш қосып алатын электрондардың санына тең болу керек.. Мысал. Концентрленген тұз қышқылының марганец (IV) оксидімен әрекеттесу реакциясының теңдеуін жазып шығару.

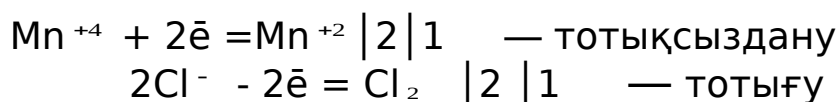
Реакцияның бастапқы және соңғы заттарының формулаларын анықтаймыз:



Реакцияға қатысатын және реакция нәтижесінде түзілетін заттардың құрамына кіретін элементтердің тотығу дәрежелерін анықтаймыз.



Тотығу дәрежелерін өзгерткен екі элемент анықталды -бұл марганец (Mn) пен хлор (Cl). Тотығу дәрежелері өзгерген элементтердің негізінде тотығу және тотықсыздану процестерінің электрондық теңдеулері жазылады. Берілген және қосылған электрондардың саны анықталып, коэффициенттер табылады.



Реакцияның жалпы теңдеуі жазылады, бірақ теңдеуінде электрондар көрсетілмейді:



Құрастырылған теңдеудің дұрыс екендігін тексеру үшін оң және сол жақтағы әрбір элементтің атомының сан мәнін есептеу қажет. Есептеу нәтижесінде көрініп тұр, екі зарядты марганец ионын қосып алу үшін тағы да қышқылдың екі молекуласы керек. Сондықтан тотықсыздандырғыш HCl алдына 4 деген коэффициент, ал H₂O алдына коэффициент 2 қою керек. Теңдеудің соңғы түрі:



Жартылай реакция немесе иондық-электрондық әдіс.

Иондық-электрондық әдіс тотықтыру және тотықсыздандыру процесі үшін иондық теңдеулерін құрастырып, одан кейін оларды жалпы теңдеуге біріктіруге негізделген.

Мысалы ретінде электрондық баланс әдісін түсіндіруге пайдаланған реакцияның теңдеуін қарастырайық:

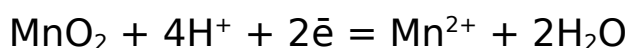
Қышқылды ерітіндіде марганец оксиді MnO_2 ериді және түссіз ерітінді пайда болады, яғни Mn^{2+} ионына ауысады.



Бұл схемадағы атомдар саны бірдей емес. Қышқылды ерітіндіде MnO_2 молекуласына кіретін оттегі, сутегі иондарымен су түзеді. Сондықтан бұл өзгерісті былай жазамыз:

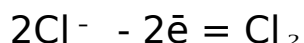


Схеманың екі жақтағы зарядтарын теңестіру үшін, схеманың сол жағына 2 электрон қосу керек:



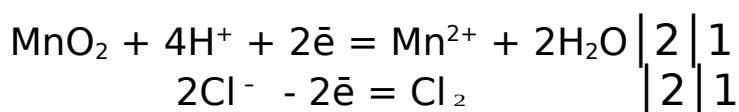
Бұл бірінші жартылай реакция, тотықтырғыш марганец оксидінің (MnO_2) тотықсыздану процесі.

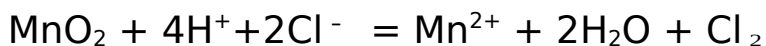
Концентрленген тұз қышқылды ортада бос күйіндегі хлор бөлінетіні анық, яғни мына процесстің жүретінін көрсетеміз:



Бұл екінші жартылай реакция - тотықсыздандырғыштың HCl тотығу процесі.

Реакцияның жалпы теңдеуін құру үшін берілген және қосылған электрондар санын теңестіріп, одан кейін жартылай реакция теңдеулерін бір-біріне қосу керек. Осы кезде реакция теңдеулерін қысқартылған электрондар санына немесе көбейткіштерге көбейтіп, мынадай түрде жазамыз:





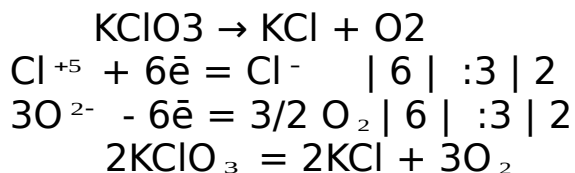
Реакцияның иондық түрден молекулалық түрдегі теңдеуге өту үшін әрбір катионға сәйкес анион, ал әрбір анионға сәйкес катион табамыз. Реакцияның соңғы түрі мынадай болады:



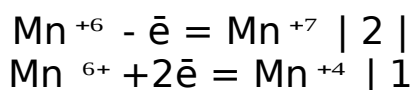
Тотығу-тотықсыздану реакцияларының жіктелуін қарастырсақ, оларды 3 топқа бөлуге болады:

Атомаралық және молекулааралық - әр түрлі атомдардың, иондардың, молекулалардың арасында электрон ауысуының нәтижесінде жүреді (жоғарыда келтірілген мысал).

Молекула ішіндегі тотығу-тотықсыздану реакциялары - бір ғана молекуладағы екі түрлі атомның бірінен-біріне электрон бұлтының ауысуынан болады. Көбіне мұндай реакциялар күрделі заттардың ыдырауына сай келеді:



Өзіндік немесе диспропорциялану реакциялары - бір ғана атомның түрінің тотығып, әрі тотықсыздануынан шығады:



Тотығу-тотықсыздану реакциялардың жүруі ортаға (pH) байланысты.

Жұмыстың орындалуы. Тәжірибелерді өткізу үшін пробиркаға аз мөлшерде 1-2 мл ерітінділер құйылады. Тәжірибе өткізгенде берілген шартты қатал сақтау керек. Тәжірибе нәтижелерін өндеу мынандай

талаптардан тұрады: а) реакция барысындағы байқалатын өзгерістерді белгілеу; б) реакция тендеуін жазу.

1 тәжірибе. Калий перманганатының әр түрлі ортадағы тотықтырғыш қасиеттері.

Калий перманганатының ерітіндісін үш пробиркаға құйыңдар. Оның біріншісіне - дәл осындай көлемде күкірт қышқылын, екіншісіне -концентрленген сілті ерітіндісін (NaOH), ал үшіншісіне -ештеңе да құймандар. Үш пробиркаға бір-бір тамшыдан Na_2SO_3 ерітіндісін (немесе осы заттың ұнтағын) қосыңдар: біріншісіне-ерітінді түссіз болғанша, екіншісіне-ерітінді жасыл түске боялғанша / K_2MnO_4 /, ал 3-шіне-күрең тұнба түзілгенше / MnO_2 /.

2 тәжірибе. Калий бихроматының тотықтырғыш қасиеттері.

Екі хромды қышқыл $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ және оның тұзы, мысалы $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ қышқыл ортада $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ ету нәтижесінде күшті тотықтырғыштар болып саналады.

Үш пробиркаға $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісін құйыңдар және дәл осындай көлемде H_2SO_4 /2н/ ерітіндісін құйыңдар. Тотықтырғыш ретінде келесі заттар қосылады:1-ші пробиркаға -құрғақ тұз FeSO_4 ; 2-ші пробиркаға -құрғақ тұз NaNO_2 (немесе Na_2SO_3 ұнтағын); 3-ші пробиркаға - SnCl_2 ерітіндісін қосыңдар. Барлық пробиркаларда калий бихроматтың тоқ-сары түсі жасыл түске айналады. Бұл хромның тотықтырғыш дәрежесі +6-дан +3-қа-дейін өзгергені білінеді.

3 тәжірибе. Галогендер теріс иондарының тотықтырғыш қасиеттері. Пробиркаға 1 мл мөлшерде $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ немесе FeCl_3 тұзының ерітіндісін және 1 тамшы KI ерітіндісін құйыңдар. Пробиркаға дистиллинген суды ерітінді ашық сары түске айналғанша қосыңдар және 1-2 тамшы крахмал қосыңдар. Ерітіндінің көк түске айналуы оның құрамында бос күйдегі I_2 бар екені білдіреді.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай заттар тотықтырғыш, ал қандай заттар тотықсыздандырғыш деп аталады?

2. Неге барлық металдар тотықсыздандырғыш қасиеттін, ал бейметалдар тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш қасиеттерін көрсетеді?

3. Азотпен хлордың келесі қосылыстардағы тотығу дәрежесін көрсетіндер: HNO_3 , NO , NO_2 , NH_4Cl , HCl , HClO , HClO_4 .

4. Қандай жағдайда электрондар беріледі, ал қандай жағдайда-қабылданады?



5. Неге S^{2-} -ионы тотықтырғыш қасиетін, S^0 атомы тотықтырғыш және тотықсыздандырғыш, ал S^{+6} -тек қана тотықтырғыш қасиетін белдіреді ?

6. $\text{FeS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ реакциясында азот қышқылының қанша молі тотықтырғыш ретінде қатысады?

7. $\text{C} + \text{HNO}_3$ (сұйыт.) $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ тендеуінде 8 моль тотықтырғышпен әрекеттесетін тотықсыздандырғыштың массасын анықтаңыз?

9 лабораториялық жұмыс. Тұздар электролизі

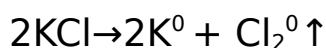
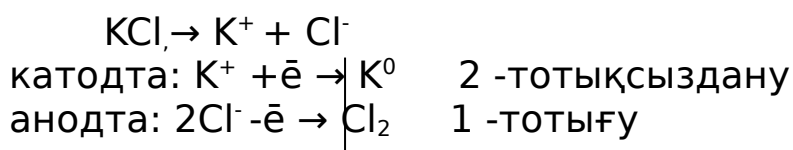
Жұмыстың мақсаты. Электролиттердің сулы ерітіндегі электролиз заңдылықтарын зерттеу; еритін және ерімейтін анодтармен электролиз жүргізу

Теориялық кіріспе. Электролиз деп сыртқы электр тогының әсерінен электродтарда жүретін тотығу-тотықсыздану процесін атайды. Электролиз кезінде сыртқы ток көзінің электр энергиясы химиялық энергияға айналады. Электр тогының тотықтыру және тотықсыздандыру қабілеті химиялық тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышпен салыстырғанда әлдеқайда күшті болады. Электролизді жүргізу үшін балқыған электролитке немесе электролит ерітіндісіне электродтарды батырып, оларды тұрақты ток көзімен жалғастырады. Электролиз процесі гальваникалық элементтің жұмыс істеу принципіне қарама-қарсы болғандықтан электролиз кезінде теріс электрод катодтың, ал оң электрод анодтың қызметін атқарады. Катодта – тотықсыздану процесі, анодта – тотығу процесі жүреді.

Электролиттердің балқымалар мен сулы ерітінділерінің электролиз процесінде бірнеше айырмашылық бар. Мысал ретінде калий хлоридінің балқымасының электролизін қарастырайық:

1 Тұздар балқымаларының электролизі

Балқыма арқылы электр тоғы өткенде K^+ катионы катодқа, ал хлорид анионы Cl^- анодқа қарай қозғалады. Процестің нәтижесінде катодта калий, ал анодта хлор бөлініп шығады. Электрондық теңдеулер нәтижесінде процестің жалпы теңдеуі жазылады:

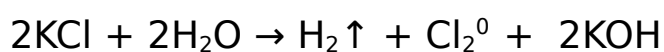
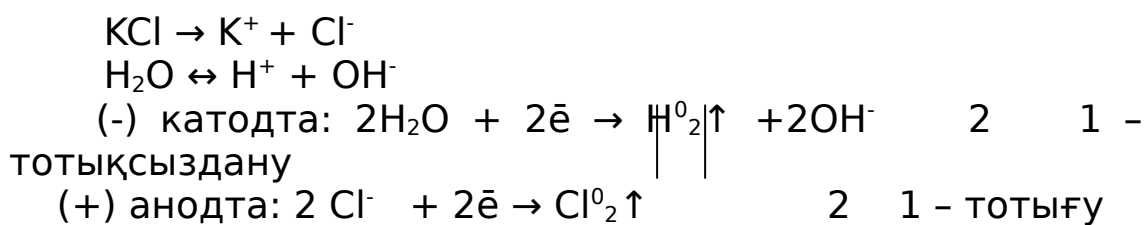


Балқымалар электролизі оңай жүреді, өйткені катионның және анионның бір ғана түрі болады.

2 Тұздардың сулы ерітінділерінің электролизі

Бұл процесс балқымалар электролизімен салыстырғанда күрделірек өтеді, өйткені процеске су молекулалары қатысады.

Мысалы: калий хлоридінің сулы ерітіндісінің электролизін қарастырайық. Ерітінді арқылы электр тоғы өткенде K^+ катионы катодқа, ал Cl^- анодқа қарай қозғалады. Бірақ катодта калий ионың орнына су молекулалары тотықсызданады. Анодта хлор ионы тотығады. Осы процестер нәтижесінде жалпы теңдеу жазылады:



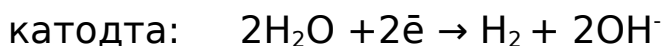
Электродтарда қандай процесс жүретінін білу үшін, мына ережелерді қолданамыз:

Катодтағы процестер:

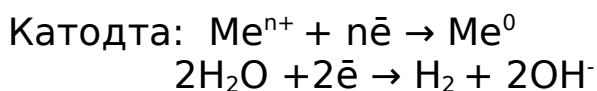
Электролиз кезінде катодта жүретін катиондардың тотықсыздану ретін қарастырғанда сутегі катиондарының тотықсыздану потенциалын еске алу керек, ол қышқыл ортада

$E^0_{2H^+/H_2} = 0,00$ В болса, бейтарап ортада $E^0_{2H^+/H_2} = -0,41$ В тең. Металдардың стандарттық электродтық кернеу қатарын қарастырғанда, үш жағдай болуы мүмкін (қосымша В):

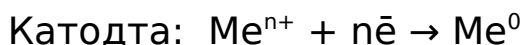
1) Стандарттық электродтық потенциалдары төмен металдардың катиондары тотықсызданбайды, ал олардың орнына су молекулалары тотықсызданады, яғни Li -ден Al-ді қоса алғанда -осы металдардың тұздары электролизге ұшыраса, онда катодта су молекулалары тотықсызданып, сутегі газын бөліп шығарады:



2) Сутегіге қарағанда төмен, бірақ Al-ге қарағанда стандарттық электродтық потенциалдары жоғары болатын металл катиондары су молекулаларымен бірге катодта тотықсызданады. Яғни Ti-нан Ni- ді қоса алғанда - осы металдардың тұздары электролизге ұшыраса, катодта бір мезгілде екі процесс жүруі мүмкін: металл катиондарының және су молекулаларының тотықсыздануы.



3) Сутегіге қарағанда стандарттық электродтық потенциалдары жоғары болатын металдар катиондары катодта толық тотықсызданады. Яғни Sn — Au -осы металдардың тұздары электролизге ұшыраса, онда металл катиондары өздері тотықсызданады:



Анодтағы процестер:

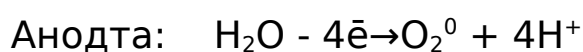
Анодта жүретін реакцияларының өзгешілігі -су молекуласының қатысуына және анод жасалған затқа тәуелді болады.

1) Егер оттексіз қышқылдардың тұздары (хлоридтер, иодидтер, бромидтер) электролизге ұшыраса, онда анодта осы қышқылдардың аниондары оңай тотығады:

Мысалы:



2) Егер оттекті қышқылдардың тұздары электролизге ұшыраса, онда анодта бұл қышқылдардың аниондары емес, су молекулалары тотығып, (O₂) оттегі газын бөліп шығарады.:



Анод әртүрлі заттардан жасалуы мүмкін. Сондықтан, анодтар еритін (анодтың материалы электролизге ұшырайды) және ерімейтін (анод материалы электролизге ұшырамайды) деп екі түрлі болады. Ерімейтін анодтар көмір, графит немесе иридий, платинадан жасалған болады (C, Pt, Ir). Ал еритін анодтар мыстан, күмістен, темірден, никельден және басқа металдардан жасалады. Ерігіш анод электролиз кезінде өзі тотығуға ұшырайды, яғни анод ериді. Оның электрондары сыртқы тізбекке жідеріледі:



Сан жағынан электролиз процесі Фарадейдің заңдарымен сипатталады. Көбінесе, электролизге байланысты есептеулерді шығару үшін Фарадейдің екі заңын біріктіретін теңдеу қолданылады:

$$m = (\sum \alpha t) / F \quad (46)$$

мұндағы Э -заттың эквивалетік массасы, I- ток күші, t - уақыт, с; F- Фарадей тұрақтысы, F = 96500 кулон.

Жұмыстың орындалуы

1. тәжірибе. Қалайы хлориді ерітіндісінің электролизі.

SnCl_2 0,5м. ерітіндісін электролизерге құйыңыз, электродтарды батырып, бірнеше минут электр тогін өткізіңіз. Байқаңыз, катодтың бетінде қалайы пайда болды.

Анодты кеңістікте бос хлордың пайда болуын дәлелдеңіз. Ол үшін ток өткізіп, 2-3 минуттан кейін электролизерден анодты шығарыңыз және крахмал мен калий иодиді ерітіндісін аз мөлшерде тез құйыңыз. Зерттеліп отырғанға түсініктеме беріңіз. Электродта өтіп жатқан электролиз схемасын және реакция теңдеулерін құрастырыңыз. Тәжірибені аяқтап, катод электродын 3-5 минутқа $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 10% ерітіндісіне батырыңыз және сумен жуыңыз, содан соң KHSO_3 батырыңыз және сумен жуыңыз.

2 тәжірибе. Калий иодиді сулы ерітіндісінің электролизі

KI ерітіндісін электролизерге құйыңыз, графитті электродты түсіріп, ток көзіне жалғастырыңыз. Электролиз кезінде бірнеше минуттан кейін катод үстіне қай зат ыршып шығады? Анод үстінде газ пайда бола ма? Графитті электродтар мен катодты және анодты процестердің теңдеулерін жазыңыз.

3 тәжірибе. Натрий сульфатының сулы ерітіндісінің электролизі

Натрий сульфатының Na_2SO_4 сулы ерітіндісімен электролизерді толтырыңыз. Нейтралды лакмус (немесе метилоранж) ерітіндісін аз мөлшерде қосып, араластырыңыз. Графитті электродтарды түсіріп, ток көзіне жалғастырыңыз. Екі электродта газдың пайда болуын және катодты және анодты кеңістіктердегі түстердің ауысқанын байқаңыз. Катодты кеңістіктегі лакмусты қай иондар көк түске бояды? Катодта қандай газ пайда болды? Анодты кеңістіктегі лакмусты қай иондар қызыл түске бояды? Анодта қандай газ пайда болды?

Na_2SO_4 сулы ерітіндісінің электролиз схемасын құрып, электродты процестермен екінші рет қайталанған реакцияларды көрсетіңіз.

4 тәжірибе. Ерімейтін аноды бар CuSO_4 ерітіндісінің электролизі.

CuSO_4 ертіндісін электролизерға құйып, графитті электродтарды түсіріңіз. Ток көзіне қосып, бірнеше минуттан кейін электродтарда газдың ыршып шығуын байқаңыз: катодта – сутегі, анодта – өттегі. Анод өзгерістерге тап болды ма? Электродтарда өтіп жатқан процестердің теңдеулерін жазыңыз.

5 тәжірибе. Еритін анодпен NiSO_4 ертіндісінің электролизі

NiSO_4 -тың 1м. ертіндісіне электролизердің 2/3 бөлігіндей көлемде құйыңыз. Анод ретінде мыс пластинкасын қолданып, катод ретінде графитті стерженьді алыңыз. Электролиз уақытында катодта өтіп жатқан процесті байқап отырыңыз, көңіліңізді мынаған аударыңыз: тәжірибенің басында катодта сутегі көбігінің ыршып шығатына, содан соң ертіндіні көгілдір түске бояған сайын сутегінің ыршып шығу жылдамдығының азайып және осымен қатар бір мезгілде катодты мыспен қапталуына.

Осы зерттеліп отырғанға анықтама беріп, катод пен анодта өтіп жатқан реакциялардың теңдеулерін жазыңыз. Электродтарды орындарымен ауыстырып, тәжірибені қайталаңыз. Айырмашылығы неде?

Тәжірибе біткен соң 3-4 минутқа 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ертіндісіне көмір электродын батырып, содан кейін сумен жуыңыз.

Бақылау сұрақтары

1. Электролиз деп қандай процесті айтамыз?
2. Катодта қандай заттарды сулы ертінділерден тотықсыздандыруға болады?
3. Неге сулы ертінділерден шыққан актив металдардың иондарын тотықсыздандыруға болмайды?
4. Қандай процесстер анодта жүреді? Ерімейтін анод деген не?
5. Еритін анод дегеніміз не? Токтан шығуды сипаттайтын не?
6. Мыс сульфатының сулы ертіндісі арқылы 1 сағат ішінде өткен ток күші 4 А, электролиз кезіндегі катодта

бөлініп шығытын мыстың (Cu) массасы қандай болады? Мыстың эквиваленттік массасы 31,77 г/моль.

7 Ерітіндіні 1 сағат 40 минут 25 секунд ішінде электролиздегенде катодта 1,4 л сутегі (қ.ж) бөлінеді? Ток күшін анықтаңыз, егер сутегінің эквиваленттік көлемі 11,2 л тен болса.

10 лабораториялық жұмыс. Металдардың коррозиясы

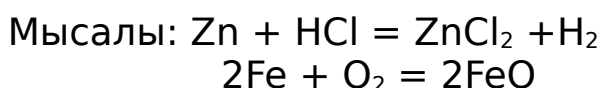
Жұмыстың мақсаты.

1. Бейтарап және қышқыл ортада жүретін электрохимиялық коррозиямен танысу, тендеулерін құрастыру;

2. коррозиядан қорғаудың бірқатар әдістерімен танысу;

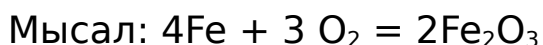
Теориялық кіріспе. Коррозия – сыртқы ортаның әсерінен металдардың өз бетімен бүліну процесі. Механизмі бойынша коррозия екі түрлі болады: химиялық және электрохимиялық.

Химиялық коррозия кезінде металл сыртқы ортаның әсерінен (ауа, газдар, электролиттер емес) тотығып бүлінеді; осы кезде электр тоғы пайда болмайды.

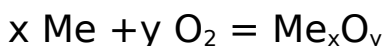


Жүру жағдайы бойынша химиялық коррозия екі түрлі бола алады:

а) газдық коррозия – яғни металдардың ауадағы оттегімен тотығуы. Бұл процесс жоғары температурада (500° – 600°C) жүреді және осы кезде су конденсацияланбайды.



Металл ауамен әрекеттесу нәтижесінде оксид қабығы түзіледі:



Металл бетінің үстіндегі оксид қабығының қалыңдығы, тұтастығы, оның беріктігі металдың табиғатына, температураға, түзілу жағдайына байланысты болады. Түзілген оксид қабығының тұтастығын Пиллинг-Бэдвортс коэффициентімен анықтайды:

$$\alpha = V_{\text{Me}_x\text{O}_y} / V_{\text{Me}} \quad (43)$$

мұндағы V_{Me} - оксид түзу үшін жұмсалған металдың көлемі;

A_{Me} - металдың атомдық массасы; x - индекс; ρ_{Me} - металдың тығыздығы.

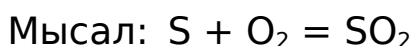
$$V_{\text{Me}} = \frac{x A_{\text{Me}}}{\rho_{\text{Me}}} \quad (44)$$

Осы түзілген оксидтің көлемін мына формула арқылы табылады:

$$V\{\text{Me}_x\text{O}_y\} = \frac{M\{\text{Me}_x\text{O}_y\}}{\rho\{\text{Me}_x\text{O}_y\}} \quad (45)$$

б) электролит еместердегі жүретін коррозия

Мысалы, отында күкірт және оның қосылыстарының қоспалары бар. Олар жанғанда күкірт (IV) немесе (VI) оксидтеріне-коррозиялаушы заттарға айналады және іштен жанатын двигательдердің цилиндріне зиян келтіреді.

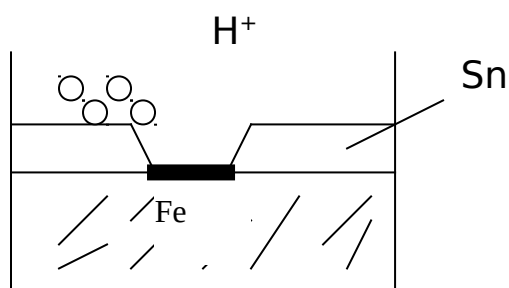


Электролиттер емес ретінде мұнай, бензол, толуол және басқа органикалық агрессивті заттар бола алады.

Электрохимиялық коррозия деп жүйенің ішінде электр тоғы пайда болуы арқылы электролиттерде металдардың бүлінуін айтады. Бұл процесс дымқыл ауада немесе электролиттік ортада жүреді. Осымен қатар, электрохимиялық коррозияны негізгі металдан басқа металдар мен бейметалдар қоспалары немесе металл бетінің біркелкі еместігі тұғызады. Сондықтан

мұндай металдар электролиттік ортамен түйіскенде көптеген микрогальваникалық элементтер жұмыс істеп, активті металл коррозияланады. Осы жағдайда теріс потенциалы жоғарылау металл бұзылып оның иондары ерітіндіге өтеді; ал электрондар активтілігі төмендеу металға ауысады. Қышқылды ортада - сутегі иондары тотықсызданады (сутекті деполяризация), ал бейтарап, негіздік ортада - оттегі тотықсызданады (оттекті деполяризация).

Мысал ретінде қалайымен жанасқан темірдің қышқылды ортада (электролит - H_2SO_4) электрохимиялық коррозия арқылы бүлінуін қарастырайық (сурет 4):



4 сурет

Алдымен металдардың стандарттық электродтық потенциалдарын салыстырып олардың қайсысын активтілігі жоғары екені табамыз (қосымша B):

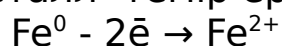
$$E^0_{Sn|Sn^{2+}} = -0,14B$$

$$E^0_{Fe|Fe^{2+}} = -0,44B$$

Темірдің потенциалы төмен болғандықтан, ол активті металл (анод) болады. Берілген жағдайда қалайымен жанасқан темірдің бетінде мынадай гальваникалық элемент түзіледі:

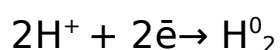


Гальваникалық элементтің жұмыс істеу нәтижесінде активті металл- темір еріп тотығады:



Темірдің электрондары қалайыға қарай ауысып оның бетінде қышқылдың сутегі катиондарын

тотықсыздандырады және сутегі газы пайда болады (сутекті деполяризация):



Темір катиондары ерітіндідегі қышқылдың сульфат-аниондарымен әрекеттесіп темір сульфатын FeSO_4 түзеді.

Металдардың коррозиясы үздіксіз жүретін процесс, сондықтан халық шаруашылығына орасан зор зиян келдіреді. Металдарды коррозиядан сақтаудың әр түрлі тәсілдері бар: ортаның құрамын өзгерту, қорғаныш металдық жабындарын қолдану, электрохимиялық жолмен металдарды қорғау, коррозияға төзімді күймалар қолдану, ингибиторлар қосу және металдардың бетін сырлау, лактау, эмальдау және тағы басқа түрлі заттармен қаптау.

Жұмыстың орындалуы

1 тәжірибе. Мыстың қатысумен мырыштың коррозияға ұшырауы.

Екі пробиркаға 2 мл 1 М. күкірт қышқылын құйып, оған мырыш бөлшегін тастаңыз. Сутегі бөлініп шықты ма? Пробирканың біріне мыстан істелінген сымды батырыңыз / мырышқа тигізбей/.

Сутегі бөлініп шыққанға назар аударыңыз: Енді сымды мырышқа тигенше батырыңыз. Не өзгерді? Байқалған құбылысты түсіндіріңіз. Сутегі қай металдан бөлінді? Қандай метал жойылып анод ролін, қайсы катод ролін атқарды? Анодтық және катодтық процестердің электрондық тендеулерін жазыңыз.

2 тәжірибе. Мырышпен және қалайымен қапталған тазартылған темірдің коррозиясы.

Пробирканың орта шетіне дейін дистиллинген су құйып оған 3-4 тамшы 2 н күкірт қышқылын және 3-4 тамшы қан қызыл тұзын қосыңыз. Алынған ерітіндіні екі пробиркаға бөліңіз. Бірінші пробиркаға мырышталған темірді, екіншіге - қалайымен қапталған темірді салыңыз және 5-10 минутқа қалтырыңыз. Ерітіндінің түсі өзгеруін байқаңыз. Қай жағдайда темір коррозияға ұшырайды?.

3 тәжірибе. Оттегінің әртүрлі келуіне байланысты болатын коррозия.

Металл пластинкасын тас қағазымен тазартып сумен жуыңыз және фильтр қағазымен сүртіңіз. Таза бетіне бірнеше тамшы NaCl /3 %/ ерітіндісін / фенолфталеин және қан қызыл тұзы араластырылған/ тамызыңыз. Пластинканы 10 минутқа қойыңыз /басқа тәжірибеге кірісе беріңіз/. 10 мин. соң пластинканың ортасында және шет жағындағы түсінің өзгеруіне назар аударыңыз. Бұл құбылысты қалай түсіндіруге болады? Анодтық және катодтық процестердің электрондық тендеулерін жазыңыз.

4 тәжірибе. Әртүрлі электролитерде темірдің коррозияға ұшырауы.

Бес пробирканы алып, оған келесі ерітінділерді құйыңыз: 1-шіге- натрий хлориді ($\text{pH}=7$), 2-шіге- натрий хлориді және 1-2 тамшы натрий гидроксидін ($\text{pH}=13$), 3-шіге -дистиллинген су және 1-2 тамшы күкірт қышқылын, 4-шіге- дистиллинген су, 5-шіге- кран суын. Барлық пробиркаларға 2 тамшыдан $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ерітіндісін құйыңыз. Алынған ерітінділерді шайқап аралыстырып, барлық 5 пробиркаға да 1 шегеден тастаңыз (алдын-ала тас қағазбен тазаланған). 2-5 мин. соң қай пробиркадағы шегенің төңірегіндегі ерітінді көгерді, түсіндіріңіз. Қандай иондар ингибиторлар және қайсы активаторлар болып табылады / темір коррозиясы үшін/.

5 тәжірибе. Протекторлық қорғаныс.

Қорғасын -мырыш үлгісіндегі протекторлық қорғаныстың схемалық принципін түсіндіріңіз.

Пробиркаға 5 мл шамасында 0,4 н сірке қышқылының ерітіндісін құйып, оған 5 тамшы йод ерітіндісін қосыңыз. Алынған сұйықты 2 пробиркаға бөліңіз және әрқайсысына металл бөлшектерін салыңыз: біріншісіне - мырыш пен темір / бір-бірімен байланысқан/ екіншісіне қорғасын. Екі пробирканың қайсысының /бетінде/ металл бөлшегінің бетінде PbI_2 ерітіндісін сарғыш бояуы байқалады.

Анодтық және катодтық процестердің тендеуін, қорғасын - мырыш коррозиялық гальвани элементінің схемасын жазыңыз.

6 тәжірибе. Коррозия процесінің ингибиторлары
Үш пробиркаға 5 мл тұз қышқылын құйыңыз.
Үшеуінің біріне -ұсақталған уротропин таблеткасын қосып қатты араластырыңыз, тағы біріне 1-2 мл формалинді қосыңыз. Пробиркалардың әрқайсына темір сымынан екі бөлшегін салыңыз. Не байқалады? Темірдің тұз қышқылымен жүретін реакциясының теңдеуін жазыңыз. Реакциядан кейінгі тұз қышқылы өзінің, агрессивтігің жоғалтып алды, бірақ тұздармен, қышқылдармен, гидраттармен реакцияласы алатындағын жоғалтқан жоқ. Соңғы ерітіндіні құйып алып оған мәрмір /CaCO₃/ бөлшегін таста. Не байқалды? Реакция теңдеулерін жазыңыз.

Бақылау сұрақтары

1. Металдар коррозиясы дегеніміз не?
2. Қандай себептерден металдар коррозияға ұшырайды?
3. Электрохимиялық коррозияның химиялық коррозиядан айырмашылығы неде?
4. Анодтағы тотықсыздану және катодтағы тотығу процесстерін түсіндіріңіз?
5. Катодтық деполяризация дегеніміз не? Оттекті және сутекті деполяризация қалай жүреді?
6. Бейтарап ортада хромдалған темірдің атмосфералық коррозиясы кезінде катодта қандай процесс жүреді. Теңдеулерін келтіріңіз.
7. Қышқыл ортада қандай зат никельденген темірдің коррозиясың өнімі бола алады: Теңдеулерін келтіріңіз.

Әдібиеттер

1 Бірімжанов Б.А., Нұрахметов Н.Н. Жалпы химия. – Алматы: Ана тілі, 1992. – 520 б.

2. Аханбаев К. Химия негіздері. – Алматы: Мектеп, 1987.-393 б.

3 Ахметов Н.С., и др. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии. – М. : Высшая школа, 2003. – 367 с

4 Браун Т., Лемей Г.Ю. Химия - в центре наук: В 2-х частях. Ч.1/ Пер. с англ. – М. : Мир, 1983. – 448 с.

5 Браун Т., Лемей Г.Ю. Химия - в центре наук: В 2-х частях. Ч.2/ Пер. с англ. – М. : Мир, 1983. – 520 с.

6 Коровин Н.В. Задачи и упражнения по общей химии. – М. : Высшая школа, 2003. – 255 с.

7 Левант Г.Е., Райцын Г.А. Практикум по общей химии. - 4-е изд., переработ. и доп. – М. : Высшая школа, 1971. – 336 с.

8 Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учеб. для хим.-технол. спец. вузов / Под ред. А.Г. Стромберга. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1988. – 496 с.

9 Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т.1/ Пер. с англ. – М. : Мир, 2002. – 540 с.

10 Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т.2/ Пер. с англ. – М. : Мир, 2002. – 528 с.

11 Хомченко И.Г. Общая химия. Сборник задач и упражнений: учеб. пособие. – М. : Новая волна, 2001. – 256 с.

Мазмұны

Кіріспе.....	
.....3	
1 лабораториялық жұмыс. Мырыштың молярлі эквиваленттік массасын анықтау.....	6
2 лабораториялық жұмыс. Көміртегі (IV) оксидінің мольдік массасын анықтау	10
3 лабораториялық жұмыс. Периодтық жүйедегі элементтердің және олардың қосылыстарының	

өзгеруі.....	қасиеттерінің	14
4 лабораториялық жұмыс.	Бейтараптау	
реакцияның жылу	эффектісін	
анықтау.....		18
5 лабораториялық жұмыс. Химиялық реакцияның жылдамдығы және химиялық тепе-теңдік.....		23
6 лабораториялық жұмыс. Ерітінділер және оларды даярлау		28
7 лабораториялық жұмыс.	Электролиттік диссоциация.....	32
8 лабораториялық жұмыс. Тотығу-тотықсыздану реакциялары.....		35
9 лабораториялық жұмыс.	Тұздар электролизі	40
10 лабораториялық жұмыс.	Металдардың коррозиясы	45
Әдебиеттер.....		51
Қосымша		
А		52
Қосымша		
Б		53
Қосымша		
В		54

ҚОСЫМША Б
ТҰЗДАР МЕН НЕГІЗДЕРДІҢ СУДАҒЫ ЕРІГІШТІГІ

Иондар	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
OH ⁻		Е	Е	Е	—	Е	Ае	Ае	Ем	Ем	—	Ем	Ем	Ем	Ем
NO ₃ ⁻	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е
Cl ⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Ае	Е	Е	Е
Br ⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Е	Е	Е	Е	Е	Ае	Ае	Е	Е	Е
I ⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Е	Е	Е	Е	-	Ем	Ем	Е	-	Е
S ²⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	—	—	—	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	—
SO ₃ ²⁻	Е	Е	Е	Е	Ае	Ае	Ае	Ае	Ае	—	—	Ем	Ае	—	—
SO ₄ ²⁻	Е	Е	Е	Е	Ае	Ем	Ае	Е	Е	Е	Е	Ем	Е	Е	Е
CO ₃ ²⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	—	—	Ем	Ем	—	—
SiO ₃ ²⁻	Ем	—	Е	Е	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	—	—	Ем	Ем	—	—
PO ₄ ³⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем	Ем
CH ₃ COO ⁻	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е
CrO ₄ ²⁻	Е	Е	Е	Е	Ем	Ем	Ае	Е	Ем	Ем	Ем	Ем	-	-	-

Е- ериді, Ае - аз ериді, Ем - ерімейді, сызық - суда ыдырайтын зат

БЕКІТЕМІН

С. Торайғыров атындағы
ОЖ жрніндегі проректоры

Н.Э. Пфейфер

«__» _____ 200 ж.

Құрастырушы: _____ х.ғ.к.; К.Х. Жапаргазина

Химиялық технологиялар кафедрасы

кафедрасы мәжілісінде ±сынылды «__» __200__ ж.
протокол №__
кафедра менгерушісі _____ Мальков И.В.

Биология-химиялық факультетінің методикалық
кеңесімен қабылданған
«__» _____200__ ж. Протокол №__

ОМК төрағасы _____ Буркитбаева У.Д.

КЕЛІСІЛДІ:

факультеттің деканы _____ Базарбеков К.У. «__»
____200__ ж
«__» _____2005 ж

СМБ нормобақылаушы _____ Баяхметова Г.С. «__»
____200__ ж

ОӘБ МАҚІЛДАНДЫ

ОӘБ бастағы _____ Головерина Л.Т. « _ » _____ 200_

ж