

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

О.Ю. Светкіна, П.О. Єгоров, Н.В. Козиненко

## **ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ**

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання індивідуальних контрольних завдань з дисципліни  
студентами напряму підготовки 6.050303 Переробка корисних копалин

Дніпропетровськ  
2014



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



**ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
*Кафедра хімії*

О.Ю. Светкіна, П.О. Єгоров, Н.В. Козиненко

**ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання індивідуальних контрольних завдань з дисципліни  
студентами напряму підготовки 6.050303 Переробка корисних копалин

Дніпропетровськ  
НГУ  
2014

**Светкіна О.Ю.**

Фізична та колоїдна хімія. Методичні рекомендації до виконання індивідуальних контрольних завдань з дисципліни студентами напряму підготовки 6.050303 Переробка корисних копалин / О.Ю. Светкіна, П.О. Єгоров, Н.В. Козиненко / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 29 с.

Автори:

О.Ю. Светкіна, канд. хім. наук, доц.;

П.О. Єгоров, канд. хім. наук, проф.;

Н.В. Козиненко, асист.

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 6.050303 Переробка корисних копалин (протокол № 2 від 27.05.2013) за поданням кафедри хімії (протокол № 9 від 23.05.2013).

Методичні матеріали мають на меті допомогти студентам при вивченні дисципліни, зокрема розглянути фізико-хімічні властивості розчинників, що беруть участь у процесах збагачення мінеральної сировини, а також усвідомити особливості хімічних реакцій їх взаємодії з цільовими компонентами металевих руд, що відповідає вимогам освітньо-кваліфікаційної програми підготовки студентів за напрямом 6.050303 Переробка корисних копалин.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри, канд. хім. наук,  
проф. Єгоров П.О.

## ПЕРЕДМОВА

За нормативами кредитно-модульної системи у навчальному навантаженні студентів значну частку відведено на самостійну роботу.

Такий підхід дає можливість враховувати всі досягнення студента не тільки у виконанні обсягу навчальної програми, а й участь його в наукових дослідженнях, конференціях, предметних олімпіадах.

Самостійне вивчення студентами тем, що входять у програму дисциплін "Фізична та колоїдна хімія", "Основи загальної хімії", – обов'язкова складова процесу підготовки фахівців гірничих спеціальностей.

За результатами вивчення зазначених дисциплін передбачено виконання контрольних індивідуальних завдань на базі засвоєння студентами лекційного матеріалу, пошукового аналізу літературних джерел. При цьому кожен з них має продемонструвати ступінь опанування основних закономірностей, принципів хімічних реакцій, переваг останніх у промисловому виробництві, зокрема в процесах переробки й збагачення корисних копалин. Така підготовка допоможе майбутнім спеціалістам надалі вирішувати питання вибору раціональних методів у гірничопромислових технологіях.

**Мета** цього методично-інформаційного видання:

- закріплення теоретичних знань з фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін;
- опрацювання та засвоєння лекційного матеріалу з вищеназваних дисциплін і закріплення знань, набутих при вивченні суміжних курсів;
- самостійне вивчення основних положень прикладної хімії за рекомендованою літературою;
- підготовка й виконання контрольних розрахунково-аналітичних завдань.

Автори цього видання обмежились розглядом матеріалу з фізичної хімії як складової навчальної дисципліни «Фізична та колоїдна хімія».

# 1. ПРЕДМЕТ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ ТА ОСНОВНІ ВІХИ ЇЇ РОЗВИТКУ

Фізична хімія вивчає загальні закономірності хімічних явищ, широко використовуючи при цьому фізичні закони й методи дослідження.

Спираючись на дослідні дані окремих хімічних дисциплін, фізична хімія узагальнює їх, виводить з них закономірності і таким чином сприяє подальшому розвитку хімічних наук і технологій. Отже, має не тільки важливе теоретичне, але й велике практичне значення.

У межах цієї наукової галузі вивчають умови практичного здійснення хімічних процесів, теоретичні методи обчислення виходу продуктів реакції, способи отримання нових матеріалів. У свою чергу методи фізичної хімії дозволяють розкрити умови зв'язування азоту повітря, отримання різних сплавів важких і легких металів, виробництва синтетичного каучуку, пластичних мас, електрохімічного виробництва. І тут особливої ваги набувають способи боротьби з корозією металів, що теж базуються на фізико-хімічному матеріалі.

Наприклад, у програмі цієї дисципліни вивчення фотохімічних реакцій наближає студентів до пізнання сутності важливого й складного процесу збагачення корисних копалин. Крім того, широкого застосування в багатьох галузях промисловості набувають фізико-хімічні методи аналізу.

Як наука фізична хімія виникла в середині XVIII ст. (1752). Її основоположником справедливо вважають видатного російського вченого *М.В. Ломоносова* (1711 – 1765). Він уперше обґрунтував необхідність і перспективу сполучення хімії з фізикою.

Ще в 1748 р. Ломоносов сформулював один із найважливіших у природі закон збереження матерії та руху. Це було геніальне передбачення, адже його експериментальне обґрунтування й остаточне формулювання було реалізовано тільки в сорокових роках XIX ст.

Взагалі, М.В. Ломоносов відомий своїм прагненням поєднувати теоретичні досягнення з практикою. Наприклад, підбираючи рецепти виготовлення кольорового скла, він особисто провів понад 2000 дослідів. Досягненням цього діяча була розробка різноманітних вимірювальних приладів.

Учений *Г. І. Гесс* (1802 – 1850) є основоположником термохімії, йому належить відкриття основного термохімічного закону про сталість суми тепла в процесі хімічних реакцій.

У Харківському університеті професором *М. М. Бекетовим* (1827 – 1911) було вперше у світі організовано фізико-хімічне відділення, де з 1865 р. він викладав студентам курс фізичної хімії власного авторства.

Якраз М.М. Бекетов встановив, яким є вплив концентрації речовин, що беруть участь у хімічній реакції, на її напрямок і цим самим створив теоретичну базу відкриття закону діючих мас.

Значний внесок у розвиток фізичної хімії зробили *А.М. Бутлеров* (1828 – 1886), основоположник теорії будови хімічних сполук, *Д.І. Менделєєв* (1834 – 1907), який відкрив періодичний закон хімічних елементів.

Норвезькі вчені *К. М. Гульдберг* (1836 – 1902) та *І.І. Вааге* (1833 – 1900) у 1860-х роках сформулювали закон дії мас.

Протягом 1880-х рр. виходять у світ праці видатного фізико-хіміка, голландського вченого *Я.Г. Вант-Гоффа* (1852 – 1911). Сформульований у цих працях закон осмотичного тиску розчинів, носить й ім'я цього вченого. Окрім розчинів, Вант-Гофф вивчав швидкість хімічних реакцій і хімічну рівновагу і встановив важливі закономірності цих явищ.

Шведському вченому *С. Арреніусу* (1859 – 1927) належить пріоритет у розробці теорії електролітичної дисоціації (1887).

Російський хімік *І. А. Каблуков* (1857 – 1942) на базі гідратної теорії розчинів *Д. І. Менделєєва* пояснив сутність процесу дисоціації молекул електролітів на йони, а також увів у наукову практику поняття гідратації йонів (1891).

Праці *Н. Д. Зелінського*, *А. С. Фаворського*, *С. В. Лебедева* з вивчення каталізу дали початок розвитку важливих напрямів хімічної промисловості, зокрема виробництву синтетичного каучуку, бензину, виготовленого з висококиплячих нафтових продуктів. Вони, зокрема, розробили теоретичні засади крекінг-процесу, технологій виробництва ароматичних сполук з нафти (ароматизації), твердих жирів з рідких олій (гідрогенізації) тощо.

## **2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ**

Запропоновані для розв'язування в цьому виданні задачі передбачають обчислення фізико-хімічних величин, що допомагає студентам з'ясувати зміст основних фізико-хімічних положень, законів і формул, проаналізувати залежності між величинами. Необхідні для розрахунків дані, як правило, включені в умови задач і в додатки до цих рекомендацій, що забезпечує можливість працювати без використання довідкової літератури. У додатках містяться значення найважливіших фізичних величин і стандартних електродних потенціалів. Одиниці вимірювання величин подані, переважно, в одиницях Міжнародної системи (СІ). Проте інколи вживаються позасистемні одиниці, поширені в сучасній фізико-хімічній літературі.

Перш ніж долучитись до самостійного розв'язування задач, передбачених у контрольному завданні, варто ознайомитись з теоретичним матеріалом відповідного розділу дисципліни, а також з прикладами розв'язування типових задач, що подані далі в цих рекомендаціях. Після цього можна починати самостійну роботу для закріплення теоретичних знань, враховуючи перелічені нижче вимоги.

1. Варіант індивідуального контрольного завдання студентові видає викладач.

2. Номери завдань визначаються за таблицею відповідно до номера варіанта. Кожний варіант містить 10 задач, які потрібно розв'язати.

3. Індивідуальну контрольну роботу виконують в окремому зошиті, на обкладинці якого має бути зазначено прізвище, ім'я, по батькові студента, номер варіанта, курс, групу та спеціальність.

4. На кожній сторінці слід залишити поля для зауважень рецензента.

5. Якщо для виконання роботи потрібна консультація, студент має право звернутися на кафедру до викладача.

6. Роботу належить подати на кафедру хімії до початку екзаменаційної сесії.

7. Студенти, котрі не виконали завдання, або ті, роботи яких не було зараховано, не допускаються до складання екзамену з фізичної та колоїдної хімії.



### 3. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДЕЯКИХ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

1. Обчислити  $\Delta H_{298}^0$  такої реакції:  $2\text{Mg}_{(\text{тв.})} + \text{CO}_{2(\text{г.})} \rightarrow 2\text{MgO}_{(\text{г.})} + \text{C}_{(\text{графіт.})}$ .

#### **Розв'язування**

У додатку 1 знаходимо значення стандартної ентальпії утворення речовин, враховуючи, що  $\Delta H_{298}^0 = 0$ , коли речовини прості. Таким чином:  $\Delta H_{298}^0(\text{Mg}) = 0$ ;  $\Delta H_{298}^0(\text{MgO}) = -601,24$ ;  $\Delta H_{298}^0(\text{CO}_2) = -393,51$ ;  $\Delta H_{298}^0(\text{C}) = 0$  кДж/моль.

Згідно із законом Гесса визначаємо тепловий ефект реакції, тобто  $\Delta H_{298}^0(\text{реакції}) = \Delta H_{298}^0(\text{продуктів}) - \Delta H_{298}^0(\text{вихідних речовин}) =$   
 $= [2\Delta H_{298}^0(\text{MgO}) + \Delta H_{298}^0(\text{C})] - [2\Delta H_{298}^0(\text{Mg}) + \Delta H_{298}^0(\text{CO}_2)] =$   
 $= [2 \cdot (-601,24) + 0] - [2 \cdot 0 + 393,51] = -808,97$  кДж/моль.

**Відповідь:**  $\Delta H_{298}^0(\text{реакції}) = -808,97$  кДж/моль.

2. Розрахувати, при якій температурі повинен кристалізуватися розчин, що містить у 250 г води 54 г глюкози ( $K_{\text{кр.}}$  для води дорівнює 1,86).

#### **Розв'язування**

Кількість молів глюкози

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{54 \text{ г}}{180 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль.}$$

Тоді моляльність цього розчину

$$C_g = \frac{\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{0,3 \text{ моль}}{0,25 \text{ кг}} = 1,2 \text{ моль/кг}$$

Знаходимо зміну температури замерзання розчину таким чином:

$$\Delta T_{\text{крист}} = K_{\text{кр.}} \cdot C_g = 1,86 \cdot 1,2 = 2,23^\circ.$$

Отже, розчин буде кристалізуватися, коли температура набуває такого значення:

$$T_{\text{крист.}}(\text{розчину}) = T_{\text{крист}}(\text{H}_2\text{O}) - \Delta T_{\text{крист}} = 0 - 2,23 = -2,23^\circ\text{C}.$$

**Відповідь:**  $T_{\text{крист}}(\text{розчину}) = -2,23^\circ\text{C}.$

3. При  $18^\circ\text{C}$  питома електропровідність 5 %-ного розчину  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  дорівнює  $4,38 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Густина розчину становить  $1,038 \text{ г/см}^3$ . Розрахувати еквівалентну електропровідність розчину та уявний ступінь дисоціації  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .

#### **Розв'язування**

Розраховуємо нормальну концентрацію розчину  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , тобто

$$C_N = 0,6997 \text{ моль/л.}$$

Знаходимо еквівалентну електропровідність, таким чином:

$$\lambda_e = \frac{\chi \cdot 1000}{C_N} = \frac{4,38 \cdot 10^{-2} \cdot 1000}{0,6997} = 62,6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$$

У додатку 2 знаходимо значення рухливості катіона  $Mg^{2+}$  та аніона  $NO_3^-$  і розраховуємо електропровідність розчину  $Mg(NO_3)_2$  при безмежному розведенні, тобто

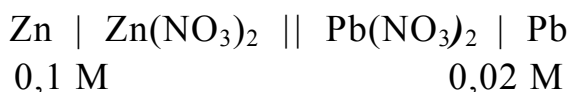
$$\lambda_{\infty} = \lambda_k + \lambda_a = \lambda_+ + \lambda_- = 53,0 + 71,5 = 124,5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Тоді ступінь дисоціації  $Mg(NO_3)_2$  цьому розчині

$$\alpha = \frac{\lambda_e}{\lambda_{\infty}} = \frac{62,6}{124,5} = 0,502 \text{ або } 50,2\% .$$

**Відповідь:**  $\lambda_e = 62,6 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2 \text{ моль}^{-1}$ ;  $\alpha = 50,2 \%$ .

4. Обчислити ЕРС гальванічного елемента (при  $25^\circ\text{C}$ ), а саме:



### **Розв'язування**

Щоб обчислити ЕРС гальванічного елемента, розраховуємо спочатку потенціал кожного електрода, що входить у нього. Значення стандартних електродних потенціалів знаходимо в додатку 3. Таким чином,

$$\varphi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0} = \varphi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0}^0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Zn}^{2+}] = -0,764 + 0,0295 \cdot (-1) = -0,79 \text{ В},$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = C_M \cdot \alpha \cdot k = 0,1 \text{ моль/л};$$

$$\varphi_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0} = \varphi_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0}^0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Pb}^{2+}] = -0,13 + 0,0295 \cdot (-1,7) = -0,18 \text{ В},$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = C_M \cdot \alpha \cdot k = 0,02 \text{ моль/л}.$$

Знаходимо електрорушійну силу гальванічного елемента:

$$\text{ЕРС} = + 0,61 \text{ В}.$$

**Відповідь:** ЕРС = + 0,61 В.

5. Струм силою 6 А протягом 1,5 години пропускали через водний розчин сірчаної кислоти. Обчислити масу води, що розклалася, та об'єм виділених на електродах газів.

### **Розв'язування**

За законом Фарадея знаходимо кількість еквівалентів речовин, які прореагують або утворяться під час електролізу, а саме:

$$n_e = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{6,0 \cdot 5400}{96500} = 0,336 \text{ екв}.$$

Оскільки еквівалентна маса води  $m_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ г/екв}$ , то маса води, що розклалася під час електролізу,

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n_e \cdot m_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,336 = 3,024 \text{ г}.$$

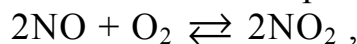
Еквівалентний об'єм кисню й водню в нормальних умовах дорівнює 5,6 та 11,2 л/екв відповідно, тому під час електролізу на електродах виділяться такі об'єми цих газів:

$$V(\text{O}_2) = n_e \cdot V_{\text{екв}} = 0,336 \cdot 5,6 = 1,88 \text{ л};$$

$$V(\text{H}_2) = n_e \cdot V_{\text{екв}} = 0,336 \cdot 11,2 = 3,76 \text{ л}$$

**Відповідь:**  $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,024 \text{ г}$ ,  $V(\text{O}_2) = 1,88 \text{ л}$ ,  $V(\text{H}_2) = 3,76 \text{ л}$ .

6. Яким чином зміниться швидкість такої реакції:



за умови зменшення об'єму реакційної посудини в 3 рази?

**Розв'язування**

Швидкість цієї реакції описується законом діючих мас, тобто

$$v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2].$$

До зміни об'єму закон діючих мас мав такий вигляд:

$$v_1 = k \cdot [\text{NO}]_1^2 \cdot [\text{O}_2]_1.$$

Унаслідок зменшення об'єму в 3 рази концентрація кожної з реагуючих речовин збільшиться в 3 рази:  $[\text{NO}]_2 = 3[\text{NO}]_1$ ,  $[\text{O}_2]_2 = 3[\text{O}_2]_1$ . Враховуючи це, швидкість реакції після зменшення об'єму набуває такого значення:

$$v = k \cdot [\text{NO}]_2^2 \cdot [\text{O}_2]_2 = k \cdot (3[\text{NO}]_1)^2 \cdot (3[\text{O}_2]_1) = 27 \cdot k \cdot [\text{NO}]_1^2 \cdot [\text{O}_2]_1.$$

Тепер обчислимо, у скільки разів збільшилась швидкість реакції, таким чином:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{27 \cdot k [\text{NO}]_1^2 \cdot [\text{O}_2]_1}{k \cdot [\text{NO}]_1^2 \cdot [\text{O}_2]_1} = 27$$

**Відповідь:** швидкість реакції зросте в 27 разів.

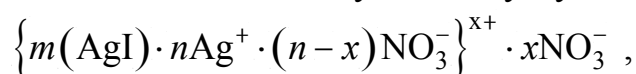
7. Напишіть будову міцели золю, утвореного внаслідок взаємодії розведених розчинів KI та  $\text{AgNO}_3$  (нітрат срібла взято в надлишку). Охарактеризуйте складові компоненти міцели. До якого електрода будуть переміщуватись гранули цього золю під час електрофорезу?

**Розв'язування**

Запишемо реакції утворення золю, тобто



Міцела золю в цьому випадку буде мати таку будову:



де  $\text{Ag}^+$  – потенціал, що визначає іон;  $\text{NO}_3^-$  – протиіон.

Оскільки гранули колоїдної частинки мають позитивний заряд, то при електрофорезі вони будуть рухатися до катода.

8. Обчислити поріг коагуляції золю для NaCl, якщо додавання до нього 10,5 мл 1М розчину NaCl викликають коагуляцію 100 мл золю гідроксиду заліза (III).

**Розв'язування**

Визначаємо, скільки мілімолів NaCl міститься в 10,5 мл 1М його розчину, тобто

$$v(\text{NaCl}) = C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{р-ну}) = 1 \text{ моль/л} \cdot 0,0105 \text{ л} = 0,0105 \text{ моль} = 10,5 \text{ ммоль.}$$

Знаходимо загальний об'єм розчину після зливання золю та розчину NaCl, а саме:  $V_{\text{заг}} = V_{(\text{золю})} + V_{(\text{р-ну NaCl})} = 100 + 10,5 = 110,5 \text{ мл} = 0,1105 \text{ л.}$

Розраховуємо поріг коагуляції золю для NaCl, тобто

$$\gamma = \frac{v(\text{NaCl})}{V_{\text{заг}}} = \frac{10,5}{0,1105} = 95,0 \text{ ммоль/л}$$

**Відповідь:**  $\gamma = 95,0 \text{ ммоль/л.}$

9. Визначити графічну інтерпретацію константи в рівнянні Фрейндліха та в рівнянні Ленгмюра.

**Розв'язування**

а) Рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха має такий вигляд:

$$\frac{x}{m} = K \cdot C^{1/n},$$

де  $x$  – кількість адсорбованої речовини, ммоль/л;  $m$  – маса адсорбента, г;  $C$  – рівноважна концентрація ммоль/л;  $K$ ,  $n$  – константи.

Логарифмуючи наведене вище рівняння, одержимо таке рівняння прямої:

$$\lg \frac{x}{m} = \lg K - \frac{1}{n} \lg C.$$

Знайшовши значення  $x/m$  для різних рівноважних концентрацій, будуюмо графік такої залежності:

$$\lg \frac{x}{m} = f(\lg C),$$

а відповідно до нього визначаємо необхідні константи (див. рис.1), тобто відрізок, що відтинається прямою на осі ординат, дорівнює  $\lg K$ ; тангенс кута нахилу прямої до осі абсцис дорівнює  $1/n$ .

б) Рівняння ізотерми адсорбції Ленгмюра має такий вигляд:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{bC}{1+bC},$$

де  $\Gamma$  – питома адсорбція, моль/г;  $C$  – рівноважна концентрація, моль/л;  $b$ ,  $\Gamma_{\infty}$  – константи.

Перетворивши згадане рівняння, одержимо таке рівняння прямої:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot b} \cdot \frac{1}{C}$$

Знайшовши величину співвідношення  $1/\Gamma$  для різних рівноважних концентрацій, будемо графік і за ним встановлюємо значення констант  $b$  і  $\Gamma_\infty$  (див. рис. 2)

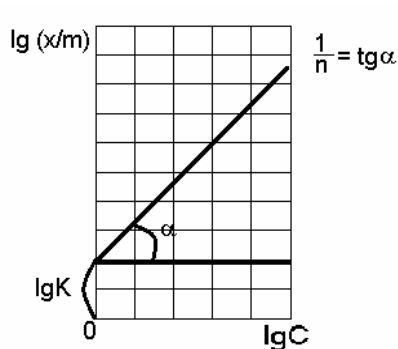


Рис. 1

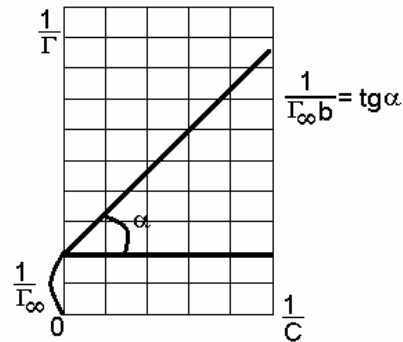


Рис. 2

10. Знайти поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> для водного розчину пеларгонової кислоти при 11°C, якщо його поверхневий натяг у таких умовах дорівнює 57,00 ерг/см<sup>2</sup>.

**Розв'язування**

У додатку 4 знаходимо значення поверхневого натягу води при заданій температурі, тобто  $\sigma_0 = 74,07$  ерг/см<sup>2</sup>. Виконаємо перерахунок температури в кельвіни, тобто,  $T = 11 + 273 = 284$  К.

Тоді за рівнянням Гіббса

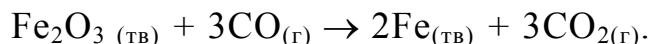
$$\Gamma = -\frac{\sigma_n - \sigma_0}{RT} = -\frac{57,00 - 74,07}{8,31 \cdot 10^7 \cdot 284} = 7,233 \cdot 10^{10}.$$

Отже, пеларгонова кислота – це поверхнево-активна речовина.

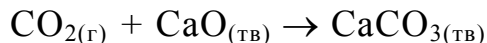
**Відповідь:**  $\Gamma = 7,233 \cdot 10^{10}$  моль/см<sup>2</sup>.

#### 4. КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Визначити, яким чином змінюється при 298 К енергія Гіббса в процесі такої реакції:

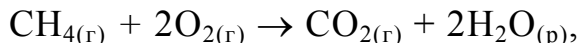


2. Тепловий ефект такої реакції:



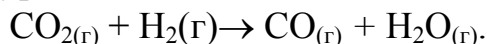
становить  $-177,39$  кДж/моль. Визначити за цих умов теплоту утворення карбонату кальцію.

3. Визначити зміну ентальпії та ентропії такої реакції:



якщо тиск постійний, а температура становить 298 К.

4. При якій температурі можливий самовільний перебіг такої реакції:



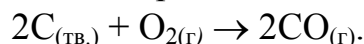
Вважаємо, що значення величин  $\Delta H$  та  $\Delta S$  від температури не залежать.

5. Молярна теплота плавлення нікелю дорівнює 18 кДж/моль, а його температура плавлення становить  $1453^\circ\text{C}$ . Визначити зміну ентропії при плавленні 293 г нікелю.

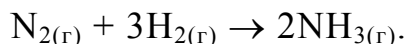
6. Молярна теплота плавлення льоду становить 6,012 кДж/моль. Визначити, скільки грамів льоду було розплавлено, якщо зміна ентропії при цьому становила 244,6 Дж/(моль·К).

7. Визначити зміну ентропії при випаровуванні двох кілограмів води, якщо молярна теплота випаровування води становить 44,041 кДж/моль.

8. Розрахувати кількість теплоти, що виділиться при згорянні 72 г вуглецю, що супроводжується такою реакцією:

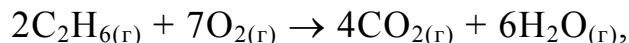


9. Встановити, чи буде самовільним при температурі  $25^\circ\text{C}$  перебіг такої реакції:



Відповідь підтвердити розрахунками.

10. Обчислити ентропію  $\text{C}_2\text{H}_6$  при  $298^\circ\text{C}$ , якщо зміна ентропії такої реакції:



становить 92,65 Дж/(моль·К).

11. Визначити температуру кристалізації та кипіння 12%-ного водного розчину пропанолу, якщо для води  $K_{кр} = 1,86$ , а  $K_{ебул} = 0,52$ .

12. Розчин, що містить 36,6 г сірководню в 300 г чотирихлористого вуглецю, кипить при температурі  $63,14^\circ\text{C}$ . Температура кипіння  $\text{CCl}_4$  дорівнює  $61,2^\circ\text{C}$ . Обчислити ебуліоскопічну константу сірководню.

13. Розчин, що містить 27 г деякого неелектроліту в 750 мл води, кипить при температурі  $100,104^\circ\text{C}$ . Визначити молекулярну масу неелектроліту, якщо для води  $K_{ебул} = 0,52$ .

14. Скільки грамів гліцерину розчинено в 600 г води, якщо цей розчин замерзає при температурі  $-0,62^{\circ}\text{C}$  (для води  $K_{\text{кр}} = 1,86$ )?

15. Обчислити процентну концентрацію водного розчину сечовини, якщо його температура кипіння становить  $100,39^{\circ}\text{C}$  (для води  $K_{\text{ебул}} = 0,52$ ).

16. Обчислити температуру кристалізації  $0,25\text{M}$  водного розчину ізопропанолу (густина розчину  $1,008\text{ г/см}^3$ , для води  $K_{\text{кр}} = 1,86$ ).

17. Обчислити молекулярну масу неелектроліту, якщо розчин, котрий містить  $13,8\text{ г}$  цієї речовини в  $600\text{ г}$  води, кристалізується при температурі  $-0,93^{\circ}\text{C}$  (для води  $K_{\text{кр}} = 1,86$ ).

18. Обчислити процентну концентрацію водного розчину етиленгліколю, якщо температура його кристалізації цього розчину становить  $-0,372^{\circ}\text{C}$  (для води  $K_{\text{кр}} = 1,86$ ).

19. Обчислити молярну концентрацію водного розчину гліцерину, якщо він кипить при температурі  $100,65^{\circ}\text{C}$  і має густина  $1,2\text{ г/см}^3$  (для води  $K_{\text{ебул}} = 0,52$ ).

20. Розчин містить  $1,22\text{ г}$  бензойної кислоти в  $100\text{ г CS}_2$ . Розрахувати температуру його кипіння, якщо температура кипіння сірковуглецю становить  $46,3^{\circ}\text{C}$ , а ебуліоскопічна стала для нього дорівнює  $2,29$ .

21. Ступінь дисоціації оцтової кислоти у  $9\%$ -ному розчині становить  $0,006$ , густина цього розчину дорівнює  $1,005\text{ г/см}^3$ . Знайти питому електропровідність розчину.

22. Обчислити ступінь дисоціації  $\text{NH}_4\text{OH}$  та  $\text{pH}$  в  $0,2\text{M}$  розчині, якщо його питома електропровідність дорівнює  $1,088 \cdot 10^{-4}\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

23. Знайти еквівалентну електропровідність при нескінченному розведенні розчину  $\text{KCl}$ , якщо вона становить:  
для  $\text{CH}_3\text{COOK}$   $114,4\text{ Ом}^{-1}\text{ см}^2 \cdot \text{екв}^{-1}$ ; для  $\text{CH}_3\text{COONa}$  –  $91\text{ Ом}^{-1}\text{ см}^2 \cdot \text{екв}^{-1}$ ,  
для  $\text{NaBr}$  –  $128,2\text{ Ом}^{-1}\text{ см}^2 \cdot \text{екв}^{-1}$ .

24. Знайти концентрацію йонів водню в  $0,1\text{M}$  розчині  $\text{HNO}_3$ , якщо його питома електропровідність становить  $1,05\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

25. Обчислити ступінь дисоціації азотної кислоти в  $6\%$ -ному водному розчині, якщо його питома електропровідність становить  $0,3455\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  (густина цього розчину дорівнює  $1,031\text{ г/см}^3$ ).

26. Яка молярна концентрація  $\text{HCl}$  у водному розчині, якщо його питома електропровідність становить  $0,3455\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ , а ступінь дисоціації  $\text{HCl}$  дорівнює  $90\%$ ?

27. Для  $0,02\text{M}$  розчину  $\text{KNO}_3$  питомий опір  $\rho = 862\text{ Ом} \cdot \text{см}$ . Обчислити ступінь дисоціації  $\text{KNO}_3$  в цьому розчині.

28. Опір  $0,1\text{M}$  розчину  $\text{NaNO}_3$ , який наливо в чарунку з електродами площею  $2\text{ см}^2$ , відстань між якими  $0,75\text{ см}$ , становить  $75\text{ Ом}$ . Знайти питому й еквівалентну електропровідність цього розчину.

29. При кондуктометричному титруванні  $10\text{ мл}$  розчину  $\text{NaOH}$   $0,1\text{N}$  розчином  $\text{HCl}$  були одержані такі результати:





39. Обчислити ЕРС такого гальванічного елемента (при 25°C):



Константа дисоціації оцтової кислоти дорівнює  $1,78 \cdot 10^{-5}$ .

40. Потенціал свинцевого електрода, зануреного в розчин нітрату свинцю, при 25°C становить  $-0,135$  В. Яка концентрація  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  в розчині?

41. Електричний струм силою 5А проходить через розчин нітрату міді (II) протягом 30 хв. Яка маса виділеної при цьому міді?

42. Скільки мілілітрів газу виділиться при електролізі водного розчину сульфату міді (II), якщо через нього пропускати струм силою 0,5А протягом 40 хв.

43. Обчислити електрохімічний еквівалент міді, якщо в процесі електролізу розчину її солі при силі струму 2,6А протягом 4 хв 10 с виділилось 0,215 г міді.

44. Якої сили струм пропускали через розчин NaCl, за умови, що за 1 год виділилося 224 мл хлору?

45. Скільки грамів водню утворилось на катоді під час електролізу водного розчину KCl, якщо на аноді при цьому виділилось 336 мл хлору за н.у.?

46. Скільки часу потрібно пропускати через водний розчин  $\text{AgNO}_3$  струм силою 800 мА, щоб на катоді виділилось 2,7 г срібла?

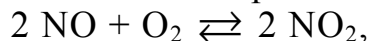
47. При електролізі розчину KCl протягом 30 хв виділилось 112 мл хлору. Якою була сила струму?

48. Скільки грамів NaOH утворилося при електролізі розчину NaBr, якщо на катоді при цьому виділилось 6,72 л водню?

49. Який газ і в якому об'ємі виділився на аноді при електролізі розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  протягом 45 хв, якщо сила струму дорівнювала 2,5А?

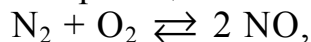
50. Скільки грамів заліза утворилось на катоді в процесі електролізу розплаву  $\text{FeCl}_2$ , якщо на аноді при цьому виділилось 560 мл хлору?

51. Яким чином зміниться швидкість прямої та зворотної реакції:



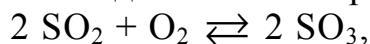
якщо тиск в системі зменшиться в 4 рази?

52. Константа рівноваги такої реакції:



при температурі 200 °С дорівнює 4. Знайти рівноважні концентрації всіх речовин, якщо вихідна концентрація азоту становить 0,5 моль/л, а кисню – 1 моль/л.

53. Яким чином зміниться швидкість такої прямої реакції:

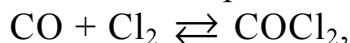


при збільшенні концентрації оксиду сірки (IV) в 4 рази та при зменшенні концентрації кисню у 2 рази?

54. Температурний коефіцієнт деякої реакції дорівнює 2. При якій температурі її швидкість буде більшою у 64 рази, ніж при температурі 50°C?

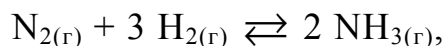
55. При зміні температури від 250 до 210 °С швидкість деякої реакції зменшилась у 81 раз. Знайти температурний коефіцієнт цієї реакції.

56. Знайти константу рівноваги такої реакції



якщо вихідна концентрація оксиду вуглецю (II) становила 3 моль/л, хлору – 2 моль/л, а до настання рівноваги прореагувало 50% хлору.

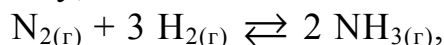
57. Рівновага у такій системі:



встановилась коли:  $[\text{N}_2] = 0,3$  моль/л,  $[\text{H}_2] = 1$  моль/л,  $[\text{NH}_3] = 0,6$  моль/л.

Знайти константу рівноваги реакції та вихідні концентрації азоту й водню.

58. Реакція синтезу аміаку, тобто



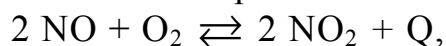
проходила у двох реакторах, коли концентрація вихідних речовин набула таких значень:

1-й реактор:  $C(\text{N}_2) = 3$  моль/л,  $C(\text{H}_2) = 2$  моль/л;

2-й реактор:  $C(\text{N}_2) = 2$  моль/л,  $C(\text{H}_2) = 3$  моль/л.

У якому реакторі та в скільки разів реакція проходила швидше?

59. Яким чином зміститься хімічна рівновага в такій системі:



та за таких умов:

а) при зниженні тиску;

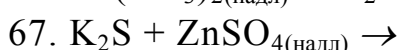
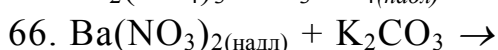
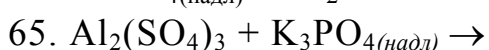
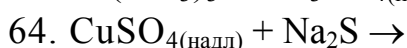
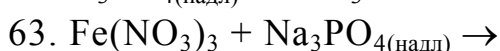
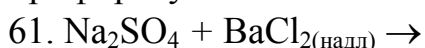
б) при падінні температури;

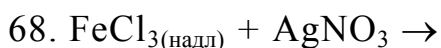
в) при зменшенні концентрації оксиду азоту (II)?

60. Побудувати графік зміни енергії активації процесу, якщо при різних температурах були визначено такі його константи швидкості:

$T, \text{K}$	300	325	350	400
$k, \text{с}^{-1}$	1,020	1,022	1,024	1,026

Використовуючи умови задач 61 – 70, запишіть будову міцели золю, утвореного внаслідок взаємодії перелічених нижче речовин. Охарактеризуйте складові компоненти міцели. У напрямку якого електрода будуть переміщуватись гранули цього золю під час електрофорезу? Яким чином можна зруйнувати одержаний золь?





71. Обчислити поріг коагуляції золю для хлориду алюмінію, якщо додавання 5 мл 0,6*N* розчину  $\text{AlCl}_3$ , викликає коагуляцію 20 мл золю.

72. Поріг коагуляції золю при дії на нього  $\text{NaNO}_3$  становить 80,0 ммоль/л, а при дії  $\text{CuCl}_2$  – 1,25 ммоль/л,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  – 0,11 ммоль/л. Які йони електролітів беруть участь у коагуляції? Як заряджені частинки золю? Написати будову міцели золю, отриманого шляхом зливання розчинів  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  та  $\text{BaCl}_2$ .

73. Скільки мілілітрів 0,1*M* розчину  $\text{CuSO}_4$  потрібно для коагуляції 0,025 л золю гідроксиду заліза (III), якщо поріг коагуляції дорівнює 8 ммоль/л.

74. Золь сульфату барію одержали при зливанні 100 мл 0,1*N* розчину  $\text{BaCl}_2$  і 50 мл 0,3*N* розчину  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Який із наведених електролітів ( $\text{KCl}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{MgBr}_2$ ) має найбільший поріг коагуляції? Відповідь поясніть.

75. Поріг коагуляції золю йодиду срібла, частинки якого заряджені позитивно, для  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  дорівнює 3,2 ммоль/л. Обчислити поріг коагуляції для  $\text{CuSO}_4$  і для  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

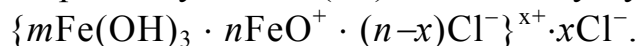
76. Який об'єм 0,3*N* розчину  $\text{AlCl}_3$ , необхідний для коагуляції 200 мл золю  $\text{As}_2\text{S}_3$ , якщо поріг коагуляції для  $\text{AlCl}_3$  дорівнює 1,2 ммоль/л.

77. Знайти поріг коагуляції  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , якщо для коагуляції 90 мл золю потрібно 10 мл 0,06*N* розчину сульфату алюмінію.

78. Поріг коагуляції золю оксиду миш'яку для  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  дорівнює 5 ммоль/л. Якої концентрації необхідно взяти розчин  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , щоб 1 мл його вистачило прокоагулювати 50 мл золю?

79. Написати будову міцели золю, одержаного шляхом змішування надлишку розчину нітрату срібла й розчину хлориду магнію. Який із електролітів [ $\text{NaBr}$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ] має найменший поріг коагуляції для цього золю? Відповідь пояснити.

80. Міцели золю гідроксиду заліза (III) мають таку будову:



Обчислити поріг коагуляції для  $\text{K}_3\text{PO}_4$  та для  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , якщо по відношенню до  $\text{NaBr}$  він становить 6,4 ммоль/л.

81. При дослідженні адсорбції оцтової кислоти на активованому вугіллі було одержано такі дані:

початкова концентрація, ммоль/л	1,724	3,248	4,805
рівноважна концентрація, ммоль/л	0,006	0,048	0,165

Маса активованого вугілля становила 1 г, об'єм розчину – 0,5 л. З урахуванням цих даних знайти графічно значення константи у рівнянні Фрейндліха.

82. При дослідженні адсорбції ацетону на вугіллі було одержано такі результати:

рівноважна концентрація, ммоль/л	0,020	0,120	1,290
питома адсорбція, ммоль/г	0,232	0,345	0,581

Знайти графічно значення констант у рівнянні Фрейндліха.

83. При дослідженні адсорбції пропіонової оцтової кислоти на активованому вугіллі було отримано такі результати:

початкова концентрація, ммоль/л	0,7580	1,300	2,360
рівноважна концентрація, ммоль/л	0,3980	0,830	1,741

Маса активованого вугілля становила 2 г, об'єм розчину – 200 мл.

Знайти графічно значення констант у рівнянні Фрейндліха.

84. При дослідженні адсорбції мурашиної кислоти на вугіллі були одержані такі дані:

рівноважна концентрація, ммоль/л	0,500	0,800	1,120
питома адсорбція, ммоль/г	0,895	0,965	1,018

Значити графічно значення констант у рівнянні Фрейндліха.

85. При дослідженні адсорбції бензойної кислоти на активованому вугіллі було одержано такі дані:

початкова концентрація, ммоль/л	0,300	0,715	2,417
рівноважна концентрація, ммоль/л	0,004	0,085	1,202

Маса активованого вугілля становила 4 г, об'єм розчину – 2 л.

Знайти графічно значення констант у рівнянні Фрейндліха.

86. При дослідженні адсорбції ацетону на вугіллі були одержані такі дані:

рівноважна концентрація, моль/л	0,020	0,040	0,200
питома адсорбція, моль/г	0,061	0,098	0,190

Знайти графічно значення констант у рівнянні Ленгмюра.

87. При дослідженні адсорбції пропанолу на активованому вугіллі було отримано такі результати:

початкова концентрація, моль/л	0,742	0,863	1,160
рівноважна концентрація, моль/л	0,100	0,125	0,200

Маса активованого вугілля становила 4,5 г, об'єм розчину – 750 мл.

Знайти графічно значення констант у рівнянні Ленгмюра.

88. При дослідженні адсорбції бензойної кислоти на вугіллі були одержані такі дані:

рівноважна концентрація, моль/л	0,050	0,100	0,160
питома адсорбція, моль/г	0,143	0,167	0,178

Знайти графічно значення констант у рівнянні Ленгмюра.

89. При дослідженні адсорбції пропіонової кислоти на активованому вугіллі було одержано такі дані:

початкова концентрація, моль/л	1,125	1,332	1,500
питома адсорбція, моль/г	0,333	0,485	0,667

Знайти графічно значення констант у рівнянні Ленгмюра.

90. При дослідженні адсорбції пропанолу на вугіллі були отримані такі результати:

рівноважна концентрація, моль/л	0,500	0,800	1,500
питома адсорбція, моль/г	0,333	0,485	0,667

Маса активованого вугілля становила 4,5 г, об'єм розчину – 750 мл.

Знайти графічно значення констант у рівнянні Ленгмюра.

91. Знайти поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> водного розчину фенолу при 25°C, якщо його поверхневий натяг у цих умовах становить 54,2 ерг/см<sup>2</sup>.

92. Визначити поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> водного розчину ізопропанолу при 18°C, якщо його поверхневий натяг у цих самих умовах дорівнює 40,4 ерг/см<sup>2</sup>.

93. Знайти поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> водного розчину сірчаної кислоти при 20°C, якщо його поверхневий натяг за тих самих умов дорівнює 81,25 ерг/см<sup>2</sup>.

94. Знайти поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> водного розчину ацетону при 15°C, якщо його поверхневий натяг у цих умовах дорівнює 38,75 ерг/см<sup>2</sup>.

95. Знайти поверхневий надлишок (величину адсорбції) в моль/см<sup>2</sup> для водного розчину гідроксиду натрію при 22°C, якщо його поверхневий натяг при даній температурі становить 81,06 ерг/см<sup>2</sup>.

96. Граничне значення адсорбції ізопропанолу, що відбувається на поверхні води, становить  $2,2 \cdot 10^{-9}$  моль/см<sup>2</sup>. Розрахувати довжину однієї молекули ізопропанолу та площу, яку вона займає на межі розділу фаз (густина ізопропанолу 0,8 г/см<sup>3</sup>).

97. Розчин колоїдної камфори містить в 1 см<sup>3</sup> 250 млн частинок кулеподібної форми діаметром 1 мкм. Обчислити загальну площу поверхні частинок камфори в 200 мл такого розчину.

98. Активна поверхня 1 г активованого вугілля становить 600 м<sup>2</sup>. Обчислити, скільки молекул бром адсорбується на 1 см<sup>2</sup> поверхні адсорбента, якщо 10 г активованого вугілля адсорбують 40 мг бром.

99. На поверхню води поміщено декілька крапель розчину олеїнової кислоти в бензолі, що містить 8,46 мг C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH. Після того, як бензол випарувався, олеїнова кислота рівномірно розподілилася на поверхні води мономолекулярним шаром площею 500 см<sup>2</sup>. Визначити площу, яку займає одна молекула олеїнової кислоти в Å<sup>2</sup>.

100. Скільки молів аміаку може адсорбувати 20 г силікагелю, якщо його частинки мають кулясту форму діаметром 2 мкм, а на 1 см<sup>2</sup> адсорбується  $2 \cdot 10^{20}$  молекул NH<sub>3</sub> (1 г силікагелю містить 200 млн частинок)?

## 5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Робота оцінюється на **відмінно** (90–100/A), якщо студент залучив до її виконання відповідні джерела інформації в повному обсязі, при цьому було виявлено його достатні знання та вміння, підтверджено засвоєння ним знань на рівні їх творчого використання; до того ж роботу виконано якісно та самостійно, матеріал викладено в логічній послідовності, продемонстровано ясність і чіткість мови, у тексті не виявлено складних мовних помилок різного роду, власні висновки студента відповідають темі завдання.

Робота заслуговує на оцінку **добре** (82–89/B), якщо студент залучив до її виконання в повному обсязі відповідні джерела інформації, показав достатні знання та вміння; продемонстрував якість оформлення, самостійність, ясність і чіткість мови, при цьому в роботі не було зафіксовано помилок, а власні висновки студента відповідають темі завдання.

Робота заслуговує на оцінку **добре** (74–81/C), якщо студент в процесі її виконання показав достатні знання та вміння; продемонстрував самостійність в межах навчальної програми, але при цьому в роботі були зафіксовані лексичні огріхи, нечіткість мови.

Робота оцінюється на **задовільно** (64–73/D), якщо в поданому теоретичному матеріалі виявлено змістові й лексичні недоліки, його викладено не завжди чітко й логічно, немає посилань на інформаційні джерела, але студент виконав розрахунки і виявив знання та вміння в межах навчальної програми.

Робота оцінюється на **задовільно** (60–63/E), якщо в поданому теоретичному матеріалі виявлено суттєві змістові й лексичні огріхи, у ньому зафіксовано помилки різного роду, але студент виконав розрахунки і виявив знання та вміння в межах навчальної програми без достатнього їхнього логіко-аналітичного осмислення.

Робота заслуговує оцінки **незадовільно** (35–59/FX) з можливістю повторного виконання, якщо викладений студентом теоретичний матеріал не відповідає темі завдання, у ньому допущено принципові змістові й лексичні помилки і не здійснено розрахунки, тобто студент не виявив певних знань та вмінь у межах навчальної програми.

## 6. ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

<i>№ варіанта</i>	<i>№ задачі</i>									
1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	1	12	23	34	45	56	67	78	89	100
12	2	13	24	35	46	57	68	79	90	91
13	3	14	25	36	37	58	69	80	81	92
14	4	15	26	37	48	59	70	71	92	93
15	5	16	27	38	49	60	61	72	83	94
16	6	17	28	39	50	51	62	73	84	95
17	7	18	29	40	41	52	63	74	85	95
18	8	19	30	31	42	53	64	75	86	97
19	9	20	21	32	43	54	65	76	87	98
20	10	11	22	33	44	55	66	77	88	99
21	1	13	25	37	49	58	70	72	84	96
22	2	14	26	38	50	59	61	73	85	97
23	3	15	27	39	41	60	62	74	86	98
24	4	16	28	40	42	51	63	75	87	99
25	5	17	29	31	43	52	64	76	88	100
26	6	18	30	32	44	53	65	77	89	91
27	7	19	21	33	45	54	66	78	90	92
28	8	20	22	34	46	55	67	79	81	93
29	9	11	23	35	47	56	68	80	82	94
30	10	12	24	36	48	57	69	71	83	95
31	1	14	27	40	43	59	66	75	82	98
32	2	15	28	31	44	60	67	76	83	99
33	3	16	29	32	45	51	68	77	84	100
34	4	17	30	33	46	52	69	78	85	91
35	5	18	21	34	47	53	70	79	86	92
36	6	18	22	35	48	54	61	80	87	93
37	7	20	23	36	49	55	62	71	88	94
38	8	11	24	37	50	56	63	72	89	95
39	9	12	25	38	41	57	64	73	90	96
40	10	13	26	39	42	58	65	74	91	97

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скоробогатий Я. П. Хімія і методи дослідження сировини і матеріалів. / Я. П. Скоробогатий, В. Ф. Федорко /. – Л. : Компакт-ЛВ, 2005. – 240 с.

2. Федорко В. Ф. Хімія і методи дослідження сировини і матеріалів.: Лабораторний практикум / В.Ф. Федорко, Я.П. Скоробогатий, А.В. Гузій. – Л. : ЛКА, 2005. – 180 с.

3. Лукьянов А. Б. Физическая и коллоидная химия / А. Б. Лукьянов. – М. : Химия, 1988. – 288 с.

4. Гамеева О. С. Физическая и коллоидная химия. / О. С. Гамеева. – М. : Высш. шк., 1978. – 408 с.



## ДОДАТКИ

### Додаток 1

#### Термодинамічні параметри для деяких речовин

Формула речовини	Стан речовини	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль·К)
CO <sub>2</sub>	Газоподібний	-393,51	213,6
CO	Газоподібний	-110,5	197,4
H <sub>2</sub>	Газоподібний	0	130,6
O <sub>2</sub>	Газоподібний	0	205,03
N <sub>2</sub>	Газоподібний	0	191,5
NH <sub>3</sub>	Газоподібний	46,19	192,50
H <sub>2</sub> O	Газоподібний	-241,84	188,74
	Рідкий	-285,84	69,96
CaO	Твердий	-635,1	39,7
Fe	Твердий	0	27,15
4Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Твердий	-821,32	89,96
MgO	Твердий	-601,24	26,94
CH <sub>4</sub>	Газоподібний	-74,847	186,19

### Додаток 2

#### Величина рухливості деяких йонів

Катіон	$l_k$	Аніон	$l_a$
H <sup>+</sup>	349,8	OH <sup>-</sup>	198,3
Na <sup>+</sup>	50,1	Cl <sup>-</sup>	76,4
K <sup>+</sup>	73,5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	71,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	73,6	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	72,0
Mg <sup>2+</sup>	53,0	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	40,9

## Стандартні електродні потенціали

Окисно-відновна пара	$\varphi_{298}^0$ , В	Окисно-відновна пара	$\varphi_{298}^0$ , В
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}^0$	-1,66	$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^0$	-0,228
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$	-0,764	$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0$	-0,13
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0$	-0,473	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^0$	-0,058
$\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0$	-0,403	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$	+0,345
$\text{Co}^{2+}/\text{Co}^0$	-0,29	$\text{Ag}^+/\text{Ag}^0$	+0,799

## Величина поверхневого натягу води при різних температурах

$T, ^\circ\text{C}$	$\sigma$ , ерг/см <sup>2</sup>	$T, ^\circ\text{C}$	$\sigma$ , ерг/см <sup>2</sup>	$T, ^\circ\text{C}$	$\sigma$ , ерг/см <sup>2</sup>
11	74,07	16	76,34	21	72,60
12	73,92	17	73,20	22	72,44
13	73,78	18	73,05	23	72,28
14	73,64	19	72,89	24	72,12
15	73,48	20	72,75	25	71,96

**Позначення параметрів та одиниць їх вимірювання  
в Міжнародній системі (СІ)**

Назва параметрів	Символічне позначення	Одиниця вимірювання
1	2	3
Абсолютна швидкість іонів	$u$	$\text{м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$
Активність іонів у розчині	$a$	–
Внутрішня енергія	$U$	кДж/моль
В'язкість	$\eta$	Па · с
Густина	$d, \rho$	$\text{кг}/\text{м}^3$
Діелектрична проникність	$D$	–
Довжина	$l$	м
Ебуліоскопічна константа	$K_{\text{ебул}}$	$\text{К}\cdot 10^3 \text{ кг}/\text{кмоль}$
Еквівалентна електропровідність	$\lambda$	$\text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^2/\text{кмоль-екв}^{-1}$
Електродний потенціал	$\varphi, E$	В
Електрорушійна сила (ЕРС)	$E$	В
Енергія	$U, E$	Дж
Енергія зв'язку	$\varepsilon$	Дж/моль
Ентальпія	$H$	Дж/моль
Ентропія	$S$	Дж/моль · К
Ізотонічний коефіцієнт	$i$	–
Ізобарно-ізотермічний потенціал	$G$	Дж/моль
Ізохорно-ізотермічний потенціал	$F$	Дж/моль
Іонізаційний потенціал	$I$	Дж/моль
Кількість молекул	$N$	–
Кількість молів	$n, \nu$	–
Кінетична зміна властивостей	$\Delta$	–
Коефіцієнт активності	$\gamma$	–
Константа хімічної рівноваги	$K$	–
Константа швидкості реакції	$k$	–

## Закінчення додатка 5

1	2	3
Кріоскопічна константа	$K_{кр}$	–
Маса	$m$	кг
Молярна маса (маса моля)	$M$	г/моль
Моляльна концентрація	$C_g$	моль/кг
Мольна концентрація	$C_M$	моль/м <sup>3</sup>
Мольна частка $i$ -го компонента	$\chi_i, N_i$	–
Мольна концентрація еквівалента	$C_N$	моль-екв/м <sup>3</sup>
Моль-еквівалентна електропровідність	$\lambda$	Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>2</sup> ·моль-екв <sup>-1</sup>
Моль еквівалента	$M_{екв}$	г/моль-екв
Об'єм	$V$	м <sup>3</sup>
Осмотичний тиск	$\pi$	Па (Н/м <sup>2</sup> )
Парціальний тиск	$p$	Па (Н/м <sup>2</sup> )
Питома електропровідність	$\chi$	Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>-1</sup>
Питомий опір	$\rho$	Ом·м
Поверхневий натяг рідини	$\sigma$	Н/м
Робота, виконана системою	$W, A$	Дж/моль
Сила	$F$	Н
Ступінь дисоціації	$\alpha$	–
Температура	$T$	К
Теплоємність	$C, C_{num}$	Дж/моль·К, Дж/кг·К
Теплота	$Q, q$	Дж
Тиск	$P$	Па
Хвильове число	$\omega$	м <sup>-1</sup> м
Хімічний потенціал	$\mu$	кДж/моль
Час	$\tau, t$	с
Частота	$\nu$	с <sup>-1</sup>
Частота коливань	$\nu$	Гц
Число зіткнень	$Z$	–
Число переносу йонів	$l$	–
Швидкість реакції	$\nu$	моль·с <sup>-1</sup>

## Значення деяких фізичних констант

Назва сталої	Значення
Число Авогадро	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Стала Планка	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Універсальна газова стала	$R = 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$
Стала Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Число Фарадея	$F = 96487 \text{ Кл/моль-екв}$
Тиск атмосферний (н.у.)	$P = 101324,6 \text{ Па}$
Маса електрона	$m_e = 0,911 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$
Елементарний заряд	$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Маса протона	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Швидкість світла	$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
1. ПРЕДМЕТ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ ТА ОСНОВНІ ВІХИ ЇЇ РОЗВИТКУ.....	4
2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ .....	6
3. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДЕЯКИХ ТИПОВИХ ЗАДАЧ.....	7
4. КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	12
5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	20
6. ВАРІАНТИ ІНДУВІДУАЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ.....	21
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	22
ДОДАТКИ.....	23

**Светкіна Олена Юріївна**  
**Єгоров Павло Олексійович**  
**Козиненко Наталія Володимиріна**

**ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ**  
**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання індивідуальних контрольних завдань з дисципліни  
студентами напряму підготовки 6.050303 Переробка корисних копалин

Редактор О.Н. Ільченко

Підп. до друку 15.04.2014. Формат 30 x 42/4.  
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,6.  
Обл.-вид. арк. 1,8. Тираж 30 прим. Зам. №

ДВНЗ «Національний гірничий університет»  
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.