

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання індивідуального розрахункового  
завдання з дисципліни «Хімія» для студентів освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності:  
132 – «Матеріалознавство» денної та дистанційної форм навчання

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 1 від 15.02.2024 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2025

Методичні вказівки до виконання індивідуального розрахункового завдання з дисципліни «Хімія» для студентів освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності: 132 – «Матеріалознавство» денної та дистанційної форм навчання / Уклад. Асєєва І.В., Мельник Т.В. Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – 46 с.

Укладачі: АСЄЄВА І. В.

МЕЛЬНИК Т. В.

Рецензент: проф. ЛАВРОВА І.О.

Кафедра загальної та неорганічної хімії

## ВСТУП

Індивідуальне розрахункове завдання з дисципліни «Хімія» призначено для студентів освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності: 132 – «Матеріалознавство» денної та дистанційної форм навчання.

Метою розрахункового індивідуального завдання є закріплення теоретичних знань, які були отримані під час вивчення дисципліни «Хімія», а також формування загальних компетентностей згідно стандарту вищої освіти за спеціальністю 132 «Матеріалознавство галузі знань 13 «Механічна інженерія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та формування професійних умінь, виконувати певні дії, необхідні в подальшому у професійній діяльності.

Виконуючи важливу освітню функцію, пов'язану з формуванням культури мислення у майбутніх бакалаврів з матеріалознавства, це навчальне видання виступає як основа набуття здібностей до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, сприйняття інформації з використанням інформаційних і комунікаційних технологій, застосовувати знання у практичних ситуаціях, виявляти, ставити та вирішувати проблеми, приймати обґрунтовані рішення.

Методичні вказівки вміщують: індивідуальні завдання для самостійного розв'язання, приклади виконання, список літератури, довідкові матеріали. Студентові пропонується надати теоретичні відповіді і виконати відповідні розрахунки завдань з розглянутих тем дисципліни «Хімія», передбачених навчальними планами та розробленими на їх основі Силабусів, таких як: «Будова атомів елементів», «Хімічна термодинаміка», «Хімічна кінетика та рівновага», «Електрохімічні процеси», «Хімічні властивості металів», «Корозія металів».

Варіанти завдань у методичних вказівках відповідають номеру студента у списку академічної групи. Індивідуальне розрахункове завдання виконується і надається керівникові лабораторного практикуму в окремому зошиті або в електронному файлі.

# 1. ВИХІДНІ ДАНІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

## Варіант № 1

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формулу атому елемента **Be**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{N}_2\text{O}_{(r)} + \text{NH}_{3(r)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(p)} + \text{N}_{2(r)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x.p)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергія Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{Cl}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} = \text{HCl}_{(r)} + \text{O}_{2(r)}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  та  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cu}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Ni}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу Zn з розведеними кислотами HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Bi** з водневою та кисневою деполаризацією, pH = 3, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_M = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант № 2

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Vi**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції, (підберіть коефіцієнти):  $\text{ZnO}_{(к)} + \text{H}_2\text{S}_{(г)} \rightarrow \text{ZnS}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(р)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(х.р)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{CO}_{(г)} + \text{SO}_{2(г)} = \text{S}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3 В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ.

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  та  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Pb}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л та  $\text{Zn}^{2+} = 10^{-2}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Cu** з розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Zn**, **Cu**, **Ni** викликає найбільшу швидкість корозії **Al** у кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 3

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Cr**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{CCl}_{4(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції :  $\text{COCl}_{2(\text{u})} \rightarrow \text{C}_{(\text{к})} + \text{O}_{2(\text{u})} + \text{Cl}_{2(\text{u})}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ.

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  та  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cu}^{2+} = 0,01$  моль/л моль/л та  $\text{Al}^{3+} = 10^{-3}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ni** з водою; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Zn**, **Cu**, **Fe** викликає найбільшу швидкість корозії **Sn** у нейтральному середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 4

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Си**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти у хімічній реакції :  $\text{MnO}_{2(\text{к})} + \text{C}_{(\text{к})} \rightarrow \text{Mn}_{(\text{к})} + \text{CO}_{(\text{г})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{к.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{SO}_{3(\text{г})}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин реакції; підвищення температури; зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  та  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Pb}^{2+}$  та  $\text{Ag}^+$ , що дорівнює відповідно 0,01 моль/л та 0,1 моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Cd** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Ni** при  $\text{pH} = 10$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{м}} = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант № 5

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **P**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{HCl}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightarrow \text{Cl}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x,p)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{N}_2\text{O}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightarrow \text{NO}_{(r)}$  ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: додавання каталізатору до рівноважної системи?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  та  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Fe}^{2+}$  та  $\text{Zn}^{2+}$ , що дорівнює відповідно 0,01 моль/л та  $10^{-4}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ba** з водою, розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Al**, **Ag**, **Co** викликає найбільшу швидкість корозії **Fe** у кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 6

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електронну та електронно-графічну формули атому елемента **Cr**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{CaC}_{2(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{р})} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{к})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightarrow \text{FeO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$  ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення температури ?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$  та  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cd}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л та  $\text{Mg}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ca** з водою, розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Cd** при  $\text{pH} = 7$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{м}} = 10^{-6}$  моль/л.

## Варіант № 7

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Pd**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $N_{2(u)} + H_2O_{(r)} \rightarrow NH_{3(r)} + O_{2(r)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x.p)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $MgO_{(к)} + HCl_{(r)} \rightarrow MgCl_{2(к)} + H_2O_{(r)}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції, зниження температури?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $Cr^{3+}/Cr$  та  $Ni^{2+}/Ni$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $Cr^{3+} = 10^{-2}$  моль/л та  $Ni^{2+} = 10^{-4}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Na** з водою; розведеними кислотами HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; концентрованою H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; розведеною і концентрованою HNO<sub>3</sub>; розчином луку (NaOH + H<sub>2</sub>O), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Zn, Ag, Bi** викликає найбільшу швидкість корозії **Pb** у лужному середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 8

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Vi**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{NO}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{NH}_{3(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} + \text{SO}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{S}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  та  $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mg}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Cr}^{3+} = 10^{-6}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ni** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Al** при  $\text{pH} = 4$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{M}} = 10^{-2}$  моль/л.

## Варіант № 9

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Br**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{ZnS}_{(к)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow \text{SO}_{2(г)} + \text{ZnO}_{(к)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(х.р)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{Na}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(р)} \rightarrow \text{NaOH}_{(р)} + \text{H}_2\uparrow_{(г)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції, підвищення і зниження температури?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  та  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Zn}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Ni}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Zn** з водою; розведеними кислотами HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; концентрованою H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; розведеною і концентрованою HNO<sub>3</sub>, якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Mg, Zn, Pb** викликає найбільшу швидкість корозії **Ni** у нейтральному середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 10

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Ж**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{Na}_2\text{O}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(к)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(х.р)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{N}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)} \rightarrow \text{NH}_{3(г)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$  та  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Co}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Zn}^{2+} = 1,00$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Fe** з розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ , якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Be** при  $\text{pH} = 2$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_m = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант №11

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Ag**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{NaNO}_{3(\kappa)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p})} \rightarrow \text{HNO}_{3(\text{p})} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(\kappa)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta S$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta G$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$  та  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mn}^{2+} = 0,1$  моль/л та  $\text{Sn}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ag** з водою; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Ti** при  $\text{pH} = 1$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{M}} = 10^{-4}$  моль/л.

## Варіант №12

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента *Na*. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{к})} + \text{SO}_{3(\text{г})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{к})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{к.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightarrow \text{H}_{2(\text{г})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: додавання каталізатору до рівноважної системи. ?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  та  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Al}^{3+} = 10^{-6}$  моль/л та  $\text{Hg}^{2+} = 0,1$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу *Co* з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ , якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів *Cu*, *Mg*, *Ni* викликає найбільшу швидкість корозії *Al* у кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

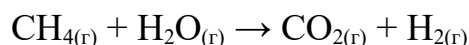
## Варіант № 13

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента *Al*. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Визначити коефіцієнти в хімічній реакції:



2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакцію:  $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{NO}_{2(\text{r})} = \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{N}_{2(\text{r})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  та  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mg}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Ag}^+ = 10^{-3}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу *Ca* розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування *Co* при  $\text{pH} = 6$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{M}} = 10^{-2}$  моль/л.

## Варіант № 14

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Sb**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{SiO}_{2(\text{к})} + \text{NaOH}_{(\text{к})} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_{3(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{р})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{CCl}_{4(\text{г})} + \text{HCl}_{(\text{г})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури, збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$  та  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cr}^{3+} = 10^{-3}$  моль/л та  $\text{Cu}^{2+} = 10^{-2}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5 ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Sb** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Cu**, **Ba**, **Ni** викликає найбільшу швидкість корозії **Cr** в кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 15

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Li**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{FeO}_{(\text{к})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{NO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{NOCl}_{(\text{г})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зниження температури, підвищення тиску, збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  та  $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cr}^{3+} = 10^{-6}$  моль/л та  $\text{Mg}^{2+} = 10^{-2}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Mn** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ , якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Ni** при  $\text{pH} = 6$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{M}} = 10^{-4}$  моль/л.

## Варіант № 16

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Fe**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{CaO}_{(к)} + \text{HCl}_{(г)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(р)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(х.р)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{CH}_{4(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightarrow \text{CO}_{(г)} + \text{H}_{2(г)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  та  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Ni}^{2+} = 10^{-6}$  моль/л та  $\text{Zn}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Ba** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Zn** при  $\text{pH} = 9$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_m = 10^{-2}$  моль/л.

## Варіант № 17

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Mn**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{H}_2\text{S}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightarrow \text{SO}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x.p)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta S$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta G$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{N}_2\text{O}_{5(r)} \rightarrow \text{NO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення температури та збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції;?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  та  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Fe}^{2+} = 10^{-6}$  моль/л та  $\text{Co}^{2+} = 10^{-3}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Na** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Fe** при  $\text{pH} = 5$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_M = 10^{-4}$  моль/л.

## Варіант № 18

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електронну та електронно-графічну формули атому елемента **Se**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{к})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{к})} \rightarrow \text{NaOH}_{(\text{к})} + \text{CaCO}_{3(\text{к})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{к.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{NO}_{(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції, збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції;?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  та  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mg}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л та  $\text{Ni}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Pb** з концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Cd** при  $\text{pH} = 4$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{м}} = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант № 19

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Си**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{FeS}_{2(\text{к})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{SO}_{2(\text{г})} + \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})} + \text{SO}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{S}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{р})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  та  $\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mg}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Bi}^{3+} = 10^{-3}$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Sn** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Al** при  $\text{pH} = 8$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{м}} = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант № 20

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Pb**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про нахождение у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{Fe}_{(к)} + \text{Al}_2\text{O}_{3(к)} \rightarrow \text{Al}_{(к)} + \text{Fe}_2\text{O}_{3(к)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(х.р)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{Si}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightarrow \text{SiO}_{2(к)} + \text{H}_{2(г)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$  та  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cd}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л та  $\text{Ag}^+ = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Al** з розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Pb** при  $\text{pH} = 7$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_M = 10^{-3}$  моль/л.

## Варіант № 21

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Sn**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{CaCO}_{3(\text{к})} \rightarrow \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta S$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta G$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{PbS}_{(\text{к})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{PbO}_{(\text{к})} + \text{SO}_{2(\text{г})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  та  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cu}^{2+} = 0,1$  моль/л та  $\text{Zn}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Mg** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ , якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Sn** при  $\text{pH} = 10$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{M}} = 10^{-4}$  моль/л.

## Варіант № 22

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Si**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Згідно закону збереження маси перетворіть на хімічне рівняння схему реакції:  $\text{NaCl}_{(к)} + \text{CaCO}_{3(к)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(к)} + \text{CaCl}_{2(к)}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x.p)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції  $\text{CO}_{2(г)} + \text{SO}_{3(г)} \rightarrow \text{CS}_{2(р)} + \text{O}_{2(г)}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$  та  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Cr}^{3+} = 10^{-6}$  моль/л та  $\text{Ag}^+ = 0,1$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Zn** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Cr** при  $\text{pH} = 3$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_m = 10^{-3}$  моль/л.

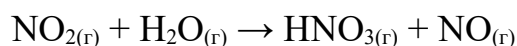
## Варіант № 23

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Vi**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. Визначити коефіцієнти в хімічній реакції:



2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{COCl}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$  та  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Mn}^{2+} = 0,1$  моль/л та  $\text{Sn}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Sb** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Cu**, **Al**, **Mn** викликає найбільшу швидкість корозії **Be** в кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 24

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **B**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{NH}_{3(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{p})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції:  $\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{NO}_{(\text{r})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{r})} + \text{SO}_{3(\text{r})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: підвищення і зниження температури; підвищення та зниження тиску?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  та  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Fe}^{2+} = 0,01$  моль/л та  $\text{Al}^{3+} = 0,001$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Mo** з розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Cu**, **Sn**, **Ba** викликає найбільшу швидкість корозії **Cd** у кислому середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## Варіант № 25

### 1 БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Mg**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{SiO}_{2(\text{к})} + \text{C}_{(\text{к})} \rightarrow \text{Si}_{(\text{к})} + \text{CO}_{(\text{г})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{х.р})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{CH}_{4(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{г})} + \text{HCl}_{(\text{г})}$  ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  та  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Pb}^{2+} = 0,1$  моль/л та  $\text{Hg}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Be** з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування **Ag** з водневою та кисневою деполаризацією,  $\text{pH} = 8$ , якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_{\text{м}} = 10^{-4}$  моль/л.

## Варіант № 26

### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1.1. Навести електрону та електронно-графічну формули атому елемента **Ge**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

2.1. За допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції :  $\text{Cl}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightarrow \text{HCl}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$

2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(\text{x.p})}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).

2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?

2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції  $\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

### 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

3.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції  $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$ ?

3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.

3.3 В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов: збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури ?

### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$  та  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Sn}^{2+} = 10^{-4}$  моль/л та  $\text{Cu}^{2+} = 0,01$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.

### 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу **Fe** з водою; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином луку ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити контакт з яким з металів **Cu, Sn, Bi** викликає найбільшу швидкість корозії **Cd** у лужному середовищі. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

## ***2. ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ***

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра загальної та неорганічної хімії

***ІНДИВІДУАЛЬНЕ  
РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ  
з дисципліни «Хімія»***

СТУДЕНТ ГРУПИ –

ЛЕКТОР –

ВИКЛАДАЧ – доцент каф. ЗНХ-  
АСЄЄВА Ірина Володимирівна

м. Харків  
2025

### 3. ЗРАЗОК ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

для студентів освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності: 132 – «Матеріалознавство» денної та дистанційної форм навчання

#### 1. БУДОВА АТОМІВ ЕЛЕМЕНТІВ

1. Навести електронну та електронно-графічну формули атому елемента **Be**. Визначити до якого сімейства елементів / s-, p-, d-, f- / він належить. Навести відомості про знаходження у Періодичній системі, вказати період, групу та підгрупу.

Електронна формула  ${}_{4}\text{Be } 1s^2 2s^2$

Електронно-графічна формула берилію.

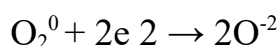
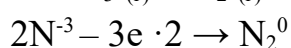
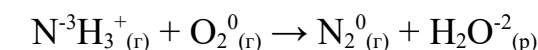


Берилій належить до s сімейства. У періодичній системі знаходиться у 2 періоді, II групі, головній підгрупі.

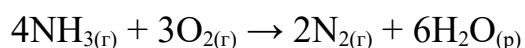
#### 2. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

**2.1. Як за допомогою методу електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції  $\text{NH}_{3(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{p})}$ ?**

Визначаємо коефіцієнти в хімічній реакції



Методом електронного балансу визначили коефіцієнти в хімічній реакції



**2.2. Обчислити зміну ентальпії хімічної реакції  $\Delta H_{298(x.p.)}^0$  і зробити висновок щодо типу хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна).**

Ентальпію  $\Delta H_{298(x.p.)}^0$  можна розглядати як запас енергії, що накопичується речовиною при її утворенні. Зміна ентальпії реакції (тепловий ефект реакції) дорівнює різниці сум стандартних ентальпій утворення продуктів реакції і стандартних ентальпій утворення вихідних речовин за законом Гесса.

$$\Delta H_{298(x.p.)}^0 = \sum \Delta H_{298}^0 (np) - \sum \Delta H_{298}^0 (вих.p)$$

Для хімічної реакції  $aA + Bb = cC + dD$  тепловий ефект визначають за

$$\Delta H_{298(x.p.)}^0 = [c \cdot \Delta H_{298}^0 (C) + d \cdot \Delta H_{298}^0 (D)] - [a \cdot \Delta H_{298}^0 (A) + b \cdot \Delta H_{298}^0 (B)]$$

Для даної реакції  $4NH_{3(r)} + 3O_{2(r)} \rightarrow 2N_{2(r)} + 6H_2O_{(p)}$

$$\Delta H_{298}^0 NH_{3(r)} = -46,19 \text{ кДж} \quad NH_{3(r)} = 192,6 \text{ Дж/моль К}$$

$$\Delta H_{298}^0 H_2O_{(p)} = -285,8 \text{ кДж} \dots \dots \dots H_2O_{(p)} = 70,1 \text{ Дж/моль К}$$

$$\Delta H_{298}^0 N_{2(r)} = 0 \text{ кДж} \quad N_{2(r)} = 199,9 \text{ Дж/моль К}$$

$$\Delta H_{298}^0 O_{2(r)} = 0 \text{ кДж} \quad O_{2(r)} = 205,0 \text{ Дж/моль К}$$

T = 298 K

$$\Delta H_{298(x.p.)}^0 = [6\Delta H_{298}^0 H_2O_{(p)} + 2\Delta H_{298}^0 N_{2(r)}] - [4\Delta H_{298}^0 NH_{3(r)} + 3\Delta H_{298}^0 O_{2(r)}] = [6(-285,8) + 0] - [4(-46,19) + 0] = -1530,04 \text{ кДж}$$

Хімічні реакції, що супроводжуються виділенням тепла, називаються *екзотермічними*, а реакції, що відбуваються з поглинанням тепла, – *ендотермічними*. Дана реакція є екзотермічною.

**2.3. Чому дорівнює зміна ентропії реакції  $\Delta$ ?**

Кількісною мірою упорядкування системи є термодинамічна функція станів системи – ентропія . В ізольованих системах спонтанно можуть

відбуватися тільки такі процеси, при яких ентропія системи зростає ( $\Delta S^0 > 0$ ). Стандартна ентропія чистих речовин позначається  $S^0$ . Одиниця виміру ентропії – Дж / моль К<sup>0</sup>. Зміну ентропії в хімічних процесах обчислюють як різницю між ентропією кінцевого і початкового станів системи:

$$\Delta S^0_{298(x.p.)} = S^0_{298(np.)} - S^0_{298(vux..p)}$$

Для хімічної реакції у загальному вигляді  $Aa + Bb = cC + dD$

$$\Delta = [c(C) + d(D)] - [a(A) + b(B)]$$

Для реакції  $4\text{NH}_{3(r)} + 3\text{O}_{2(r)} \rightarrow 2\text{N}_{2(r)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(p)}$

$$\begin{aligned} \Delta &= [2\text{N}_{2(r)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(p)}] - [4\text{NH}_{3(r)} + 3\text{O}_{2(r)}] = \\ &= [2(199,9) + 6(70,1)] - [4(192,6) + 3 \cdot (205,0)] = -565,0 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \end{aligned}$$

## 2.4. Розрахувати значення ізобарно-термічного потенціалу реакції

$\Delta$  (енергії Гіббса). Чи можлива дана реакція за стандартних умов?

Для визначення напрямку самочинного перебігу реакції за стандартних умов є функція, що називається *ізобарно-термічним потенціалом* (енергія Гіббса):  $\Delta = \Delta - T \cdot \Delta$

$$\Delta = -1530,04 - 298(-0,565) = -1361,67 \text{ кДж}$$

Принципово можливий самочинний перебіг реакції при  $\Delta G_{298} < 0$ .

Висновок: дана реакція за стандартних умов може перебігати самочинно.

## 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

**3.1. Методом електронного балансу визначити коефіцієнти в хімічній реакції.** Рівняння реакції  $\text{C}^{+4}\text{H}_{4(r)} + \text{Cl}_2^0_{(r)} \rightarrow \text{C}^{-2}\text{H}_3\text{Cl}_{(r)} + \text{HCl}_{(r)}$

**Розв'язок.** Щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння потрібно зіставити кількість атомів кожного елемента у лівій та правій частині схеми. У лівій та правій частині схеми однакова кількість молей речовин. Тому  $\text{CH}_{4(r)} + \text{Cl}_2^0_{(r)} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}_{(r)} + \text{HCl}_{(r)}$

**3.2. Згідно закону діючих мас навести математичний вираз кінетичних рівнянь та константи рівноваги для даної хімічної реакції.**

**Розв'язок.** Для хімічної реакції  $aA + Bb \leftrightarrow cC + dD$  вираз швидкості прямої і зворотної реакцій будуть мати такий вигляд:

$$\text{пряма} - V_{\text{пр}} = k_1 C^a(A) \cdot C^b(B)$$

$$\text{зворотна} - V_{\text{зв}} = k_2 C^c(C) \cdot C^d(D)$$

де  $k_1$ ,  $k_2$  – коефіцієнти пропорційності прямої і зворотної реакцій, що називаються константою швидкості даної хімічної реакції;  $C^a(A)$ ,  $C^b(B)$ ,  $C^c(C)$ ,  $C^d(D)$  – молярні концентрації реагуючих речовин, моль / дм<sup>3</sup>.

Математичний вираз закону діючих мас для реакції  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{r})} + \text{HCl}_{(\text{r})}$  має вигляд:

$$V_{\text{пр}} = k_1 \cdot C(\text{CH}_4) \cdot C(\text{Cl}_2)$$

$$V_{\text{зв}} = k_2 \cdot C(\text{CH}_3\text{Cl}) \cdot C(\text{HCl})$$

Хімічна рівновага – такий стан системи, коли швидкості прямої і зворотної реакцій рівні між собою. Хімічна рівновага характеризується константою рівноваги ( $K_c$ ), яка визначається співвідношенням рівноважних концентрацій вихідних і кінцевих продуктів реакції. Рівноважні концентрації часто позначають формулами речовин, взятих у квадратні дужки. Для будь-якої рівноважної системи, вираженої рівнянням  $aA + Bb \leftrightarrow cC + dD$ , константа рівноваги пов'язана з рівноважними концентраціями формулою:

Аналогічний вигляд матиме константа рівноваги для газофазних реакцій

Для даної гомогенної реакції  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{r})} + \text{HCl}_{(\text{r})}$  згідно закону діючих мас константа має такий вигляд:

### 3.3. В який бік зміщується хімічна рівновага за таких умов:

**збільшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; зменшення концентрації вихідних речовин і продуктів реакції; підвищення і зниження температури?**

**Розв'язок.** Згідно з принципом Ле Шательє: збільшення концентрації вихідних речовин збільшує швидкість прямої реакції, тобто зміщує рівновагу вправо, і навпаки, збільшення концентрації продуктів збільшує швидкість зворотної реакції, отже, зміщує рівновагу вліво. Тому, треба збільшити молярну концентрацію початкових речовин.

Спочатку треба визначити тип хімічної реакції (екзотермічна або ендотермічна реакція)  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{r})} + \text{HCl}_{(\text{r})}$

Для розрахунку  $\Delta H_{298(\text{x.p.})}^0$  випишемо значення стандартних ентальпій утворення  $\Delta H_{298}^0$  речовин

$$\Delta H_{298}^0 \text{CH}_{4(\text{r})} = -74,86 \text{ кДж}$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{HCl} = -91,8 \text{ кДж}$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{CH}_3\text{Cl} = -82,0 \text{ кДж}$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{Cl}_2 = 0$$

$$\Delta H_{298(\text{x.p.})}^0 = [c \cdot \Delta H_{298}^0 (C) + d \cdot \Delta H_{298}^0 (D)] - [a \cdot \Delta H_{298}^0 (A) + b \cdot \Delta H_{298}^0 (B)]$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{298(\text{x.p.})}^0 &= [\Delta H_{298}^0 (\text{CH}_3\text{Cl}_{(\text{r})}) + \Delta H_{298}^0 (\text{HCl}_{(\text{r})})] - [\Delta H_{298}^0 (\text{CH}_{4(\text{r})}) + 3\Delta H_{298}^0 (\text{Cl}_{2(\text{r})})] \\ &= [-82,0 + (-91,8)] - [-74,86 + 0] = -98,94 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$\Delta H_{298(\text{x.p.})}^0 < 0$ , тому реакція екзотермічна. Для зміщення рівноваги у бік утворення продуктів треба знизити температуру.

Підвищення тиску для газоподібних речовин зміщує рівновагу у бік зменшення об'єму (меншої кількості молекул речовин у рівнянні реакції), а зниження тиску – у бік процесу, що збільшує об'єм системи (більшої кількості молекул речовин у рівнянні реакції).

У даному випадку тиск не впливає на зміщення рівноваги, тому що в реакцію вступило два об'єми і утворились два об'єми.

#### 4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

**4.1. Складіть схему гальванічного елемента з електродів  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  та  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ , занурених у розчини солей з концентрацією іонів  $\text{Fe}^{+2} = 0,01$  моль/л та  $\text{Al}^{3+} = 0,001$  моль/л. Розрахуйте електрорушійну силу гальванічного елемента.**

**Розв'язок.** Перед тим як скласти схему гальванічного елемента треба визначити, який електрод буде анодом який катодом. Випишемо значення стандартних електродних потенціалів:

$$E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ В}$$

$$E^0_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}} = -1,663 \text{ В}$$

### Схема гальванічного елемента



Розраховуємо електрорушійну силу (ЕРС) гальванічного елемента за формулою:  $\Delta E = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$

$E_{\text{катода}}$  – електродний потенціал катода;

$E_{\text{анода}}$  – електродний потенціал анода;

$$\Delta E = E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} - E_{\text{Al}/\text{Al}^{3+}}$$

Концентрація іонів  $[\text{Al}^{3+}]$  та  $[\text{Fe}^{2+}]$  у розчині мають не стандартні значення, тому обчислення електродних потенціалів анода та катода виконуємо за формулою Нернста:

де  $E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}$  – електродний потенціал металу, В;

$E^0_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}$  – стандартний електродний потенціал металу; В

$n$  – кількість електронів, що віддаються металом при перетворенні його в іон, або прийнятих іоном металу при перетворенні його в нейтральний атом.

За рівнянням Нернста для металічних електродів розрахуємо електродний потенціал пластини Al

$$E_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}} = -1,663 + 0,059 / 3 (10^{-3}) = -1,722 \text{ В}$$

За рівнянням Нернста для металічних електродів розрахуємо електродний потенціал пластини Fe

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 + 0,059 / 2 (10^{-2}) = -0,499 \text{ В}$$

Розраховуємо електрорушійну силу гальванічного елемента:

$$\Delta E = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}} = E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} - E_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}} = -0,499 - (-1,722) = 1,223 \text{ В}$$

Відповідь: Електрорушійна сила гальванічного елемента  $\Delta E = 1,223 \text{ В}$

## 5. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

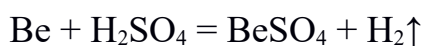
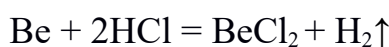
5.1. Написати рівняння хімічних реакцій взаємодії металу  $\text{Be}$  з водою; розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; розведеною і концентрованою  $\text{HNO}_3$ ; розчином лугу ( $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ), якщо такі відбуваються.

### *Розв'язок.*

1. Взаємодія металу  $\text{Be}$  з водою.

Берилій не реагує з водою навіть за високих температур, оскільки його поверхня вкрита дуже міцною, стійкою плівкою оксиду  $\text{BeO}$ .

2. Взаємодія  $\text{Be}$  з розведеними кислотами  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ .



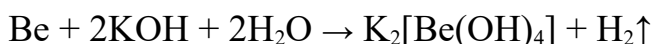
3. Взаємодія  $\text{Be}$  з концентрованими кислотами

У концентрованих холодних  $\text{HNO}_3$  і  $\text{H}_2\text{SO}_4$  берилій пасивується:

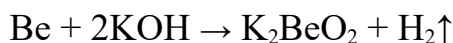


4. Взаємодія  $\text{Be}$  з лугами:

Берилій реагує з лугами з утворенням гідроксоберилатів:



При взаємодії з розплавами лугів за  $400\text{-}500^\circ\text{C}$  утворюються диоксоберилати:



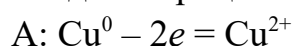
## 6. КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

6.1. Визначити можливість руйнування міді ( $\text{Cu}$ ) при  $\text{pH} = 5$  з водневою та кисневою деполяризацією, якщо концентрація іонів металу у корозійному середовищі складає  $C_m = 10^{-4}$  моль/л.

### *Розв'язок.*

Схеми передбачуваних корозійних процесів:

Анодний процес корозії:



Катодні процеси корозії:

Корозія з водневою  
деполяризацією  
К:  $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\uparrow$

Корозія з кисневою  
деполяризацією  
К:  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e = 4\text{OH}^-$

Потенціал анодної реакції розраховуємо по формулі Нернста:

$$E_a = 0,34 + (0,059/2)\lg 10^{-4} = 0,34 - 0,12 = 0,22 \text{ В}$$

Потенціали катодної реакції:

Корозія з водневою  
деполяризацією  
 $E_k = -0,059 \cdot \text{pH}$   
 $E_k = -0,059 \cdot 5 = -0,295 \text{ В.}$

Корозія з кисневою  
деполяризацією  
 $E_k = 1,23 - 0,059 \cdot \text{pH}$   
 $E_k = 1,23 - 0,059 \cdot 5 = 0,935 \text{ В.}$

Визначаємо ЄРС можливих корозійних процесів  $\Delta E = E_k - E_a$ ,

Корозія з водневою  
деполяризацією

Корозія з кисневою  
деполяризацією

$$\Delta E = -0,295 - 0,22 = -0,515 \text{ В}$$
$$\Delta E < 0$$

$$\Delta E = 0,935 - 0,22 = 0,715 \text{ В}$$
$$\Delta E > 0$$

Таким чином, за розрахунками, оскільки у першому випадку  $\Delta E < 0$ , то корозія міді з водневою деполяризацією при  $\text{pH} = 5$  неможлива.

У другому випадку, корозія міді з кисневою деполяризацією при  $\text{pH} = 5$  може відбуватися.

Внаслідок перебігу катодної реакції у середовищі з'являються гідроксид-іони  $\text{OH}^-$ . Вони утворюють з іонами  $\text{Cu}^{2+}$  нерозчинний  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , який вкриває поверхню металу і певною мірою захищає його від корозії.

6.2. Визначити, контакт з яким з металів Mg, Cu, Pb викликає найбільшу швидкість корозії Ni. Скласти схеми гальванічних елементів. Відповідь дати на підставі розрахунків ЄРС.

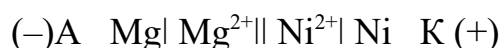
### **Розв'язок.**

1. Розглянемо попарно основний метал Ni та метали-контакту:

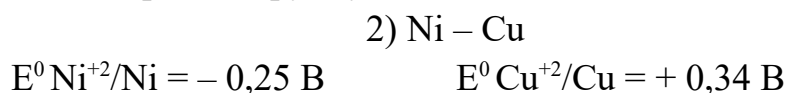
1) Ni – Mg

$$E^0 \text{Ni}^{2+}/\text{Ni} = -0,25 \text{ В} \quad E^0 \text{Mg}^{2+}/\text{Mg} = -2,36 \text{ В}$$

В цій парі Ni буде катодом, а Mg – анодом, тому схема гальванічного елемента буде виглядати так:



Як відомо, кородує завжди той метал, який є анодом. Тому у даному випадку відбувається корозійне руйнування магнію.

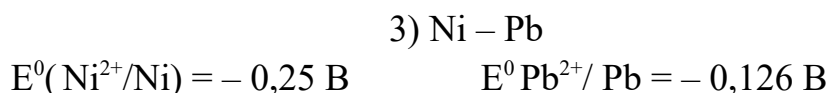


В цій парі Cu буде катодом, а Ni – анодом, тому схема гальванічного елемента буде виглядати так:



У даному випадку відбувається корозійне руйнування нікелю. ЕРС корозії розраховуємо за формулою:  $\Delta E = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$ ,

$$\Delta E = +0,34 - (-0,25) = 0,59 \text{ В}$$



В цій парі Pb буде катодом, а Ni – анодом, тому схема гальванічного елемента буде виглядати так:



У даному випадку також відбувається корозійне руйнування нікелю. ЕРС корозії розраховуємо за формулою:  $\Delta E = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$ ,

$$\Delta E = -0,126 - (-0,25) = 0,124 \text{ В}$$

Таким чином, виходячи з розрахунків, нікель буде кородувати і в парі з купрумом (Cu), і в парі зі свинцом (Pb), але при контакті з купрумом (Cu) нікель (Ni) буде руйнуватися інтенсивніше.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вічко О. І. Назарко І. С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Загальна та неорганічна хімія» розроблено відповідно до навчального плану для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» Ч.1. «Загальна хімія». Тернопіль: ТНТУ, 2020. 60 с. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35322/3/Metodychni\\_vkazivky\\_Zahalna\\_ta\\_neorhanichna\\_khimiya.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35322/3/Metodychni_vkazivky_Zahalna_ta_neorhanichna_khimiya.pdf)

2. Волобуєв М. М. Загальна хімія: авторський лекційний курс : навч. посібник / М. М. Волобуєв, А. М. Корогодська; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків: НТУ "ХП", 2024. 174 с. URI <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79842>

3. Волобуєв М. М. Електрохімічні процеси та системи [Електронний ресурс] : навч.-метод. посібник / [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-

т". 2-ге вид., допов. і перероб. Електрон. текст. дані. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. 64 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79840>.

4. Загальна хімія [Текст] : навч. посібник / Булавін В. І. [та ін.] ; заг. ред. Булавін В. І. ; НТУ "ХПІ". Харків : ФОП Бровін О. В., 2019. 376 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/44735>

5. Касьяненко Г. Я. Загальна хімія [Текст] : навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів. Суми, 2021. 137 с. <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/db1bf84a-ddaa-4eea-a287-cb3401f44b8f/content>

6. Підгорний, А. В. Хімія [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями галузі знань 10 «Природничі науки». КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані: (1 файл: 2,82 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 351 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/469e2f0f-6c76-4e49-aad1-791295ae96db/content>

7. Пономарьова В. Основи хімії : навчальний посібник. Київ : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. 119 с. [https://inorgchem.knu.ua/ua/images/stories/INORGCHEM/Literatura/fundamentals\\_of\\_chemistry.pdf](https://inorgchem.knu.ua/ua/images/stories/INORGCHEM/Literatura/fundamentals_of_chemistry.pdf)

## ДОДАТКИ

### РЯД СТАНДАРТНИХ ЕЛЕКТРОДНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ( $E^{\circ}$ , В)

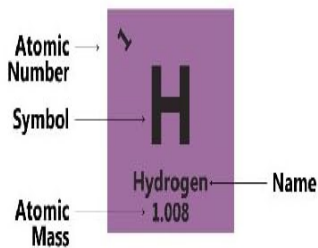
Таблиця – Д 1

| Метал                | $E^{\circ}$ | Метал                | $E^{\circ}$ | Метал                               | $E^{\circ}$  | Метал                              | $E^{\circ}$ |
|----------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------|
| Li <sup>+</sup> /Li  | -3,045      | Sc <sup>3+</sup> /Sc | -2,077      | Zn <sup>2+</sup> /Zn                | -0,763       | Tc <sup>2+</sup> /Tc               | +0,400      |
| K <sup>+</sup> /K    | -2,924      | Pu <sup>3+</sup> /Pu | -2,073      | Cr <sup>3+</sup> /Cr                | -0,744       | Co <sup>3+</sup> /Co               | +0,330      |
| Rb <sup>+</sup> /Rb  | -2,925      | Th <sup>4+</sup> /Th | -1,900      | Ga <sup>3+</sup> /Ga                | -0,529       | Ru <sup>2+</sup> /Ru               | +0,450      |
| Cs <sup>+</sup> /Cs  | -2,923      | Np <sup>3+</sup> /Np | -1,860      | Fe <sup>2+</sup> /Fe                | -0,440       | Cu <sup>+</sup> /Cu                | +0,521      |
| Ra <sup>2+</sup> /Ra | -2,916      | Be <sup>2+</sup> /Be | -1,847      | Cd <sup>2+</sup> /Cd                | -0,403       | Rh <sup>2+</sup> /Rh               | +0,600      |
| Ba <sup>2+</sup> /Ba | -2,905      | U <sup>3+</sup> /U   | -1,800      | In <sup>3+</sup> /In                | -0,343       | Os <sup>2+</sup> /Os               | +0,700      |
| Sr <sup>2+</sup> /Sr | -2,888      | Hf <sup>4+</sup> /Hf | -1,700      | Co <sup>2+</sup> /Co                | -0,277       | Tl <sup>3+</sup> /Tl               | +0,710      |
| Ca <sup>2+</sup> /Ca | -2,866      | Al <sup>3+</sup> /Al | -1,663      | Ni <sup>2+</sup> /Ni                | -0,250       | Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> /2Hg | +0,789      |
| Na <sup>+</sup> /Na  | -2,714      | Zr <sup>4+</sup> /Zr | -1,529      | Sn <sup>2+</sup> /Sn                | -0,139       | Ag <sup>+</sup> /Ag                | +0,799      |
| Ac <sup>3+</sup> /Ac | -2,600      | Ti <sup>2+</sup> /Ti | -1,210      | Pb <sup>2+</sup> /Pb                | -0,126       | Pb <sup>4+</sup> /Pb               | +0,800      |
| La <sup>3+</sup> /La | -2,522      | V <sup>2+</sup> /V   | -1,186      | Fe <sup>3+</sup> /Fe                | -0,037       | Hg <sup>2+</sup> /Hg               | +0,854      |
| Ce <sup>3+</sup> /Ce | -2,480      | Mn <sup>2+</sup> /Mn | -1,179      | <b>H<sub>2</sub><sup>+</sup>/2H</b> | <b>0,000</b> | Pd <sup>2+</sup> /Pd               | +0,987      |
| Nd <sup>3+</sup> /Nd | -2,431      | Ta <sup>3+</sup> /Ta | -1,126      | Bi <sup>3+</sup> /Bi                | +0,215       | Ir <sup>3+</sup> /Ir               | +1,150      |
| Y <sup>3+</sup> /Y   | -2,372      | Nb <sup>3+</sup> /Nb | -1,100      | Sb <sup>3+</sup> /Sb                | +0,240       | Pt <sup>2+</sup> /Pt               | +1,188      |
| Mg <sup>2+</sup> /Mg | -2,363      | Cr <sup>2+</sup> /Cr | -0,913      | Re <sup>3+</sup> /Re                | +0,300       | Au <sup>3+</sup> /Au               | +1,498      |
| Lu <sup>3+</sup> /Lu | -2,250      | V <sup>3+</sup> /V   | -0,835      | Cu <sup>2+</sup> /Cu                | +0,337       | Au <sup>+</sup> /Au                | +1,692      |

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ

# Periodic Table of the Elements

|   |                                      |                                     |                                    |                                   |                                    |                                  |                                     |                                  |                                   |                                  |                                 |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                  |                                 |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|   | 1                                    | 2                                   | 3                                  | 4                                 | 5                                  | 6                                | 7                                   | 8                                | 9                                 | 10                               | 11                              | 12                              | 13                              | 14                               | 15                                | 16                               | 17                               | 18                              |
| 1 | <b>H</b><br>Hydrogen<br>1.008        |                                     |                                    |                                   |                                    |                                  |                                     |                                  |                                   |                                  |                                 |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                  | <b>He</b><br>Helium<br>4.002602 |
| 2 | <b>Li</b><br>Lithium<br>6.94         | <b>Be</b><br>Beryllium<br>9.0121831 |                                    |                                   |                                    |                                  |                                     |                                  |                                   |                                  |                                 |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                  |                                 |
| 3 | <b>Na</b><br>Sodium<br>22.98976928   | <b>Mg</b><br>Magnesium<br>24.305    |                                    |                                   |                                    |                                  |                                     |                                  |                                   |                                  |                                 |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                  |                                 |
| 4 | <b>K</b><br>Potassium<br>39.0983     | <b>Ca</b><br>Calcium<br>40.078      | <b>Sc</b><br>Scandium<br>44.955908 | <b>Ti</b><br>Titanium<br>47.867   | <b>V</b><br>Vanadium<br>50.9415    | <b>Cr</b><br>Chromium<br>51.9961 | <b>Mn</b><br>Manganese<br>54.938044 | <b>Fe</b><br>Iron<br>55.845      | <b>Co</b><br>Cobalt<br>58.933194  | <b>Ni</b><br>Nickel<br>58.6934   | <b>Cu</b><br>Copper<br>63.546   | <b>Zn</b><br>Zinc<br>65.38      | <b>Ga</b><br>Gallium<br>69.723  | <b>Ge</b><br>Germanium<br>72.630 | <b>As</b><br>Arsenic<br>74.921595 | <b>Se</b><br>Selenium<br>78.971  | <b>Br</b><br>Bromine<br>79.904   | <b>Kr</b><br>Krypton<br>83.798  |
| 5 | <b>Rb</b><br>Rubidium<br>85.4678     | <b>Sr</b><br>Strontium<br>87.62     | <b>Y</b><br>Yttrium<br>88.90584    | <b>Zr</b><br>Zirconium<br>91.224  | <b>Nb</b><br>Niobium<br>92.90637   | <b>Mo</b><br>Molybdenum<br>95.95 | <b>Tc</b><br>Technetium<br>98       | <b>Ru</b><br>Ruthenium<br>101.07 | <b>Rh</b><br>Rhodium<br>102.90550 | <b>Pd</b><br>Palladium<br>106.42 | <b>Ag</b><br>Silver<br>107.8682 | <b>Cd</b><br>Cadmium<br>112.414 | <b>In</b><br>Indium<br>114.818  | <b>Sn</b><br>Tin<br>118.710      | <b>Sb</b><br>Antimony<br>121.750  | <b>Te</b><br>Tellurium<br>127.60 | <b>I</b><br>Iodine<br>126.90447  | <b>Xe</b><br>Xenon<br>131.293   |
| 6 | <b>Cs</b><br>Caesium<br>132.90545196 | <b>Ba</b><br>Barium<br>137.327      | <b>57-71</b>                       | <b>Hf</b><br>Hafnium<br>178.49    | <b>Ta</b><br>Tantalum<br>180.94788 | <b>W</b><br>Tungsten<br>183.84   | <b>Re</b><br>Rhenium<br>186.207     | <b>Os</b><br>Osmium<br>190.23    | <b>Ir</b><br>Iridium<br>192.217   | <b>Pt</b><br>Platinum<br>195.084 | <b>Au</b><br>Gold<br>196.966569 | <b>Hg</b><br>Mercury<br>200.592 | <b>Tl</b><br>Thallium<br>204.38 | <b>Pb</b><br>Lead<br>207.2       | <b>Bi</b><br>Bismuth<br>208.98040 | <b>Po</b><br>Polonium<br>209     | <b>At</b><br>Astatine<br>210     | <b>Rn</b><br>Radon<br>222       |
| 7 | <b>Fr</b><br>Francium<br>223         | <b>Ra</b><br>Radium<br>226          | <b>89-103</b>                      | <b>Rf</b><br>Rutherfordium<br>261 | <b>Db</b><br>Dubnium<br>268        | <b>Sg</b><br>Seaborgium<br>269   | <b>Bh</b><br>Bohrium<br>270         | <b>Hs</b><br>Hassium<br>269      | <b>Mt</b><br>Meitnerium<br>278    | <b>Ds</b><br>Darmstadtium<br>281 | <b>Rg</b><br>Roentgenium<br>281 | <b>Cn</b><br>Copernicium<br>285 | <b>Uut</b><br>Ununtrium<br>286  | <b>Fl</b><br>Flerovium<br>289    | <b>Uup</b><br>Ununpentium<br>289  | <b>Lv</b><br>Livermorium<br>293  | <b>Uus</b><br>Ununseptium<br>294 | <b>Uuo</b><br>Ununoctium<br>294 |



- Alkali Metal
- Alkaline Earth
- Transition Metal
- Basic Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- Halogen
- Noble Gas
- Lanthanide
- Actinide

|                   |                                     |                                  |  |                                   |                                |                                 |                                  |                                   |                                   |                                    |                                   |                                |                                   |                                   |                                   |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Lanthanide Series | <b>La</b><br>Lanthanum<br>138.90547 | <b>Ce</b><br>Cerium<br>140.116   | <b>Pr</b><br>Praseodymium<br>140.90766 | <b>Nd</b><br>Neodymium<br>144.242 | <b>Pm</b><br>Promethium<br>145 | <b>Sm</b><br>Samarium<br>150.36 | <b>Eu</b><br>Europium<br>151.964 | <b>Gd</b><br>Gadolinium<br>157.25 | <b>Tb</b><br>Terbium<br>158.92535 | <b>Dy</b><br>Dysprosium<br>162.500 | <b>Ho</b><br>Holmium<br>164.93033 | <b>Er</b><br>Erbium<br>167.259 | <b>Tm</b><br>Thulium<br>168.93422 | <b>Yb</b><br>Ytterbium<br>173.054 | <b>Lu</b><br>Lutetium<br>174.9668 |
| Actinide Series   | <b>Ac</b><br>Actinium<br>227        | <b>Th</b><br>Thorium<br>232.0377 | <b>Pa</b><br>Protactinium<br>231.03688 | <b>U</b><br>Uranium<br>238.02891  | <b>Np</b><br>Neptunium<br>237  | <b>Pu</b><br>Plutonium<br>244   | <b>Am</b><br>Americium<br>243    | <b>Cm</b><br>Curium<br>247        | <b>Bk</b><br>Berkelium<br>247     | <b>Cf</b><br>Californium<br>251    | <b>Es</b><br>Einsteinium<br>252   | <b>Fm</b><br>Fermium<br>257    | <b>Md</b><br>Mendelevium<br>258   | <b>No</b><br>Nobelium<br>259      | <b>Lr</b><br>Lawrencium<br>260    |



## РОЗЧИННІСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВ, СОЛЕЙ У ВОДІ

|                                    | <b>O<br/>H</b> | <b>Cl<br/>-</b> | <b>Br<br/>-</b> | <b>J<sup>-</sup></b> | <b>S<sup>2-</sup></b> | <b>S<br/>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> | <b>S<br/>O<sub>4</sub><sup>2-</sup></b> | <b>P<br/>O<sub>4</sub><sup>3-</sup></b> | <b>C<br/>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> | <b>Si<br/>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> | <b>N<br/>O<sub>3</sub><sup>-</sup></b> | <b>C<br/>H<sub>3</sub><br/>C<br/>O<br/>O<br/>H-</b> |
|------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---|---|---|---|--|--|---|
| <b>H<sup>+</sup></b>               |                | P               | P               | P                    | P                     | P                                       | P                                       | P                                       | P                                       | H  | P                                      | P   |
| <b>K<sup>+</sup></b>               | P              | P               | P               | P                    | P                     | P                                       | P                                       | P                                       | P                                       | P  | P                                      | P   |
| <b>Na<sup>+</sup></b>              | P              | P               | P               | P                    | P                     | P                                       | P                                       | P                                       | P                                       | P  | P                                      | P   |
| <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>  | P              | P               | P               | P                    | P                     | P                                       | P                                       | P                                       | P                                       | –  | P                                      | P   |
| <b>Ba<sup>2+</sup></b>             | P              | P               | P               | P                    | P                     | H                                       | H                                       | H                                       | H                                       | H  | P                                      | P   |
| <b>Ca<sup>2+</sup></b>             | M              | P               | P               | P                    | M                     | H                                       | M                                       | H                                       | H                                       | H  | P                                      | P   |
| <b>Mg<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | M                     | H                                       | P                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Al<sup>3+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | Г                     | –                                       | P                                       | H                                       | -                                       | Г  | P                                      | M   |
| <b>Cr<sup>3+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | Г                     | –                                       | P                                       | H                                       | –                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Fe<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | H                     | H                                       | P                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Fe<sup>3+</sup></b>             | H              | P               | P               | Г                    | H                     | –                                       | P                                       | H                                       | –                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Ni<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | H                     | H                                       | P                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Mn<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | H                     | H                                       | P                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Zn<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | P                    | H                     | H                                       | P                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Ag<sup>+</sup></b>              | –              | H               | H               | H                    | H                     | H                                       | M                                       | H                                       | H                                       | –  | P                                      | P   |
| <b>Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup></b> | –              | H               | H               | H                    | H                     | –                                       | M                                       | H                                       | H                                       | –  | P                                      | M   |
| <b>Hg<sup>2+</sup></b>             | –              | P               | M               | H                    | H                     | –                                       | P                                       | H                                       | –                                       | –  | P                                      | P   |
| <b>Pb<sup>2+</sup></b>             | H              | M               | M               | H                    | H                     | H                                       | H                                       | H                                       | H                                       | Г  | P                                      | P   |
| <b>Sn<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | M                    | H                     | –                                       | P                                       | H                                       | Г                                       | Г  | Г                                      | P   |
| <b>Cu<sup>2+</sup></b>             | H              | P               | P               | –                    | H                     | H                                       | P                                       | H                                       | Г                                       | Г  | P                                      | P   |

**P** – розчинні; **H** – нерозчинні; **M** – малорозчинні;

**Г** – у воді гідролізуються; – не існують.

Таблиця Д-4

## ТЕРМОДИНАМІЧНІ КОНСТАНТИ ДЕЯКИХ РЕЧОВИН

| Формула  | $\Delta H$<br>кДж/моль | $S^0$<br>Дж/<br>моль·К | Формула              | $\Delta H$<br>кДж/моль | $S^0$<br>Дж/<br>моль·К |
|--|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Al   | 0                      | 28,31                  | Mg <sub>(к)</sub>    | 0                      | 32,7                   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3(к)</sub>                  | –1676                  | 50,92                  | MgCO <sub>3(к)</sub> | –1113                  | 65,7                   |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3(к)</sub> | –3442,2                | 239,2                  | MgO <sub>(к)</sub>   | –601,8                 | 26,9                   |
| C <sub>(к)</sub>                                   | 0                      | 5,74                   | MgCl <sub>2(к)</sub> | –641,1                 | 26,9                   |
| CH <sub>4(г)</sub>                                 | –74,86                 | 186,19                 | Mn <sub>(к)</sub>    | 0                      | 32                     |

|                        |         |        |                     |         |       |
|------------------------|---------|--------|---------------------|---------|-------|
| $C_2H_{2(r)}$          | 226,73  | 200,94 | $MnO_{2(k)}$        | -521,5  | 53,1  |
| $CH_3Cl_{(r)}$         | -82,0   | -233,5 | $N_{2(r)}$          | 0       | 199,9 |
| $CCl_{4(r)}$           | -100,42 | 310,12 | $NH_{3(r)}$         | -46,19  | 192,6 |
| $CO_{(r)}$             | -110,52 | 197,54 | $NO_{(r)}$          | 90,25   | 210,6 |
| $CO_{2(r)}$            | -393,51 | 213,08 | $N_2O_{5(r)}$       | -42,7   | 178,4 |
| $COCl_{2(r)}$          | -220,3  | 283,9  | $NO_{2(r)}$         | 33      | 240,2 |
| $CS_{2(p)}$            | 88,7    | 151,0  | $(NH_4)_2SO_{4(k)}$ | -1180,0 | 220,0 |
| $CaO_{(k)}$            | -635,5  | 39,7   | $NOCl_{(r)}$        | 52,5    | 261,5 |
| $Ca(OH)_{2(k)}$        | -986,6  | 76,1   | $Na_{(k)}$          | 0       | 51,45 |
| $CaCO_{3(k)}$          | -1206,9 | 92,6   | $NaOH_{(p)}$        | -426,6  | 64,18 |
| $CaC_{2(k)}$           | -62,8   | 70,3   | $NaOH_{(k)}$        | -425,6  | 64,4  |
| $CaCl_{2(k)}$          | -795,0  | 113,6  | $NaCl_{(k)}$        | -411,1  | 72,1  |
| $Cl_{2(r)}$            | 0       | 222,9  | $Na_2O_{(k)}$       | -416,0  | 75,3  |
| $Fe_{(k)}$             | 0       | 27,15  | $Na_2CO_{3(k)}$     | -1131,0 | 136,4 |
| $FeO_{(k)}$            | -264,8  | 60,75  | $NaNO_{3(k)}$       | -466,7  | 116   |
| $Fe_2O_{3(k)}$         | -822,2  | 87,4   | $Na_2SO_{4(k)}$     | -1384,6 | 149,5 |
| $FeS_{2(k)}$           | -178,2  | 52,93  | $Na_2SiO_{3(k)}$    | -1525,4 | 113,8 |
| $H_{2(r)}$             | 0       | 130,52 | $O_{2(r)}$          | 0       | 205,0 |
| $HCl_{(r)}$            | -91,8   | 186,8  | $PbO_{(k)}$         | -219,3  | 66,2  |
| $H_2O_{(p)}$           | -285,8  | 70,1   | $PbS_{(k)}$         | -100,4  | 91,2  |
| $H_2O_{(r)}$           | -241,8  | 188,7  | $SO_{2(r)}$         | -296,9  | 248,1 |
| $H_2S_{(r)}$           | -21     | 205,7  | $SO_{3(r)}$         | -396,1  | 256,4 |
| $H_2SO_{4(p)}$         | -814,2  | 156,9  | $Si_{(k)}$          | 0       | 18,8  |
| $S_{(k) \text{ ромб}}$ | 0       | 31,9   | $SiO_{2(k)}$        | -908,3  | 42,7  |
| $HNO_{3(p)}$           | -174,1  | 156,6  | $ZnO_{(k)}$         | -350,6  | 43,6  |
| $HNO_{2(p)}$           | -119,2  | 152,7  | $ZnS_{(k)}$         | -205,4  | 57,7  |

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 3  |
| 1 ВИХІДНІ ДАНІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ .....     | 4  |
| 2. ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ .....                               | 30 |
| 3. ЗРАЗОК ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ..... | 31 |
| 3.1. Будова атому елемента.....                                  | 31 |
| 3.2. Хімічна термодинаміка.....                                  | 30 |
| 3.3. Хімічна кінетика та рівновага.....                          | 32 |
| 3.4. Електрохімічні процеси.....                                 | 36 |
| 3.5. Властивості металів.....                                    | 37 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3.6. Корозія металів.....        | 38 |
| 4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА..... | 40 |
| 5. ДОДАТКИ.....                  | 41 |

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання індивідуального розрахункового  
завдання з дисципліни «Хімія» для студентів освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності:  
132 – «Матеріалознавство» денної та дистанційної форм навчання

Укладачі:

АССЄВА Ірина Володимирівна  
МЕЛЬНИК Тамара Василівна

Відповідальний за випуск проф. Корогодська А. М.

Роботу до друку рекомендував проф. Лаврова І. О.

В авторській редакції

План 2024 р., поз. 190

Підп. до друку 2024. Гарнітура Times New Roman.

---

Видавничий центр НТУ «ХП».  
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

---

Електронне видання