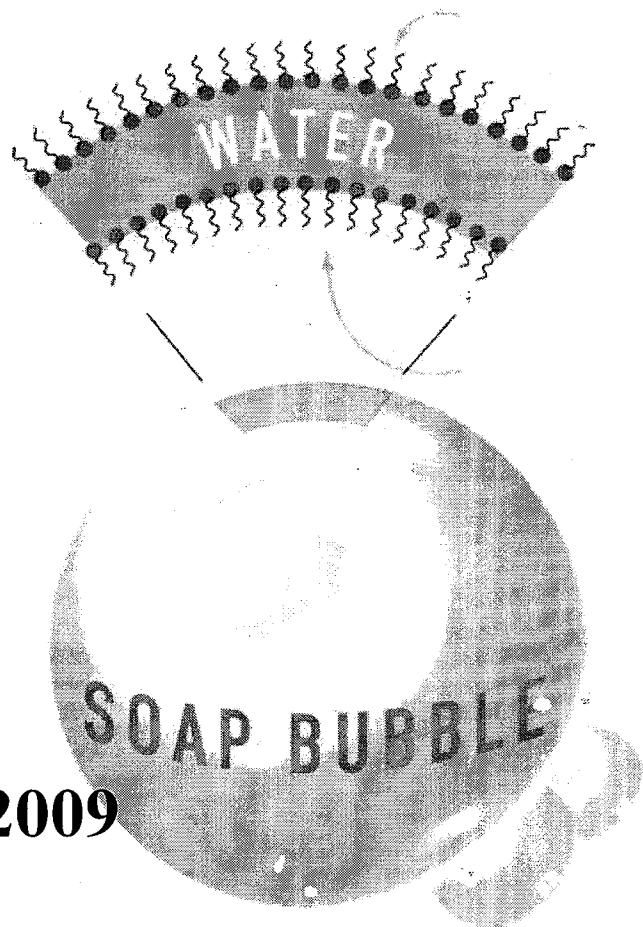
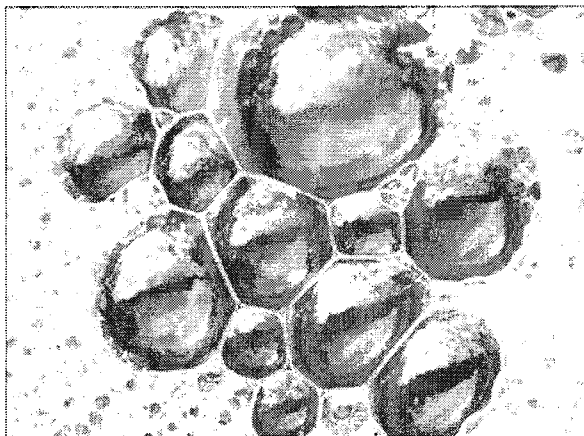
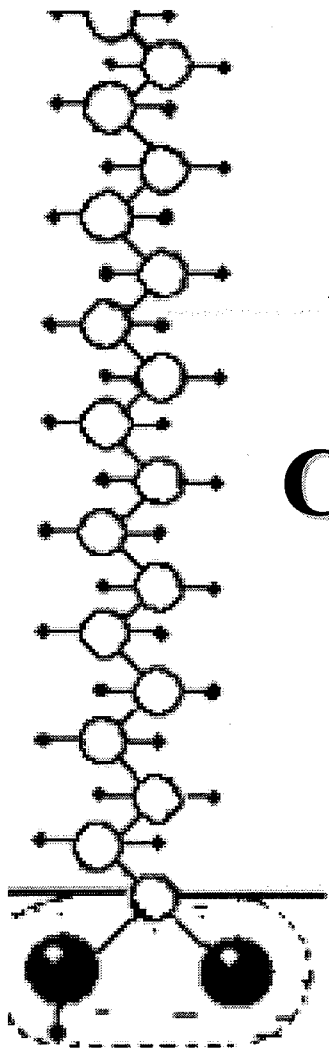


*Богатиренко В.А., Михалюк С.О.*

# САМОСТІЙНА РОБОТА З КУРСУ

## ФІЗИЧНА І

## КОЛОЇДНА ХІМІЯ



Київ – 2009

УДК 541.1 + 546

*Богатиренко В.А., Михалюк С.О.* Самостійна робота з курсу «Фізична і колоїдна хімія»: графічно-розрахункові завдання, задачі, контрольні питання, тести. – Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – 264 с.

Посібник складається з двох частин. Перша частина включає ключові поняття, різнорівневі задачі, індивідуальні графічно-розрахункові роботи та контрольні питання. Матеріал розподілено у відповідності з модулями: «Термодинаміка. Термодинаміка хімічної рівноваги», «Кінетичні закономірності хімічних реакцій», «Фізико-хімічні властивості розчинів», «Електрохімія», «Поверхневі явища та дисперсні системи» з метою організації активної творчої самостійної роботи студентів, що забезпечує індивідуально-диференційований підхід у навчанні з курсу «Фізична і колоїдна хімія». Друга частина є збіркою тестів різних форматів та рівнів складності з вказаних модулів для контролю рівня навчальних досягнень студентів. Навчальний посібник рекомендується для студентів хімічних та біологічних спеціальностей, а також вчителів хімії.

Друкується за постановою Вченої ради Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, протокол № 11 від 28 травня 2009 р.

Рецензенти:

Доцент ІППО КМПУ ім. Б.Д. Грінченка,  
методист вищої категорії, к.х.н.

Максимов І.О.

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри теорії та методики навчання  
природничо-географічних дисциплін

Іваха Т.С.

ISBN 978-966-660-544-6

© Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова, 2009  
© В.А. Богатиренко, С.О. Михалюк, 2009

Рекомендовано Вченою радою НПУ імені М.П.Драгоманова  
від 29 січня 2009 р.

**НАБЛИЖЕНІ ЗНАЧЕННЯ ПЕРЕНАПРУГИ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ( $\eta$  ( $\text{H}_2$ )) ТА КИСНЮ ( $\eta$  ( $\text{O}_2$ ))  
НА РІЗНИХ МЕТАЛАХ (які використовуються як електроди під час електролізу водних розчинів)**

Металевий електрод	Pb	Cd	Sn	C (графіт)	Zn	Al	Ag	C	Cu	Cr	Fe	Au	Ni	Co	Pt
--------------------	----	----	----	------------	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----

*Збільшення перенапруги виділення металу*

Перенапруга виділення водню	1,210	1,134	1,077	1,00	0,946	0,826	0,762	0,700	0,574	0,557	0,390	--	0,290	0,150	0,068
-----------------------------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------

*Збільшення перенапруги виділення водню*

Перенапруга виділення кисню	0,31	0,43	0,34	0,36	0,33	--	0,41	0,36	0,29	0,3	0,25	--	0,06	0,06	--
-----------------------------	------	------	------	------	------	----	------	------	------	-----	------	----	------	------	----

## ПЕРЕДМОВА

В процесі інтеграції вищої освіти і входження України в європейський освітній простір особливого значення набуває реформування вищої педагогічної освіти з використанням сучасних навчальних технологій, а саме організація навчального процесу за кредитно-модульною системою, яка передбачає рейтинговий принцип оцінювання знань студентів. Головною метою навчання за такою технологією є підвищення якості знань студентів та підготовка висококваліфікованого фахівця хімії шляхом творчої і наукової спрямованості навчального процесу.

Сучасний розвиток суспільства, науки і техніки вимагає від учителя глибоких фундаментальних знань, широкої ерудиції, вміння доступною мовою на достатньо високому теоретичному та експериментальному рівні навчати учнів ЗНЗ хімії. Для викладання хімії у ЗНЗ на високому професійному рівні особливого значення набуває вивчення фізичної та колоїдної хімії у ВНЗ педагогічного спрямування, що сприяє формуванню природничо-наукового світогляду майбутніх вчителів хімії та біології, розвитку наукового фізико-хімічного підходу до розгляду природних явищ та вміння їх досліджувати.

Якісне, глибоке і осмислене опанування поняттями, законами та теоріями фізико-хімічної науки у вищих педагогічних закладах освіти досягається шляхом створення об'єктивних передумов для організації систематичної самостійної роботи студентів. Впровадження в навчальний процес посібника "Зошит з фізичної та колоїдної хімії" забезпечує індивідуально-диференційований підхід у навчанні шляхом використання індивідуальних або групових комплексних завдань різного рівня складності для кожного студента. Створюються психологічно сприятливі умови для активізації усвідомленої самостійної роботи студента з довідниковими матеріалами та навчальною літературою. При розв'язанні різнорівневих завдань відбувається поетапне засвоєння студентами теоретичних знань і акцентуація на ключових поняттях курсу, а також формування умінь щодо їх застосування для вирішення конкретної комплексної задачі.

Використання навчального посібника "Зошит з фізичної хімії" допомагає викладачу здійснювати систематичний і послідовний контроль над самостійною діяльністю студента, в якому великої ваги набуває постійна участь викладача як консультанта.

Таким чином, створюються передумови для чіткої організації самостійної роботи студента та підвищення його відповідальності за результати проведеної ним активної роботи.

В навчальному посібнику пропонується чотири види завдань для самостійного опрацювання:

- побудова таблиць і графіків для репродуктивного відтворення понятійного та математичного апарату, що використовується при вивченні певної теми;

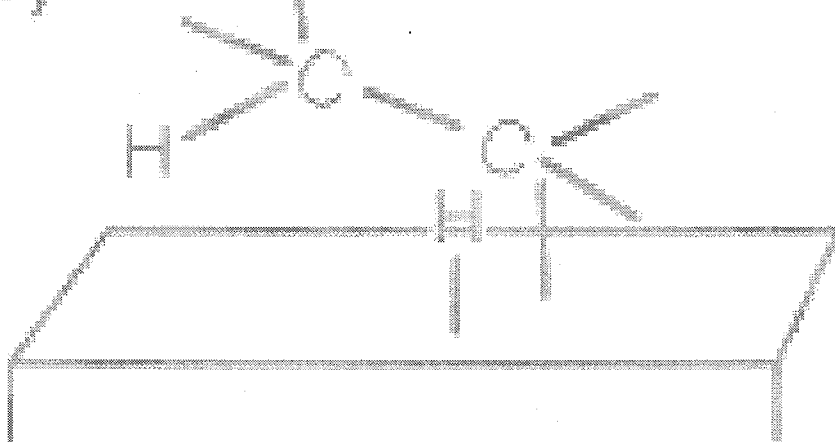
(1)

- розв'язання найбільш типових задач, які сформульовані за єдиною для всіх варіантів умовою. На кожний тип задачі розроблено від 15 до 35 варіантів;
- виконання домашньої розрахунково-графічної роботи за індивідуальним завданням, яке фактично є комплексною задачею. Це завдання пов'язує між собою всі поняття та закономірності, що вивчаються з певної теми курсу фізичної та колоїдної хімії, у струнку логічно-послідовну схему;
- підготовка до модульних контрольних робіт, які заплановані в навчальній програмі з курсу "Фізична та колоїдна хімія".

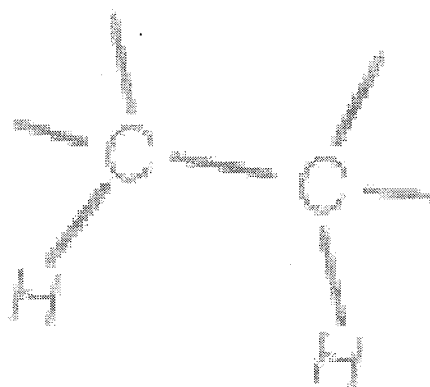
Навчальний посібник "Зошит з фізичної та колоїдної хімії" може бути корисним при підготовці студентів інших хімічних і біологічних спеціальностей, а також вчителям хімії.

\*Пояснення:

- один варіант має нумерацію, яка складається з двох цифр (наприклад, 2.1 або 8.4.): перша цифра – по вертикалі, а друга – по горизонталі;
- порядок завдань відповідає порядку номеру в академічному журналі, тому перші 8 номерів (за журналом) матимуть першу цифру 1÷8 і другу цифру 1, номери від 9 по 16 включно матимуть першу цифру 1÷8 і другу цифру 2 тощо.



(3)



(1)

## МОДУЛЬ I

### ЗАКОНИ ТЕРМОДИНАМІКИ. ТЕРМОДИНАМІКА ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ

#### I. ГАЗОВІ ЗАКОНИ

1. Загальні теоретичні відомості

1. Написати математичні формули, що відображають основні закони ідеальних газів:

Закон Дальтона	Закон Бойля – Маріотта	Закон Шарля-Гейлюссака	Закон Генрі
----------------	------------------------	------------------------	-------------

2. Написати математичні рівняння, що використовують для характеристики поведінки реальних газів та пояснити фізичний зміст величин, що входять у рівняння:

(2)

Ван-дер-Ваальса	Фізичний зміст коефіцієнтів	
	A	B

3. Побудувати ізотерми:

- А) Ізотерма стану ідеальних газів: в координатах PV-P; в координатах P-V.
- Б) Ізобара стану ідеального газу в координатах V-T.
- В) Ізохора стану ідеального газу в координатах P-T.

4. Побудувати ізотерму стану реальних газів (кисню, азоту, водню, аміаку):

5. Написати рівняння стану ідеального газу та дати характеристику величини R:

Фізичний зміст величини	Розмірність величини (в залежності від розмірності тиску)	Числове значення

6. Написати основні рівняння кінетичної теорії газів:

(3)

Рівняння Клаузіуса	Середньоквадратична швидкість	Енергія поступального руху	
		Однієї частинки	$N_A$ частинок

7. Побудувати криву розподілу молекул за енергіями Максвелла-Больцмана.



## 2. ЗАДАЧІ

1. Для газу  $A$ , який знаходиться при певних значеннях  $P_1$  і  $T_1$ , визначити:

- який об'єм займає газ  $A$  з масою  $X$  під дією тиску  $P_1$  при температурі  $T_1$ ;
- як зміниться об'єм газу при зміні тиску до  $P_2$  та до температури  $T_2$ ?

№ УМОВИ	№													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$P_1, \text{кПа}$	101	101	202	90	90	252	303	202	202	101	50	70	95	101
$P_2, \text{кПа}$	202	--	50	200	--	90	110	--	252	150	--	101	202	50
$T_1, ^\circ\text{C}$	18	25	0	10	0	50	25	18	50	0	25	35	15	22
$T_2, ^\circ\text{C}$	--	50	25	--	18	0	--	50	0	--	60	90	--	0
$X, \text{кг}$	5,0	2,0	0,4	3,5	0,1	1,0	20	15	1,5	2,0	0,8	2,5	3,3	1,1
Газ $A$	Кисень	Водень	Азот	Хлор	Аргон	Ксенон	Ацетилен	Метан	Пропан	Аміак	$\text{CO}_2$	$\text{CO}$	$\text{NO}$	$\text{NO}_2$

2. За нормальних умов густина газу  $A$  становить  $X$ .

- Визначити густину газу при тискові  $P_1$  та температурі  $T_1$ .
- Розрахувати об'єм, що займає одна молекула газу.

№ УМОВИ	№													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$X, \text{г/л}$	1,43	0,09	1,25	3,2	1,8	5,9	1,17	0,72	2,0	0,77	1,98	1,25	1,34	1,98
$P_1, \text{кПа}$	101	101	202	90	90	252	303	202	202	101	50	70	95	101
$T_1, ^\circ\text{C}$	10	-5	20	-10	50	-30	25	18	45	-20	25	-15	15	22
Газ $A$	Кисень	Водень	Азот	Хлор	Аргон	Ксенон	Ацетилен	Метан	Пропан	Аміак	$\text{CO}_2$	$\text{CO}$	$\text{NO}$	$\text{N}_2\text{O}$

3. Змішали газу  $A, B, C$ , кожний об'ємом  $V_1$  під певним тиском  $P$ . Загальний об'єм газової суміші, що утворилась, становить  $V_{\text{заг}}$ . Розрахувати загальний тиск газової суміші та парціальний тиск кожного компонента суміші\*.

№	Газова суміш	Об'єм $V_1, \text{л}$				Тиск $P, \text{кПа}$				Об'єм $V_{\text{заг}}, \text{л}$							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	A	Кисень				4	3	2	6	200	303	606	202	10	10	11	12
	B	Карбон(IV) оксид				2	5	6	6	151	202	404	151				
	C	Аргон				6	4	5	3	505	606	202	404				
2	A	Водень				6,5	5	3	5	303	404	202	250	10	8	5	11
	B	Аргон				3	3	4	6	404	606	310	306				
	C	Карбон (II) оксид				4	5	4	2	303	303	404	306				



3	A	Кисень	3	3	2	5	202	404	450	550	8	10	8	12
	B	Неон	2	6	4	4	505	250	200	606				
	C	Ксенон	5	5	6	7	350	303	505	450				
4	A	Аміак	2	5	3	4	350	202	250	404	6	10	5	6
	B	Кисень	5	3	3	5	404	550	303	202				
	C	Ксенон	4	6	4	2	505	450	450	303				
5	A	Карбон(II) оксид	3	3	2	5	450	404	505	303	10	8	6	8
	B	Карбон(IV) оксид	6	5	6	6	250	150	305	405				
	C	Кисень	4	4	3	2	150	350	202	202				
6	A	Азот	1	5	6	3	450	303	303	606	5	9	10	10
	B	Водень	6	5	3	4	350	250	202	150				
	C	Аргон	4	3	4	6	250	404	550	202				
7	A	Кисень	2	5	3	4	350	250	202	150	5	10	8	12
	B	Карбон(IV) оксид	5	5	6	7	350	202	250	404				
	C	Аргон	3	3	2	5	505	250	200	606				
8	A	Аргон	1	5	6	3	505	606	202	404	9	10	8	6
	B	Кисень	5	3	3	5	303	303	404	306				
	C	Азот	6,5	5	3	5	450	350	202	505				

## II. ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ

1. Написати математичні вирази, які дозволяють розрахувати вказані в таблиці величини для закритої термодинамічно оборотної рівноважної системи:

Ізопроцес	Робота розширення ідеального газу ( $A$ )	Кількість теплоти ( $q$ )	Внутрішня енергія системи ( $\Delta U$ )	Теплоємність ( $C$ )	Ентальпія ( $\Delta H$ )
1. Ізохорний					
2. Изобарний					
3. Изотермічний					
4. Адіабатний					

## 2. ЗАДАЧІ

1. Взято певний газ  $A$  масою  $X$  при температурі  $T_1$ , тискові  $P_1$  та об'ємі  $V_1$ . Користуючись даними таблиці 1 та умовами задач  $A, B, C, D, E$ , розрахувати всі невідомі величини, зазначені у таблиці 2, і навести результати обчислень.

A. Об'єм газу  $V_2$ , який буде займати газ в результаті нагрівання до  $T_2$  при сталому тиску  $P_1$ .

B. Об'єм  $V_2$ , який займатиме газ, якщо за рахунок нагрівання до  $T_2$  в ізохорних умовах тиск в системі підвищити до  $P_2$ .

C. Об'єм газу  $V_3$ , що збільшився за рахунок зниження тиску від  $P_1$  до  $P_3$  (для цього додатково визначити вихідний об'єм газу  $V_1$ ).

- D. Об'єм  $V_2$ , який займає газ в результаті адіабатичного стиснення, при якому температура системи підвищилась від  $T_1$  до  $T_2$ .
- E. Визначити значення зазначених у таблиці 2 термодинамічних величин.
- F. Заповнити таблицю 2.

ТАБЛИЦЯ 1

Значення фізичних величин для задач а, б, в, г, д

№	Газ А	Маса газу X, г	Тиск, КПа			Температура, °C	
			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1	Водень	4	101	303	1,01	0	25
2	Кисень	32	202	303	10,1	18	36
3	Аргон	18	50,05	404	1,01	25	50
4	Азот	56	151	555	5,005	10	100
5	Гелій	8	303	606	151	-10	40
6	Водень	10	353	425	151	-5	30
7	Кисень	8	252	353	101	-20	60
8	Аргон	34	404	450	101	0	18
9	Азот	7	353	475	101	18	25
10	Гелій	2	151	375	50,05	0	25
11	Водень	16	227,25	631,25	5,005	18	50
12	Кисень	48	757	1010	202	0	50
13	Аргон	22	404	757	101	-10	20
14	Азот	28	328,25	606	50,015	-50	75
15	Гелій	12	1010	1515	202	5	18
16	Водень	6	429,25	631,25	151	5	25
17	Кисень	4	505	631,25	202	15	45
18	Аргон	10	101	404	5,005	30	90
19	Азот	14	1010	2020	227,25	50	75
20	Гелій	16	530,25	757	303	-30	30
21	Водень	1	375	429,25	101	15	60
22	Кисень	64	275	2750	10,1	-15	60

ТАБЛИЦЯ 2

Ізопроцес	V			$\Delta U$	$\Delta H$	A	q	C(середня, молярна)		
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>					C <sub>p</sub>	C <sub>v</sub>	$\gamma$
A										
B										
C										
D										
E										
Розмірність										

### III. ТЕРМОХІМІЯ. ЗАКОН ГЕССА

1. Заповнити таблицю та відобразити процес, який характеризує певна функція, у вигляді енергетичної діаграми

НАЗВА	Символ	Обчислення
	$\Delta H_{f,298}^0$	
	$\Delta H_{c,298}^0$	
	$\Delta H_{r,298}^0$	
	$\Delta H_{г, T}$	
	$\Delta H_{f \text{ ат.}, 298}^0$	
	$E$ зв'язку	
	$E$ крист. решітки	
	$\Delta H_{\text{дис.}}$	
	$\Delta H_{\text{розчин.}}$	
	$\Delta H_{\text{гідратації (сполуки)}}$	
	$\Delta H_{\text{гідратації (йону)}}$	
	$\Delta H_{f, 298}^0$ (йону гідратованого)	
	$\Delta H_{г \text{ нейтралізації}}$	
	$H_{\text{дисон. (сл.електроліту)}}$	
	$\Delta H_{\text{гідратоув.}}$	

## 2. ЗАДАЧІ

1. Визначити тепловий ефект хімічної реакції, користуючись табличними величинами стандартних ентальпій утворення речовин, якщо реакція відбувається за стандартних умов (рівняння реакції завершити):

№	РЕАКЦІЇ
1	$\text{NaOH(p)} + \text{CH}_3\text{COOH(p)} \rightarrow$
2	$\text{BaCl}_2 \text{ (p)} + \text{HCl(p)} \rightarrow$
3	$\text{Cu(т)} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \rightarrow$
4	$\text{Cu (т)} + \text{HCl (p)} + \text{O}_2 \text{ (г)} \rightarrow$
5	$\text{Ag (т)} + \text{H}_2\text{S(г)} \rightarrow$
6	$\text{CuSO}_4 \text{ (p)} + \text{Fe(т)} \rightarrow$
7	$\text{Zn (т)} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \rightarrow$
8	$\text{FeCO}_3 \text{ (т)} + \text{H}_2\text{O(p)} + \text{O}_2 \text{ (г)} \rightarrow$
9	$\text{MnO}_2 \text{ (т)} + \text{HCl(конц.)} \rightarrow$
10	$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ (т)} + \text{CO(г)} \rightarrow$
11	$\text{NH}_4\text{NO}_2 \text{ (т)} \rightarrow$
12	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (т)} + \text{H}_2 \text{ (г)} \rightarrow$
13	$\text{NH}_4\text{OH(p)} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (p)} \rightarrow$
14	$\text{Ca(OH)}_2 \text{ (т)} + \text{CO}_2 \text{ (г)} \rightarrow$
15	$\text{CaCO}_3 \text{ (т)} + \text{FeSO}_4 \text{ (p)} \rightarrow$

2. Користуючись табличними даними розрахувати зміну внутрішньої енергії в результаті перебігу хімічного процесу за стандартних умов:

№	РЕАКЦІЇ
1	$\text{NH}_4\text{NO}_2 \text{ (т)} \rightarrow \text{N}_2 \text{ (г)} + \text{H}_2\text{O(г)}$
2	$\text{C}_2\text{H}_2 \text{ (г)} + \text{O}_2 \text{ (г)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (г)} + \text{H}_2\text{O(p)}$

3	$\text{CaC}_2(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{т}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$
4	$\text{FeO}(\text{т}) + \text{CO}(\text{г}) \rightarrow \text{Fe}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$
5	$\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$
6	$\text{SO}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{р})$
7	$\text{CaCO}_3(\text{т}) \rightarrow \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$
8	$\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{г})$
9	$\text{FeO}(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Fe}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
10	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{т}) + \text{CO}(\text{г}) \rightarrow \text{FeO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$
11	$\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{т}) \rightarrow \text{CO}(\text{г})$
12	$\text{PCl}_5(\text{р}) \rightarrow \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$
13	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{р}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р})$
14	$\text{N}_2\text{O}(\text{г}) + \text{NH}_3(\text{г}) \rightarrow \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р})$
15	$\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{COCl}_2(\text{г})$

3. Визначити тепловий ефект утворення розбавленого розчину при розчиненні речовини  $\text{A}_x\text{B}_y$  у воді:

№	Речовина $\text{A}_x\text{B}_y$	№	Речовина $\text{A}_x\text{B}_y$
1	$\text{CuSO}_4$	9	$\text{BaCl}_2$
2	$\text{FeCl}_3$	10	$\text{CaSO}_4$
3	$\text{NaCl}$	11	$\text{MgCl}_2$
4	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	12	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
5	$\text{NH}_4\text{Cl}$	13	$\text{NiSO}_4$
6	$\text{MnSO}_4$	14	$\text{CoCl}_2$
7	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	15	$\text{K}_2\text{SO}_3$
8	$\text{Na}_3\text{PO}_4$		

4. Не користуючись довідником, визначити стандартний тепловий ефект утворення складної речовини X з простих речовин за відомими тепловими ефектами процесів (перевірити коефіцієнти в рівнянні реакції), значення яких наведені у таблиці.

5.

№	Реакції	Теплові ефекти реакцій, $\Delta H^0_{\text{г}}$ , (кДж)	Речовина X
1	$\text{C}(\text{графіт}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$	-94,05	$\text{N}_2\text{O}$
	$\text{C}(\text{графіт}) + 2\text{N}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{N}_2(\text{г})$	-133,05	
2	$\text{PbO}(\text{к}) + \text{S}(\text{ромб.}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{т})$	-693,3	$\text{SO}_3$
	$\text{PbO}(\text{к}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{конц.}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р})$	-97,55	
	$\text{SO}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{конц.})$	-172,1	
3	$\text{ZnS}(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{г})$	-890	$\text{ZnSO}_4$
	$\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{г})$	-196,6	
	$\text{Zn}(\text{к}) + \text{S}(\text{к}) \rightarrow \text{ZnS}(\text{к})$	-205,4	
	$\text{ZnSO}_4(\text{к}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{к}) + \text{SO}_3(\text{г})$	+234,0	
4	$\text{Ti}(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{TiCl}_3(\text{к})$	-344,8	$\text{TiCl}_4$
	$\text{TiCl}_3(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{TiCl}_4(\text{р})$	+19,9	

5	$\text{Ca(к)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CaO(к)}$	-635,60	$\text{Ca(OH)}_2$
	$\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(п)}$	-285,84	
	$\text{CaO(к)} + \text{H}_2\text{O(п)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2(\text{к})$	-65,06	
6	$\text{S(ромб)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{г})$	-296,9	$\text{SO}_3$
	$\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{г})$	-99,2	
7	$\text{C(графіт)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO(г)}$	-110,5	$\text{CO}_2$
	$\text{CO(г)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$	-283,0	
8	$\text{Cl}_2(\text{г}) + \text{Sb(к)} \rightarrow \text{SbCl}_3(\text{к})$	-381,2	$\text{SbCl}_5$
	$\text{SbCl}_3(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SbCl}_5(\text{п})$	-55,8	
9	$\text{P(червоний)} + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{PCl}_3(\text{г})$	-287,02	$\text{PCl}_5$
	$\text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{PCl}_5(\text{г})$	-88,98	
10	$\text{Cu(к)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CuO(к)}$	-155,2	$\text{CuSO}_4$
	$\text{SO}_3(\text{г}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	+196,6	
	$\text{S(ромб.)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{г})$	-296,9	
	$\text{CuSO}_4(\text{к}) \rightarrow \text{CuO(к)} + \text{SO}_3(\text{г})$	+77,82	
11	$\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(п)}$	-285,84	$\text{CaH}_2$
	$\text{CaH}_2(\text{к}) + \text{O(г)} \rightarrow \text{CaO(к)} + \text{H}_2\text{O(п)}$	-744,6	
	$\text{CaO(к)} \rightarrow \text{Ca(к)} + \text{O}_2(\text{г})$	+635,60	
	$\text{CaO(к)} + \text{H}_2\text{O(п)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2(\text{к})$	-65,06	
12	$\text{SnO(к)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Sn(к)} + \text{CO(г)}$	+84,0	$\text{SnO}$
	$\text{CO(г)} \rightarrow \text{C(графіт)} + \text{O}_2(\text{г})$	+110,5	
13	$\text{NH}_3(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O(п)}$	-1528	$\text{NH}_3$
	$\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(п)}$	-286	
14	$\text{FeO(к)} + \text{CO(г)} \rightarrow \text{Fe(к)} + \text{CO}_2(\text{г})$	-13,19	$\text{FeO}$
	$\text{CO(г)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$	-283,0	
15	$\text{FeO(к)} + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Fe(к)} + \text{H}_2\text{O(г)}$	-28	$\text{FeO}$
	$\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(г)}$	-242	
16	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{CO(г)} \rightarrow \text{Fe(к)} + \text{CO}_2(\text{г})$	-26,8	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
	$\text{CO(г)} + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$	-283,0	

6. Визначити стандартний тепловий ефект утворення речовини X, користуючись теплотами згорання речовини X, значення яких за стандартних умов наведені у таблиці. (Умова: згорання відбувається з утворенням вищих оксидів - до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ).

№	Речовина X		Теплові ефекти реакцій згорання X, $\Delta H^0_{\text{згорання}}$ , (кДж)
	Формула	Назва	
1	$\text{CH}_4$	Метан	-890,95
2	$\text{C}_2\text{H}_6$	Етан	-1560,92
3	$\text{C}_3\text{H}_8$	Пропан	-2221,52
4	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Бутан	-2880,43
5	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Пентан	-3539,1
6	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Гексан	-4197,7
7	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Гептан	-4856,7
8	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Октан	-5515,7
9	$\text{C}_2\text{H}_4$	Етилен	-1411,91

10	$C_3H_6$	Пропен	-2059,86
11	$C_4H_8$	Бутен	-2720,42
12	$C_5H_{10}$	Пентен	-3377,9
13	$C_6H_{12}$	Гексен	-4037,3
14	$C_7H_{14}$	Гептен	-4696,3
15	$C_8H_{16}$	Октен	-5355,3
16	$C_9H_{18}$	Нонен	-6014,8
17	$C_{10}H_{20}$	Децен	-6673,8
18	$CH_3OH$	Метанол	-764,43
19	$C_2H_5OH$	Етанол	-1410,03
20	$C_3H_7OH$	Пропанол	-2064,93
21	$C_4H_9OH$	Бутанол	-2721,00
22	$C_5H_{11}OH$	Пентанол	-3377,70
23	$C_6H_{13}OH$	Гексанол	-4034,40
24	$C_7H_{15}OH$	Гептанол	-4691,73
25	$C_8H_{17}OH$	Октанол	-5349,06
26	$C_9H_{19}OH$	Нонанол	-6006,38
27	$C_{10}H_{21}OH$	Деканол	-6663,71
28	$CS_2$	Сірковуглець	-1076,00
29	$C_6H_5NO_2$	Нітробензол	-3093,00
30	$C_2H_2$	Ацетилен	-1300,00
31	$C_6H_6$	Бензен	-3270,00

7. Визначити тепловий ефект згорання (або окиснення) речовини X, якщо маса речовини дорівнює  $m$ .

№	Речовина X	Маса, $m, g$	Продукт згорання (окиснення)
1	Вуглець	25	CO
2	Вуглець	18	CO <sub>2</sub>
3	Водень	6	H <sub>2</sub> O (р)
4	Водень	6	H <sub>2</sub> O (г)
5	Сірка	26	SO <sub>2</sub>
6	Фосфор	15	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
7	Фосфор	10	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
8	Азот	1,4	NO
9	Залізо	30	FeO
10	Залізо	20	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
11	Цинк	45	ZnO
12	Мідь	22	CuO
13	Мідь	32	Cu <sub>2</sub> O
14	Бор	9	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
15	Свинець	5,0	PbO
16	Свинець	7,0	PbO <sub>2</sub>
17	Срібло	3,0	Ag <sub>2</sub> O
18	Арсен	2,5	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
19	Арсен	15	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

20	Алюміній	200	$\text{Al}_2\text{O}_3$
21	Барій	50	$\text{BaO}$
22	Кальцій	28	$\text{CaO}$
23	Бісмут	55	$\text{Bi}_2\text{O}_3$
24	Манган	16	$\text{MnO}$
25	Манган	8,0	$\text{MnO}_2$
26	Манган	70,0	$\text{Mn}_2\text{O}_3$
27	Манган	14,0	$\text{Mn}_3\text{O}_4$
28	Хром	56	$\text{Cr}_2\text{O}_3$
29	Хром	32	$\text{CrO}$
30	Хром	88	$\text{CrO}_3$
31	Олово	44	$\text{SnO}$
32	Олово	100	$\text{SnO}_2$
33	Свинець	150	$\text{Pb}_3\text{O}_4$

8. Користуючись табличними величинами, визначити кількість теплоти, яка буде виділятися або поглинатися у результаті перебігу реакції, знаючи, що маса одного з учасників реакції – речовини А – дорівнює 10 г.

№	Реакція	Речовина А
1	$\text{H}_2(\text{r}) + \text{CO}(\text{r}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{p})$	$\text{CH}_3\text{OH}$
2	$\text{C}(\text{графіт}) + 2\text{N}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{r}) + 2\text{N}_2(\text{r})$	$\text{CO}_2$
3	$\text{HCl}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{p}) + \text{Cl}_2(\text{r})$	$\text{H}_2\text{O}$
4	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{r}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{r}) + \text{HCl}(\text{r})$	$\text{NH}_4\text{Cl}$
5	$\text{N}_2(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$	$\text{NH}_3$
6	$\text{NO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$	$\text{NO}$
7	$\text{NO}_2(\text{r}) \rightarrow \text{NO}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$	$\text{NO}_2$
8	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{r}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{r})$	$\text{N}_2\text{O}_4$
9	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{к}) \rightarrow \text{MgO}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{MgO}$
10	$\text{CaCO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r})$	$\text{CaCO}_3$
11	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) \rightarrow \text{CaO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{CaO}$
12	$\text{S}(\text{ромб}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$	$\text{SO}_2$
13	$\text{S}(\text{ромб}) + \text{CO}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{r}) + \text{CO}(\text{r})$	$\text{CO}_2$
14	$\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{r})$	$\text{SO}_3$
15	$\text{SO}_2(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{r})$	$\text{SO}_2\text{Cl}_2$
16	$\text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{CH}_4$
17	$\text{CO}(\text{r}) + \text{SO}_2(\text{r}) \rightarrow \text{S}(\text{ромб}) + \text{CO}_2(\text{r})$	$\text{CO}$
18	$\text{CO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightarrow \text{COCl}_2(\text{r})$	$\text{COCl}_2$
19	$\text{CO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{H}_2$
20	$\text{CO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{H}_2$
21	$\text{CO}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p})$	$\text{CO}$
22	$\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}(\text{r}) \rightarrow \text{Fe}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r})$	$\text{Fe}$
23	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{к}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{к}) + \text{HCl}(\text{r})$	$\text{HCl}$
24	$\text{AgNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{Ag}(\text{к}) + \text{NO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$	$\text{Ag}$
25	$\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{r})$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
26	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{к}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{NO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
27	$\text{FeCO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{r}) + \text{CO}(\text{r})$	$\text{FeCO}_3$

28	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{к}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{SO}_3(\text{г})$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
29	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{к}) \rightarrow \text{PbO}(\text{к}) + \text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	$\text{PbO}$
30	$\text{NaNO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{NaNO}_2(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г})$	$\text{NaNO}_2$

9. Користуючись табличними даними, визначити стандартний тепловий ефект реакції, яка відбувається у водному розчині:

№	Реакція (закінчити рівняння хімічної реакції)
1	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
2	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
3	$\text{BaCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
4	$\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
5	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
6	$\text{Na}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
7	$\text{Na}_2\text{S} + \text{AlCl}_3 \rightarrow$
8	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц}) \rightarrow$
9	$\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$
10	$\text{Pb} + \text{HNO}_3 (\text{розб}) \rightarrow$
11	$\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{розб}) \rightarrow$
12	$\text{Cu} + \text{HNO}_3 (\text{конц}) \rightarrow$
13	$\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
14	$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
15	$\text{BaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
16	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
17	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
18	$\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
19	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
20	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow$
21	$\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
22	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$
23	$\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow$
24	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
25	$\text{FeCl}_3 + \text{LiOH} \rightarrow$
26	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{KOH} \rightarrow$
27	$\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow$
28	$\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4() \rightarrow$
29	$\text{AlCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
30	$\text{AgNO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
31	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
32	$\text{CrCl}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
33	$\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$

10. Користуючись табличними даними, визначити тепловий ефект процесу розчинення речовини X з утворенням розбавленого розчину, якщо маса речовини X становить  $m$ , г. Намалювати енергетичну діаграму процесу розчинення.



Речовина	№	Маса, (m, g)		№	Маса, (m, g)	
		1	2		1	2
HCl	1.	40		16	100	
AgNO <sub>3</sub>	2.	25		17	150	
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3.	33		18	300	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.	12		19	180	
LiNO <sub>3</sub>	5.	29		20	100	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6.	17		21	330	
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7.	25		22	275	
NaCl	8.	88		23	120	
HNO <sub>3</sub>	9.	30		24	110	
KJ	10.	35		25	98	
NaJ	11.	19,5		26	34	
KCl	12.	55		27	68	
NaOH	13.	44		28	130	
LiOH	14.	26		29	87	
KOH	15.	16		30	77	

11. Користуючись табличними даними, розрахувати тепловий ефект реакції взаємодії речовини X з водою, якщо маса речовини X становить  $m$ , г. Намалювати енергетичну діаграму процесу.

Речовина	№	Маса, (m, g)		№	Маса, (m, g)	
		1	2		1	2
PCl <sub>3</sub>	1.	40		1.	100	
CsH	2.	25		2.	150	
RbH	3.	33		3.	300	
KH	4.	12		4.	180	
LiH	5.	29		5.	1000	
PCl <sub>5</sub>	6.	17		6.	330	
NH <sub>3</sub>	7.	25		7.	275	
SiH <sub>4</sub>	8.	8,8		8.	120	
CaO	9.	30		9.	110	
NaH	10.	35		10.	98	
K <sub>2</sub> O	11.	19,5		11.	34	
BaO <sub>2</sub>	12.	55		12.	68	
SO <sub>2</sub>	13.	44		13.	130	
NO <sub>2</sub>	14.	26		14.	87	
PCl <sub>3</sub>	15.	40		15.	100	

10. Відомо тепловий ефект ( $Q_v$ ) реакції (перевірити коефіцієнти в рівнянні реакції), яка відбувається при 298 °K. Розрахувати стандартну ентальпію утворення речовини X.

№	РЕАКЦІЇ	$Q_v$ , кДж/моль	X
1	$\text{NH}_4\text{NO}_2(\text{т}) \rightarrow \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	310	$\text{NH}_4\text{NO}_2$

2	$C_2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(p)$	1296,25	$C_2H_2$
3	$CaC_2(t) + H_2O(p) \rightarrow Ca(OH)_2(t) + C_2H_2(g)$	452,5	$C_2H_2$
4	$FeO(t) + CO(g) \rightarrow Fe(t) + CO_2(g)$	13,19	CO
5	$CO(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	281,75	CO
6	$SO_3(g) + H_2O(p) \rightarrow H_2SO_4 \cdot 5H_2O(p)$	169,6	$H_2SO_4 \cdot 5H_2O$
7	$CaCO_3(t) \rightarrow CaO(t) + CO_2(g)$	-142,8	$CaCO_3$
8	$NO(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$	110,5	NO
9	$FeO(t) + H_2(g) \rightarrow Fe(t) + H_2O(g)$	-96,61	FeO
10	$Fe_3O_4(t) + CO(g) \rightarrow FeO(t) + CO_2(g)$	-35,44	$Fe_3O_4$
11	$CO_2(g) + C(t) \rightarrow CO(g)$	-170,1	CO
12	$PCl_5(p) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$	-87,5	$PCl_5$
13	$C_6H_6(p) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(p)$	3263,87	$C_6H_6$
14	$N_2O(g) + NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(p)$	882,73	$N_2O$
15	$CO(g) + Cl_2(g) \rightarrow COCl_2(g)$		$COCl_2$

11. Користуючись табличними даними визначити:

- ентальпію іонізації атома  $X \rightarrow X^+(g)$ ,
- спорідненість до електрона,  $X \rightarrow X^-(g)$ ,
- ентальпію утворення йону  $X \rightarrow X^-(p)$  або  $X \rightarrow X^+(p)$ ,
- ентальпію дисоціації молекули  $X_n \rightarrow nX$ ,
- ентальпію переведення  $X_n$  в розчин.

№	X, атом	$X^-(g)$ йон	$X^+(g)$ йон	$X^-(p), X^+(p)$ гідратований йон	$X_n$ молекула	Розчинення
1	Br	$Br^-$	$Br^+$	$Br^-$	$Br_2$	$Br_2 \rightarrow$ розчин
2	H	$H^-$	$H^+$	$H^+$	$H_2$	-
3	Cl	$Cl^-$	$Cl^+$	$Cl^-$	$Cl_2$	$Cl_2 \rightarrow$ розчин
4	F	$F^-$	$F^+$	$F^-$	$F_2$	$F_2 \rightarrow$ розчин
5	I	$I^-$	$I^+$	$I^-$	$I_2$	$I_2(рід.) \rightarrow$ розчин
6	N	$N^-$	$N^+$	$N_3^-$	$N_2$	$N_2 \rightarrow$ розчин
7	O	$O^-$	$O_2^+, O^+$	----	$O_2$	$O_2 \rightarrow$ розчин
8	S		$S^+$	$S_2^{2-}; S_5^{2-}$	$S(2); S(6)$	$S(t) \rightarrow S^{2-}$ (розчин)

12. Розрахувати ентальпії гідратоутворення для речовини X, кристалогідрат якої містить n моль  $H_2O$ , якщо відомо:

- тепловий ефект розчинення безводної речовини X,
- тепловий ефект розчинення кристалогідратів  $X \cdot nH_2O$  при  $18^\circ C$  з утворенням розбавленого розчину.

№	Речовина X	Тепловий ефект розчинення речовини $X \cdot nH_2O$ , де n =							
		0	1	2	4	5	6	7	10
1	$Na_2CO_3$	-24,6	-10,5	--	--	--	--	43,9	66,6
2	$CuSO_4$	-66,6	-39,0	--	--	11,7	--	--	--
3	$ZnSO_4$	-77,6	-4,18	--	--	--	3,51	17,9	--
4	$CoCl_2$	-77,2	--	--	--	--	11,9	--	--
5	$Na_2SO_4$	-2,9	--	--	--	--	--	--	78,7

6	MgSO <sub>4</sub>	-85	--	--	-17,7	--	0,42	16,1	--
7	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	-11,2	--	--	--	--	--	77,0	--
8	CaCl <sub>2</sub>	-74,8	--	--	--	--	19,1	--	--
9	HgSO <sub>4</sub>	-85,0	-55,65	-46,23	--	--	--	--	--
10	BaCl <sub>2</sub>	-8,66	-6,5	18,5	--	--	--	--	--
11	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-23,7	--	1,6	--	--	--	48,6	--

13. Користуючись даними таблиці, визначити тепловий ефект реакції  $A + B \rightarrow$ , яка відбувається при температурі  $t^{\circ}\text{C}$ ; маса речовини А дорівнює  $X$ , г:

№	A	B	$t, ^{\circ}\text{C}$	$m(A) = X, \text{г}$
1	NaOH(p)	CH <sub>3</sub> COOH(p)	450	20
2	BaCl <sub>2</sub> (p)	HCl(p)	750	32
3	Cu(т)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	150	2
4	Cu (т)	HCl (p) + O <sub>2</sub> (г)	340	6
5	Ag (т)	H <sub>2</sub> S(г)	500	0,5
6	CuSO <sub>4</sub> (p)	Fe(т)	300	35
7	Zn (т)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	600	15
8	FeCO <sub>3</sub> (т)	H <sub>2</sub> O(p) + O <sub>2</sub> (г)	900	67
9	MnO <sub>2</sub> (т)	HCl(конц.)	270	83
10	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (т)	CO(г)	400	55
11	NH <sub>3</sub> (г)	NO <sub>2</sub> (г)	650	10
12	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (т)	H <sub>2</sub> (г)	200	62
13	NH <sub>4</sub> OH(p)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p)	270	48
14	Ca(OH) <sub>2</sub> (т)	CO <sub>2</sub> (p)	375	43
15	CaCO <sub>3</sub> (т)	FeSO <sub>4</sub> (p)	425	99

14. Користуючись даними таблиці

- ✓ знайти атомну теплоту утворення речовин А і В;
- ✓ побудувати відповідну ентальпійну діаграму;
- ✓ визначити середню енергію зв'язків в речовині А.

№	A	B
1	NaCl	CaCO <sub>3</sub>
2	CaO	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
3	H <sub>2</sub> O	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
4	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
5	SiO <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>
6	K <sub>2</sub> O	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
8	Ag <sub>2</sub> S	Al(OH) <sub>3</sub>
9	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
10	HCl	Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
11	BaCl <sub>2</sub>	NiSO <sub>4</sub>
12	NH <sub>3</sub>	Zn(OH) <sub>3</sub>
13	CS <sub>2</sub>	PbSO <sub>4</sub>
14	NO <sub>2</sub>	Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
15	PCl <sub>5</sub>	Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>

#### IV. ДРУГИЙ І ТРЕТІЙ ЗАКОНИ ТЕРМОДИНАМІКИ

##### 1. ЗАДАЧІ

1. Визначити можливість довільного перебігу та максимальну роботу хімічної реакції, що відбувається при 298 K (розставити коефіцієнти в рівнянні реакції):

№	Реакції
1	$\text{CO}(r) + \text{H}_2\text{O}(r) \rightarrow \text{CO}_2(r) + \text{H}_2\text{O}(p)$
2	$\text{Fe}_2\text{O}_3(r) + \text{Al}(r) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(r) + \text{Fe}(r)$
3	$\text{NaCl}(к) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.р.}) \rightarrow \text{HCl}(r) + \text{Na}_2\text{SO}_4(p)$
4	$\text{C}(r) + \text{H}_2(r) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(r)$
5	$\text{H}_2(r) + \text{N}_2(r) \rightarrow \text{NH}_3(r)$
6	$\text{H}_2(r) + \text{O}_2(r) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(p)$
7	$\text{Al}_2\text{O}_3(r) + \text{SO}_3(r) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(r)$
8	$\text{P}_2\text{O}_5(r) + \text{CaO}(r) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(r)$
9	$\text{NH}_3(r) + \text{O}_2(r) \rightarrow \text{N}_2(r) + \text{H}_2\text{O}(p)$
10	$\text{CO}(r) + \text{H}_2(r) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(p)$
11	$\text{CH}_4(r) + \text{H}_2\text{O}(r) \rightarrow \text{CO}(r) + \text{H}_2(r)$
12	$\text{H}_2\text{O}(p) + \text{CO}_2(r) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(p)$
13	$\text{NH}_3(r) + \text{O}_2(r) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(r) + \text{H}_2\text{O}(p)$
14	$\text{NO}_2(r) + \text{H}_2\text{O}(p) \rightarrow \text{HNO}_3(p) + \text{HNO}_2(p)$
15	$\text{HNO}_2(p) \rightarrow \text{HNO}_3(p) + \text{NO}(r) + \text{H}_2\text{O}(p)$
16	$\text{H}_2\text{O}(r) + \text{Fe}(r) \rightarrow \text{FeO}(r) + \text{H}_2(r)$
17	$\text{CaC}_2(r) + \text{H}_2\text{O}(p) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(r) + \text{Ca}(\text{OH})_2(r)$
18	$\text{Pb}(r) + \text{AgCl}(r) \rightarrow \text{Ag}(r) + \text{PbCl}_2(r)$

2. Розмістити оксиди металів та неметалів А, В, С у порядку зростання їх стійкості, користуючись табличними даними:

№	Речовина		
	А	В	С
1	MnO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CaO
2	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
3	Ag <sub>2</sub> O	HgO	H <sub>2</sub> O
4	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO
5	Na <sub>2</sub> O	CaO	PbO
6	PbO	CO	CuO
7	Cu <sub>2</sub> O	SnO <sub>2</sub>	HgO
8	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	BaO
9	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	MgO
10	K <sub>2</sub> O	HgO	ZnO
11	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
12	SiO <sub>2</sub>	MgO	ZrO <sub>2</sub>
13	CuO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO
14	WO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
15	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO

3. Визначити зміну ентропії при нагріванні речовини  $X$  масою 100 г від  $T_1$  до  $T_2$  за умов сталого тиску,  $p = 101,3 \text{ КПа}$ .

№	Речовина	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	Температура фазового переходу, $^\circ\text{C}$	Теплота фазового переходу, кДж/моль	Теплоємність, Дж/(К·моль)	
						Конденсована фаза	Газоподібна фаза
1	H <sub>2</sub> O	25	150	100	41	75,35	33,60
2	Hg	200	500	357	59,22	27,84	20,80
3	Br <sub>2</sub>	20	90	59,2	29,5	75,69	36,0
4	CS <sub>2</sub>	18	85	46,24	26,78	75,73	45,68
5	HNO <sub>3</sub>	40	100	82,6	39,2	109,95	58,5
6	J <sub>2</sub>	20	140	113,5	41,8	56,0(т)	36,9
7	NH <sub>3</sub>	-70	25	-33,35	23,35	80,7	35,65
8	SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	10	100	69,50	28,0	131,8	77,45
9	NaOH	21	322	322	6,82	61,1(т)	--
10	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100	850	884	2416	127,2(т)	--
11	TiCl <sub>4</sub>	110	160	409	56,5	157,0	95,7
12	TiCl <sub>3</sub>	100	600	431	101	53,6 (т)	36,24
13	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	20	100	80,1	31,20	135,77	81,67
14	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	10	100	49,3	27,2	126,76	82,93
15	CCl <sub>4</sub>	25	150	76,7	30,0	85,5	44,14

4. Визначити температуру фазового переходу речовини  $X$ :

№	Речовина	Фазові переходи
1	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	рідина → тверда речовина
2	Fe(CO) <sub>5</sub>	рідина → газ
3	HBO <sub>3</sub>	куб. кристалічна решітка → монокл. крист. реш.
4	HClO <sub>4</sub>	рідина → газ
5	NH <sub>3</sub>	рідина → газ
6	HNO <sub>3</sub>	рідина → газ
7	Mn	β-куб. крист. реш. → α-куб. крист. реш.
8	Na	тверда речовина → рідина
9	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	тригон. крист. реш. → ромбічна крист. реш.
10	PbO	ромб. крист. реш. → тетр. крист. реш.
11	Sn	біле олово → сіре олово
12	Se	аморфний → червоний (монокл. крист. реш.)
13	SiO <sub>2</sub>	коесит → стішовіт → кварц
14	UO <sub>3</sub>	ромб. крист. реш. → монокл. крист. реш.
15	ZnS	гексагональна крист. реш. → куб. крист. реш. → газ
16	As	сірий → жовтий
17	BCl <sub>3</sub>	рідина → газ
18	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	крист. → аморфний
19	H <sub>2</sub> O	пар → лід → рідина
20	C	графіт → алмаз
21	CO <sub>2</sub>	газ → тверда речовина
22	CS <sub>2</sub>	рідина → газ

23	$\text{Cl}_2\text{O}_7$	рідина $\rightarrow$ газ
24	$\text{CrO}_3$	газ $\rightarrow$ кристалічна речовина

5. Користуючись наведеними в таблиці даними, для окисно-відновного процесу розрахувати:

- тепловий ефект реакції,
- енергію Гіббса реакції,
- визначити окисник та відновник.

№	РЕАКЦІЯ	Напівреакція окиснення	$\Delta H$ процесу, кДж/моль
1	$\text{Li}(т) + \text{Na}^+(г) \rightarrow \text{Li}^+(г) + \text{Na}(т)$	$\text{Li}(т) \rightarrow \text{Li}^+(г) + \bar{e}$	526
		$\text{Na}(т) \rightarrow \text{Na}^+(г) + \bar{e}$	503
2	$\text{Zn}(т) + \text{Cu}^{2+}(р) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(р) + \text{Cu}(г)$	$\text{Cu}(г) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(р) + 2\bar{e}$	66
		$\text{Zn}(т) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(р) + 2\bar{e}$	-154
3	$\text{Li}(т) + \text{Ca}^+(г) \rightarrow \text{Li}^+(г) + \text{Ca}(т)$	$\text{Li}(т) \rightarrow \text{Li}^+(г) + \bar{e}$	599
		$\text{Ca}(т) \rightarrow \text{Ca}^+(г) + \bar{e}$	526
4	$\text{Na}(т) + \text{Pb}^+(г) \rightarrow \text{Na}^+(г) + \text{Pb}(т)$	$\text{Na}(т) \rightarrow \text{Na}^+(г) + \bar{e}$	503
		$\text{Pb}(т) \rightarrow \text{Pb}^+(г) + \bar{e}$	722
5	$\text{Ag}(т) + \text{Ni}^{2+}(р) \rightarrow \text{Ag}^+(р) + \text{Ni}(т)$	$\text{Ag}(т) \rightarrow \text{Ag}^+(р) + \bar{e}$	-54
		$\text{Ni}(т) \rightarrow \text{Ni}^{2+}(р) + 2\bar{e}$	-106
6	$\text{K}(т) + \text{Mg}^+(г) \rightarrow \text{K}^+(г) + \text{Mg}(т)$	$\text{K}(т) \rightarrow \text{K}^+(г) + \bar{e}$	425
		$\text{Mg}(т) \rightarrow \text{Mg}^+(г) + \bar{e}$	744
7	$\text{Cd}(т) + \text{Hg}_2^{2+}(т) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(р) + \text{Hg}(т)$	$\text{Cd}(т) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(р) + 2\bar{e}$	-76
		$\text{Hg}(т) \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}(т) + 2\bar{e}$	172

6. Користуючись довідником розрахувати зміну енергії Гіббса реакції при температурі  $T, ^\circ\text{K}$  за умови, що:

- ✓  $\Delta H_r$  не змінюється при нагріванні;
- ✓  $\Delta H_r$  не змінюється при нагріванні.

№	РЕАКЦІЯ	$T, ^\circ\text{C}$
1	$\text{CO}(г) + \text{H}_2\text{O}(г) \rightarrow \text{CO}_2(г) + \text{H}_2\text{O}(р)$	450
2	$\text{Fe}_2\text{O}_3(т) + \text{Al}(т) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(т) + \text{Fe}(т)$	750
3	$\text{NaCl}(к) + \text{H}_2\text{SO}_4(к.р.) \rightarrow \text{HCl}(г) + \text{Na}_2\text{SO}_4(р)$	150
4	$\text{C}(т) + \text{H}_2(г) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(г)$	340
5	$\text{H}_2(г) + \text{N}_2(г) \rightarrow \text{NH}_3(г)$	500
6	$\text{H}_2(г) + \text{O}_2(г) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(р)$	300
7	$\text{Al}_2\text{O}_3(т) + \text{SO}_3(г) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(т)$	600
8	$\text{P}_2\text{O}_5(г) + \text{CaO}(т) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(т)$	900
9	$\text{NH}_3(г) + \text{O}_2(г) \rightarrow \text{N}_2(г) + \text{H}_2\text{O}(р)$	270
10	$\text{CO}(г) + \text{H}_2(г) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(р)$	400
11	$\text{CH}_4(г) + \text{H}_2\text{O}(г) \rightarrow \text{CO}(г) + \text{H}_2(г)$	650
12	$\text{H}_2\text{O}(р) + \text{CO}_2(г) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(р)$	200
13	$\text{NH}_3(г) + \text{O}_2(г) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(г) + \text{H}_2\text{O}(р)$	270
14	$\text{NO}_2(г) + \text{H}_2\text{O}(р) \rightarrow \text{HNO}_3(р) + \text{HNO}_2(р)$	375
15	$\text{HNO}_2(р) \rightarrow \text{HNO}_3(р) + \text{NO}(г) + \text{H}_2\text{O}(р)$	425

16	$\text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{Fe}(\text{r}) \rightarrow \text{FeO}(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$	877
17	$\text{CaC}_2(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{p}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{r}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{r})$	790
18	$\text{Pb}(\text{r}) + \text{AgCl}(\text{r}) \rightarrow \text{Ag}(\text{r}) + \text{PbCl}_2(\text{r})$	700

7. Визначити можливість утворення солей А, В, С при взаємодії відповідних металів з кислотою X:

№	A	B	C	X
1	FeCl <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub>	HCl
2	CuCl	CuCl <sub>2</sub>	AgCl	HCl
3	NiCl <sub>2</sub>	NiCl <sub>3</sub>	CrCl <sub>3</sub>	HCl
4	PbCl <sub>2</sub>	PbCl <sub>4</sub>	ZnCl <sub>2</sub>	HCl
5	SnCl <sub>2</sub>	SnCl <sub>4</sub>	CuCl	HCl
6	CoCl <sub>2</sub>	CoCl <sub>3</sub>	CrCl <sub>2</sub>	HCl
7	FeSO <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
8	Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	Ag <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
9	NiSO <sub>4</sub>	Ni <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
10	CoSO <sub>4</sub>	Co <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
11	PbSO <sub>4</sub>	Pb(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
12	SnSO <sub>4</sub>	Sn(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	PbSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
13	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>
14	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>
15	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>

8. Розмістити оксиди у порядку збільшення їх стійкості; написати рівняння реакції відновлення оксидів металів А, В, С вуглецем, карбон(II) оксидом і воднем та визначити:

- за участю якого відновника процес є термодинамічно більш можливим;
- при якій температурі термодинамічно неможливий процес стане вірогідним:

№	A	B	C	T, °C
1	Ag <sub>2</sub> O	PbO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400
2	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	660
3	FeO	HgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1000
4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ag <sub>2</sub> O	FeO	800
5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	FeO	800
6	CuO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500
7	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Cu <sub>2</sub> O	700
8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	900
9	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	2000
10	MgO	SiO <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1200
11	MnO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1800
12	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	HgO	500
13	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO <sub>2</sub>	CuO	900
14	CaO	PbO	Cu <sub>2</sub> O	1350
15	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1000

9. Довести довільний характер процесу розчинення у воді речовини А з йонною кристалічною ґраткою, якщо до певного об'єму води  $V$ , мл додати наважку речовини А –  $X(z)$ :

№	Об'єм води, $V$ , мл	Маса речовини А, $X$ , г	Речовина А
1	500	20	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
2	300	31	$\text{CuSO}_4$
3	450	19	$\text{ZnSO}_4$
4	330	33	$\text{CoCl}_2$
5	600	41	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
6	470	27	$\text{MgSO}_4$
7	360	51	$\text{Na}_2\text{SO}_3$
8	285	74	$\text{CaCl}_2$
9	410	28	$\text{HgSO}_4$
10	525	44	$\text{BaCl}_2$
11	325	63	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$

## V. ТЕРМОДИНАМІКА ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ

### 1. ЗАДАЧІ

1. Між компонентами заданої рівноважної системи (табл.) відбувається хімічна реакція. Визначити:

- ✓ напрям довільної хімічної реакції та написати відповідне рівняння реакції;
- ✓ напрямом зміни стану рівноваги цієї системи при зміні тиску, температури та концентрації речовин – учасників реакції.
- ✓ Написати вираз константи рівноваги реакції.

№	Компоненти рівноважної системи	
	1	2
1	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}), \text{Fe}(\text{т}), \text{H}_2(\text{г}), \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	$\text{CO}(\text{г}), \text{H}_2\text{O}(\text{г}), \text{CO}_2(\text{г}), \text{H}_2(\text{г})$
2	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{т}), \text{FeS}(\text{т}), \text{S}_2(\text{г}), \text{O}_2(\text{г})$	$\text{CO}_2(\text{г}), \text{CO}(\text{г}), \text{O}_2(\text{г})$
3	$\text{CO}_2(\text{г}), \text{CaCO}_3(\text{т}), \text{CaO}(\text{т})$	$\text{H}_2(\text{г}), \text{N}_2(\text{г}), \text{NH}_3(\text{г})$
4	$\text{H}_2\text{O}(\text{т}), \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	$\text{H}_2(\text{г}), \text{Cl}_2(\text{г}), \text{HCl}(\text{г})$
5	$\text{Mg}(\text{т}), \text{Mg}_3\text{N}_2(\text{т}), \text{N}_2(\text{г})$	$\text{NO}(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{NO}_2(\text{г})$
6	$\text{CuO}(\text{т}), \text{CO}(\text{г}), \text{CO}_2(\text{г}), \text{Cu}(\text{т})$	$\text{H}_2(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
7	$\text{C}(\text{т}), \text{CH}_4(\text{г}), \text{H}_2(\text{г})$	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{N}_2\text{O}_5(\text{г})$
8	$\text{ZnS}(\text{т}), \text{ZnO}(\text{т}), \text{SO}_2(\text{г}), \text{O}_2(\text{г})$	$\text{SO}_2(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{SO}_3(\text{г})$
9	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}), \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{т}), \text{O}_2(\text{г})$	$\text{SO}_2(\text{г}), \text{CO}(\text{г}), \text{SO}_3(\text{г}), \text{CO}(\text{г})$
10	$\text{FeS}(\text{т}), \text{CuSO}_4(\text{т}), \text{CuO}(\text{т}), \text{FeO}(\text{т}), \text{SO}_2(\text{г})$	$\text{CO}(\text{г}), \text{Cl}_2(\text{г}), \text{COCl}_2(\text{г})$
11	$\text{MgCl}_2(\text{т}), \text{MgO}(\text{т}), \text{O}_2(\text{г}), \text{Cl}_2(\text{г})$	$\text{N}_2(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{NO}(\text{г})$
12	$\text{Fe}_3\text{C}(\text{т}), \text{CO}(\text{г}), \text{CO}_2(\text{г}), \text{Fe}(\text{т})$	$\text{Cl}_2(\text{г}), \text{HCl}(\text{г}), \text{O}_2(\text{г}), \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
13	$\text{Fe}_3\text{C}(\text{т}), \text{Fe}(\text{т}), \text{O}_2(\text{г}), \text{CO}(\text{г})$	$\text{CH}_4(\text{г}), \text{CO}_2(\text{г}), \text{H}_2\text{O}(\text{г}), \text{O}_2(\text{г})$
14	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}), \text{Fe}(\text{п}), \text{H}_2\text{O}(\text{г}), \text{H}_2(\text{г})$	$\text{CH}_4(\text{г}), \text{CS}_2(\text{г}), \text{H}_2(\text{г}), \text{H}_2\text{S}(\text{г})$
15	$\text{Fe}_3\text{C}(\text{т}), \text{Fe}(\text{т}), \text{H}_2(\text{г}), \text{CH}_4(\text{г})$	$\text{CO}(\text{г}), \text{H}_2(\text{г}), \text{CH}_4(\text{г}), \text{CO}_2(\text{г})$



16	Fe(т), Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (т), CO(г), CO <sub>2</sub> (г)	NH <sub>3</sub> (г), HCl(г), N <sub>2</sub> (г), H <sub>2</sub> O(г)
17	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> (т), NH <sub>3</sub> (г), CO <sub>2</sub> (г), H <sub>2</sub> O(г)	NF <sub>3</sub> (г), H <sub>2</sub> (г), HF(г), N <sub>2</sub> (г)

2. Для кінетично оборотного хімічного процесу визначити значення вільної енергії Гіббса та константи хімічної рівноваги при 25 °С.

№	Хімічна реакція
1	CrCl <sub>3</sub> (т) + O <sub>2</sub> (г) → Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (т) + Cl <sub>2</sub> (г)
2	Mg(OH) <sub>2</sub> (т) + CO <sub>2</sub> (г) → MgCO <sub>3</sub> (т) + H <sub>2</sub> O(г)
3	H <sub>2</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → H <sub>2</sub> O(г)
4	NH <sub>3</sub> (г) + HCl(г) → NH <sub>4</sub> Cl(т)
5	H <sub>2</sub> O(г) + C(т) → CO(г) + H <sub>2</sub> (г)
6	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (т) → N <sub>2</sub> O(г) + H <sub>2</sub> O(г)
7	CO(г) + H <sub>2</sub> O(г) → CO <sub>2</sub> (г) + H <sub>2</sub> (г)
8	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г)
9	SO <sub>2</sub> (г) + CO <sub>2</sub> (г) → SO <sub>2</sub> (г) + CO(г)
10	CoO(т) + CO(г) → Co(т) + CO <sub>2</sub> (г)
11	FeO(т) + H <sub>2</sub> (г) → Fe(т) + H <sub>2</sub> O(г)
12	SO <sub>2</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → SO <sub>3</sub> (г)
13	COCl <sub>2</sub> (г) → CO(г) + Cl <sub>2</sub> (г)
14	HCl(г) + O <sub>2</sub> (г) → H <sub>2</sub> O(г) + Cl <sub>2</sub> (г)

3. Визначити у скільки разів відрізняються значення констант рівноваги  $K_c$  і  $K_p$  при 298 K для реакцій:

№	Хімічна реакція
1	CrCl <sub>3</sub> (т) + O <sub>2</sub> (г) → Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (т) + Cl <sub>2</sub> (г)
2	Mg(OH) <sub>2</sub> (т) + CO <sub>2</sub> (г) → MgCO <sub>3</sub> (т) + H <sub>2</sub> O(г)
3	H <sub>2</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → H <sub>2</sub> O(г)
4	NH <sub>3</sub> (г) + HCl(г) → NH <sub>4</sub> Cl(т)
5	H <sub>2</sub> O(г) + C(т) → CO(г) + H <sub>2</sub> (г)
6	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (т) → N <sub>2</sub> O(г) + H <sub>2</sub> O(г)
7	CO(г) + H <sub>2</sub> O(г) → CO <sub>2</sub> (г) + H <sub>2</sub> (г)
8	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г)
9	SO <sub>2</sub> (г) + CO <sub>2</sub> (г) → SO <sub>2</sub> (г) + CO(г)
10	CoO(т) + CO(г) → Co(т) + CO <sub>2</sub> (г)
11	FeO(т) + H <sub>2</sub> (г) → Fe(т) + H <sub>2</sub> O(г)
12	SO <sub>2</sub> (г) + O <sub>2</sub> (г) → SO <sub>3</sub> (г)
13	COCl <sub>2</sub> (г) → CO(г) + Cl <sub>2</sub> (г)
14	HCl(г) + O <sub>2</sub> (г) → H <sub>2</sub> O(г) + Cl <sub>2</sub> (г)

4. Визначити початкову концентрацію речовин А або В, якщо відома константа рівноваги  $K_p$  хімічної реакції  $A + B \rightleftharpoons C + \dots$ , рівноважна суміш якої (при певній температурі) містить задані концентрації речовин С, або А, або В (табл.).

№	T, °C	Константа рівноваги, K <sub>p</sub>	Склад рвноважної суміші речовин		
			C(A), моль/л	C(B), моль/л	C(C), моль/л
1	--	2,5 моль <sup>-1</sup> ·л	C(NO <sub>г</sub> ) = 0,04	C(O <sub>2,г</sub> ) = ?	C(NO <sub>2,г</sub> ) = 0,05
2	--	2,5 моль <sup>-1</sup> ·л	C(NO <sub>г</sub> ) = ?	C(O <sub>2,г</sub> ) = 0,04	C(NO <sub>2,г</sub> ) = 0,07
3	445	50	C(H <sub>2,г</sub> ) = 0,22	C(J <sub>2,г</sub> ) = ?	C(NO <sub>2,г</sub> ) = 0,33
4	445	50	C(H <sub>2,г</sub> ) = ?	C(J <sub>2,г</sub> ) = 0,12	C(NO <sub>2,г</sub> ) = 0,73
5	--	32 л <sup>2</sup> /моль <sup>-1</sup>	C(H <sub>2,г</sub> ) = 1,00	C(N <sub>2,г</sub> ) = ?	C(NH <sub>3,г</sub> ) = 8
6	--	32 л <sup>2</sup> /моль <sup>-1</sup>	C(H <sub>2,г</sub> ) = ?	C(N <sub>2,г</sub> ) = 3,0	C(NH <sub>3,г</sub> ) = 4,0
7	850	1 моль <sup>-1</sup> ·л	C(CO <sub>2,г</sub> ) = 2	C(H <sub>2,г</sub> ) = ?	C(CO,г) = 6,0
8	850	1 моль <sup>-1</sup> ·л	C(CO <sub>2,г</sub> ) = ?	C(H <sub>2,г</sub> ) = 0,06	C(CO,г) = 1,0
9	--	5,12	C(H <sub>2,г</sub> ) = 0,5	C(Br <sub>2,г</sub> ) = ?	C(HBr,г) = 1,6
10	--	5,12	C(H <sub>2,г</sub> ) = ?	C(Br <sub>2,г</sub> ) = 0,01	C(HBr,г) = 1,0

5. Визначити склад рвноважної суміші та константу рівноваги реакції за умови, що:

- ✓ початкові об'єми вихідних речовин в реакції  $A + B \rightleftharpoons C + \dots$  дорівнюють A та B;
- ✓ після встановлення рвноваги утворилась певна кількість продукту C.

№	Вміст продукту в рвноважній суміші	Хімічна реакція	Початковий склад суміші	
			A	B
1	V(HCl(г)) = 0,45	$H_2(г) + Cl_2(г) \rightleftharpoons 2HCl(г)$	V(H <sub>2(г)</sub> ) = 2	V(Cl <sub>2(г)</sub> ) = 3
2	V(CO <sub>2(г)</sub> ) = 0,833	$CO_2(г) + H_2(г) \rightleftharpoons CO(г) + H_2O(л)$	V(CO <sub>2(г)</sub> ) = 1	V(H <sub>2(г)</sub> ) = 5
3	m(HI(г)) – 0,7г в 0,2 л	$H_2 + J_2 \rightleftharpoons 2HI$	m(H <sub>2(г)</sub> ) – 0,3г в 0,2 л	m(J <sub>2(г)</sub> ) – 0,8г в 0,2 л
4	v(A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> ) = 1,6 моль	$5A + 3B \rightleftharpoons A_5B_3$	v(A) = 3 моль	v(B) = 4 моль
5	C(HI(г)) – 0,7 моль/л	$H_2 + J_2 \rightleftharpoons 2HI$	C(H <sub>2(г)</sub> ) – 0,6 моль/л	C(J <sub>2(г)</sub> ) – 1,6 моль/л
6	C(HI(г)) – 1,56 моль/л	$H_2 + J_2 \rightleftharpoons 2HI$	C(H <sub>2(г)</sub> ) – 1,0 моль/л	C(J <sub>2(г)</sub> ) – 1,0 моль/л

6. Визначити значення константи рвноваги реакції термічної дисоціації речовини A при певних температурі та тиску, що відбувається за рівнянням  $A \rightleftharpoons B + C$  і характеризується ступенем дисоціації  $\alpha$ .

№	$\alpha$ (A), %	Хімічна реакція	Температура T, K	Тиск P, н/м <sup>2</sup>
1	22	$2HI \rightleftharpoons H_2 + J_2$	--	$101,3 \cdot 10^3$
2	7,83	$H_2 \rightleftharpoons 2H$	3500	$101,3 \cdot 10^3$
3	5,55	$H_2 \rightleftharpoons 2H$	3500	$202,6 \cdot 10^3$

4	3,5	$H_2 \rightleftharpoons 2H$	3500	$506,5 \cdot 10^3$
5	2,48	$H_2 \rightleftharpoons 2H$	3500	$101,3 \cdot 10^4$
6	0,786	$H_2 \rightleftharpoons 2H$	3500	$101,3 \cdot 10^7$
7	63	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO$	323	$0,348 \cdot 10^5$
8	50	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO$	323	$0,68 \cdot 10^5$
9	6%	$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$	600	$101,3 \cdot 10^3$

7. Визначити константу рівноваги реакції та початкові концентрації вихідних речовин, якщо рівноважна суміш газів, що утворюється в результаті перебігу цієї реакції згідно рівняння  $A + B \rightleftharpoons C + \dots$  має заданий у таблиці кількісний склад.

№	Склад рівноважної суміші			Хімічна реакція
	A	B	C	
1	0,035 моль/л	0,015 моль/л	0,065 моль/л	$SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$
2	11г у 8,5л	36г у 8,5л	41,6г у 8,5л	$CO_{(r)} + Cl_{2(r)} \rightleftharpoons COCl_{2(r)}$
3	0,04 моль/л	0,625 моль/л	0,05 моль/л	$NO_{(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons NO_{2(r)}$
4	1,2г у 1л	3,92г у 1л	3,22 г у 1л	$NO_{(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons NO_{2(r)}$
5	0,5 моль/л	0,1 моль/л	1,6 моль/л	$H_{2(r)} + Br_{2(r)} \rightleftharpoons 2HBr_{(r)}$
6	0,8 моль/л	0,05 моль/л	2 моль/л	$H_{2(r)} + J_{2(r)} \rightleftharpoons 2HJ_{(r)}$
7	0,66 моль	0,3 моль	0,198 моль	$H_{2(r)} + Cl_{2(r)} \rightleftharpoons 2HCl_{(r)}$
8	0,2 моль	0,3 моль	0,96 моль	$CO_{(r)} + Cl_{2(r)} \rightleftharpoons COCl_{2(r)}$
9	0,2784г у 1л	0,48г в 1л	2,4г у 1л	$SO_{2(r)} + O_{2(r)} \rightleftharpoons SO_{3(r)}$
10	4,5г у 1л	7,1г у 1л	16,425г у 1л	$H_{2(r)} + Cl_{2(r)} \rightleftharpoons 2HCl_{(r)}$

8. Визначити стандартну роботу та константу рівноваги хімічної реакції при нестандартній температурі –  $T, ^\circ K$ , якщо вважати, що теплоємності учасників реакції не змінюються.

№	Хімічна реакція
1	$CrCl_3(r) + O_2(r) \rightarrow Cr_2O_3(r) + Cl_2(r)$
2	$Mg(OH)_2(r) + CO_2(r) \rightarrow MgCO_3(r) + H_2O(r)$
3	$H_2(r) + O_2(r) \rightarrow H_2O(r)$
4	$NH_3(r) + HCl(r) \rightarrow NH_4Cl(r)$
5	$H_2O(r) + C(r) \rightarrow CO(r) + H_2(r)$
6	$NH_4NO_3(r) \rightarrow N_2O(r) + H_2O(r)$
7	$CO(r) + H_2O(r) \rightarrow CO_2(r) + H_2(r)$
8	$N_2O_4(r) + O_2(r) \rightarrow N_2O_5(r)$
9	$SO_2(r) + CO_2(r) \rightarrow SO_2(r) + CO(r)$

10	$\text{CoO}(\text{r}) + \text{CO}(\text{r}) \rightarrow \text{Co}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{r})$
11	$\text{FeO}(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r}) \rightarrow \text{Fe}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$
12	$\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{r})$
13	$\text{COCl}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r})$
14	$\text{HCl}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r})$

9. Визначити, у скільки разів зміняться парціальні тиски продуктів реакції при підвищенні парціального тиску вихідних речовин у  $N$  разів.

№	Хімічна реакція
1	$\text{NO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{NOCl}_2(\text{r})$
2	$\text{H}_2(\text{r}) + \text{N}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{r})$
3	$\text{H}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{r})$
4	$\text{NH}_3(\text{r}) + \text{HCl}(\text{r}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{r})$
5	$\text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{C}(\text{r}) \rightarrow \text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$
6	$\text{CO}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{r})$
7	$\text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$
8	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5(\text{r})$
9	$\text{SO}_2(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{r}) + \text{CO}(\text{r})$
10	$\text{NO}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{r})$
11	$\text{CO}_2(\text{r}) + \text{C}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{r})$
12	$\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{r})$
13	$\text{COCl}_2(\text{r}) \rightarrow \text{CO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r})$
14	$\text{HCl}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r})$

10. Визначити рівноважний парціальний тиск речовини  $X$ , якщо для реакцій 1 та 2, які відбуваються в закритій посудині при температурі  $T$ , відомі значення констант рівноваги, що відповідно дорівнюють  $K_1$  та  $K_2$ .

Варіант		Хімічні реакції	Значення констант рівноваги реакції	$T, K$	$X$
1	1	$\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2$	$3,95 \cdot 10^3 \text{ кПа}$	1000	CO
	2	$\text{C}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{r})$	$1,92 \cdot 10^5 \text{ Па}$		
2	1	$\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2$	$3,95 \cdot 10^3 \text{ Па}$	1000	CO
	2	$\text{FeO}(\text{r}) + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{r}) + \text{CO}_2$	0,64		
3	1	$\text{C}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$	$1,08 \cdot 10^5 \text{ Па}$	973	CO
	2	$\text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{Fe}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{r}) + \text{H}_2$	1,7		
4	1	$\text{C}(\text{r}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2$	$2,56 \cdot 10^5 \text{ Па}$	773	CO
	2	$\text{Hg}(\text{r}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HgO}(\text{r})$	$1,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$		
5	1	$\text{BaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{BaO}(\text{r}) + \text{CO}_2$	$2,4 \cdot 10^3 \text{ Па}$	1373	CO
	2	$\text{CO}_2 + \text{C}(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{CO}$	$1,92 \cdot 10^5 \text{ Па}$		
6	1	$\text{BaO}(\text{r}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{BaO}_2(\text{r})$	$1,066 \cdot 10^3 \text{ Па}$	1073	O
	2	$\text{O} + \text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2$	$0,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$		

11. Розрахувати константу рівноваги реакції  $A + B \rightleftharpoons C + \dots$ , якщо в результаті перебігу реакції рівноважна суміш при певній температурі та тиску містить певну кількість речовини  $C$ :

№	Хімічна реакція	Вміст продукту $C$ в рівноважній суміші	$T, ^\circ K$	Тиск $P, \text{атм}$
1	$C(\text{т}) + H_2O(\text{г}) = CO(\text{г}) + H_2(\text{г})$	Доля $CO: \chi = 0,418$	973	1
2	$H_2O(\text{г}) + Fe(\text{т}) = FeO(\text{т}) + H_2(\text{г})$	$\alpha (H_2) = 63 \%$	973	1
3	$FeO(\text{т}) + CO(\text{г}) = Fe(\text{т}) + CO_2(\text{г})$	$\alpha (CO_2) = 39 \%$	1000	1
4	$H_2(\text{г}) + J_2(\text{г}) = 2HJ(\text{г})$	$\alpha (HJ) = 90 \%$	718	1
5	$C(\text{т}) + H_2O(\text{г}) = CO(\text{г}) + H_2(\text{г})$	Доля $CO: \chi = 0,66$	973	$P < 1$
6	$H_2O(\text{г}) + Fe(\text{т}) = FeO(\text{т}) + H_2(\text{г})$	$\alpha (H_2) = 75 \%$	973	1
7	$FeO(\text{т}) + CO(\text{г}) = Fe(\text{т}) + CO_2(\text{г})$	$\alpha (CO_2) = 22 \%$	1000	1
8	$H_2(\text{г}) + J_2(\text{г}) = 2HJ(\text{г})$	$\alpha (HJ) = 55 \%$	718	1

## VI. ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ КОМПЛЕКСНЕ ЗАВДАННЯ –

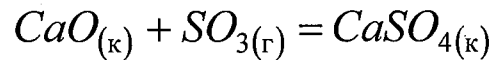
Дати повну термодинамічну характеристику хімічної реакції:

№	ТИП ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ	Температура, $^\circ C$	
		1	2
1	$ZnO(\text{т}) + CO(\text{г}) = Zn(\text{т}) + CO_2(\text{г})$	25	200
2	$ZnS(\text{т}) + H_2(\text{г}) = Zn(\text{т}) + H_2S(\text{г})$	25	500
3	$CO_2(\text{г}) = CO(\text{г}) + O_2(\text{г})$	25	400
4	$CO(\text{г}) + H_2O(\text{п}) = CO_2(\text{г}) + H_2(\text{г})$	25	150
5	$HJ(\text{г}) = H_2(\text{г}) + J_2(\text{г})$	25	450
6	$CO(\text{г}) + H_2(\text{г}) = CH_3OH(\text{п})$	25	80
7	$NH_3(\text{г}) + HCl(\text{г}) = NH_4Cl(\text{т})$	25	300
8	$H_2(\text{г}) + CO_2(\text{г}) = CO(\text{г}) + H_2O(\text{п})$	25	150
9	$CO_2(\text{г}) + H_2(\text{г}) = CH_4(\text{г}) + H_2O(\text{п})$	25	350
10	$H_2O(\text{п}) = H_2(\text{г}) + O_2(\text{г})$	25	700
11	$SO_2(\text{п}) + Cl_2(\text{г}) = SO_2Cl_2(\text{г})$	25	150
12	$HCl(\text{г}) + O_2(\text{г}) = H_2O(\text{п}) + Cl_2(\text{г})$	25	100
13	$CH_3COOH(\text{г}) + H_2(\text{г}) = CH_3OH(\text{г})$	25	90
14	$H_2(\text{г}) + HCOH(\text{г}) = CH_3OH(\text{г})$	25	80
15	$CO_2(\text{г}) + Cl_2(\text{г}) = COCl_2(\text{г})$	25	90
16	$CO(\text{г}) + H_2(\text{г}) = CH_4(\text{г}) + H_2O(\text{п})$	25	350
17	$NH_3(\text{г}) + O_2(\text{г}) = H_2O(\text{п}) + NO(\text{г})$	25	400
18	$Ca(OH)_2(\text{т}) = CaO(\text{т}) + H_2O(\text{п})$	25	450
19	$CO_2(\text{г}) + SO_2(\text{г}) = CO(\text{г}) + SO_3(\text{г})$	25	500
20	$SO_2(\text{г}) + NO_2(\text{г}) = NO(\text{г}) + SO_3(\text{г})$	25	400
21	$BaCO_3(\text{т}) + SO_2(\text{г}) = BaSO_4(\text{т}) + CO(\text{г})$	25	800
22	$BaCO_3(\text{т}) + SO_2(\text{г}) + O_2(\text{г}) = BaSO_4(\text{т}) + CO_2(\text{г})$	25	900

23	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{Fe}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$	25	900
24	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + \text{C}(\text{т}) = \text{Fe}(\text{т}) + \text{CO}(\text{г})$	25	1000
25	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + \text{C}(\text{т}) = \text{Fe}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$	25	1050
26	$\text{Fe}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г})$	25	800
27	$\text{CuO}(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г}) = \text{Cu}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	25	600
28	$\text{NaCl}(\text{т}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{рід.}) = \text{HCl}(\text{г}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{р.})$	25	100
29	$\text{N}_2\text{O}(\text{г}) + \text{NH}_3(\text{г}) = \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р.})$	25	250
30	$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{т}) = \text{N}_2\text{O}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р.})$	25	150

### ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

УМОВА: Дати повну термодинамічну характеристику хімічної реакції:



### ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

1. Виписати із довідників термодинамічні параметри компонентів системи у вигляді таблиці (звернути увагу на розмірність величин)

Речовина	$T$	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/моль	$\Delta G_{298}^0$ , кДж/моль	$a$ , кал/моль·К	$b \cdot 10^3$ , кал/моль·К	$c', 10^{-6}$ , кал/моль·К	$\bar{C}_p$ , Дж/моль·К
CaO	1800	-635,1	39,7	-604,2	11,67	1,08	-1,56	48,53
SO <sub>3</sub>	900	-395,2	256,23	-368,4	13,70	6,42	-3,12	50,7
CaSO <sub>4</sub>	1373	-1424,0	106,7	-1320,3	18,52	21,97	-1,57	97,65

2. Розрахувати зміну ентальпії реакції за стандартних умов ( $p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $T = 298 \text{ К}$ ), користуючись законом Гесса:

$$\Delta H_{r,298} = \sum n_i \Delta H_{f,298, \text{прод}}^0 - \sum n_i \Delta H_{f,298, \text{вих}}^0$$

$$\Delta H_{r,298}^0 = -1424,0 - [(-635,1) + (-395,2)] = -393,7 \text{ кДж/моль}$$

Висновок: реакція є екзотермічною і  $\Delta H_r < 0$ .

3. Розрахувати зміну ентальпії реакції за нестандартної температури.

Якщо сума теплоємностей продуктів реакції відрізняється від суми теплоємностей вихідних речовин, то тепловий ефект реакції залежить від температури тим більше, чим більшою є ця різниця. Розрахунок  $\Delta H_{r,900}$  проводять за законом Кірхгофа:

$$\Delta H_T = \Delta H_{298} + \Delta a(T - 298) + \frac{\Delta b}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{\Delta c}{3}(T^3 - 298^3) - \Delta c' \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right),$$

$$\text{де } \Delta a = \sum n_i a_{\text{прод.}} - \sum n_i a_{\text{вих.}};$$

$$\Delta c = \sum n_i c_{\text{прод.}} - \sum n_i c_{\text{вих.}};$$

$$\Delta b = \sum n_i b_{\text{прод.}} - \sum n_i b_{\text{вих.}};$$

$$\Delta c' = \sum n_i c'_{\text{прод.}} - \sum n_i c'_{\text{вих.}}$$

(1)  
 Величини  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $c'$  мають розмірність  $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$  або  $\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$ , а  $\Delta H_T^0 - \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$ , отже в розрахунках потрібно перевести *кал* в *кДж*, тобто помножити на  $4,187 \cdot 10^{-3}$ . Тоді

Речовина	$a$ , кДж/моль	$b$ , кДж/моль	$c'$ , кДж/моль
CaO	$48,86 \cdot 10^{-3}$	$4,52 \cdot 10^{-6}$	$-6,53 \cdot 10^3$
SO <sub>3</sub>	$57,36 \cdot 10^{-3}$	$26,88 \cdot 10^{-6}$	$-13,06 \cdot 10^3$
CaSO <sub>4</sub>	$77,54 \cdot 10^{-3}$	$91,99 \cdot 10^{-6}$	$-6,57 \cdot 10^3$

$$\Delta a = [77,54 - (48,85 + 57,36)] \cdot 10^{-3} = -28,68 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta b = [91,99 - (26,88 + 4,52)] \cdot 10^{-6} = 60,59 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta c' = -6,57 \cdot 10^3 - [(-6,53) + (-13,06)] \cdot 10^3 = 13,02 \cdot 10^3$$

Значення величини  $c$  відсутнє для CaSO<sub>4</sub>, отже скористаємося скороченою формулою:

$$\Delta H_{r,T} = \Delta H_{298} + \Delta a(T - 298) + \frac{\Delta b}{2}(T^2 - 298^2) - \Delta c' \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right);$$

$$\Delta H_{r,T} = -373,7 - 28,68 \cdot 10^{-3}(900 - 298) + \frac{60,59}{2} \cdot 10^{-6}(900^2 - 298^2) - \left[ 13,09 \cdot 10^3 \left( \frac{1}{900} - \frac{1}{298} \right) \right] = -393,7 + 34,04 = -359,66 \text{ кДж.}$$

**Висновок:** для даної реакції, яка є екзотермічною, тепловий ефект при підвищенні температури до 900 K зменшився. Це зумовлено збільшенням теплоємності продуктів реакції.

4. Розрахувати ентальпії утворення хімічних сполук (які є учасниками хімічної реакції) з атомів.

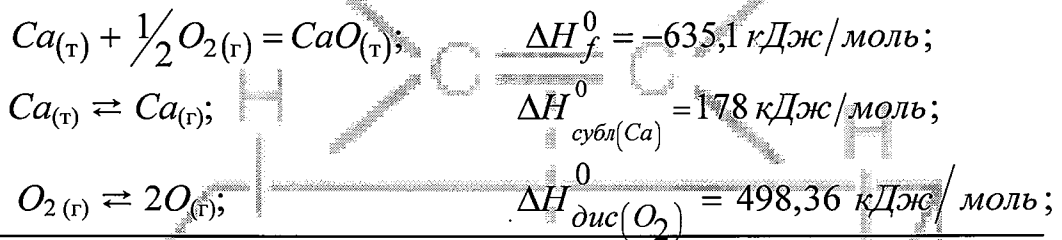
Атомну ентальпію утворення можна розрахувати для речовин:

CaO	$\Delta H_{\text{ат}}(\text{CaO})$
SO <sub>3</sub>	$\Delta H_{\text{ат}}(\text{SO}_3)$
CaSO <sub>4</sub>	$\Delta H_{\text{ат}}(\text{CaSO}_4)$

(3)  
 Для обчислення  $\Delta H_{\text{ат}}$  необхідно врахувати теплоту сублимації твердих речовин та теплоту термічної дисоціації газоподібних речовин на атоми. Дані з довідника занести у таблицю

Процес		$\Delta H_f^0$ , кДж/моль	$\Delta H_r^0$ , кДж/моль
Назва	Хімічна реакція		
Дисоціація	$\text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{O}(\text{г})$	$\Delta H_{f(\text{O})}^0 = 249,18$	$\Delta H_{\text{дис}(\text{O}_2)}^0 = 498,36$
Сублимація	$\text{Ca}(\text{т}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{г})$	$\Delta H_{f(\text{Ca, газ})}^0 = 178$	$\Delta H_{\text{субл}(\text{Ca})}^0 = 178$

CaO



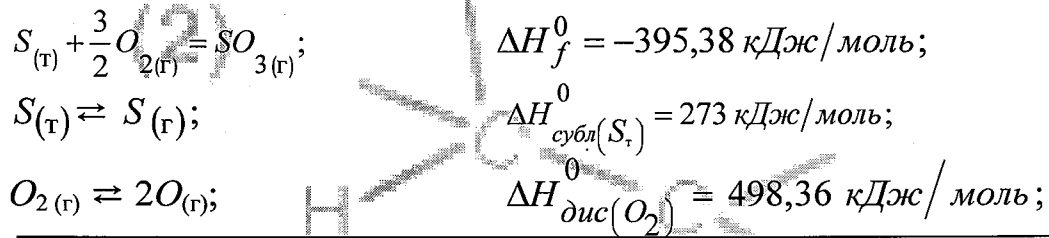
$$Ca_{(г)} + \frac{1}{2}O_{2(г)} = CaO_{(т)} \quad \Delta H_{\text{ат}}^0 - ?$$

$$\Delta H_{\text{ат}}^0(CaO) = \Delta H_f^0(CaO) - \frac{1}{2}\Delta H_{\text{дис}}^0(O_2) - \Delta H_{\text{субл}}^0(Ca);$$

$$\Delta H_{\text{ат}}^0(CaO) = -635,1 - 249,18 - 178 = -937,69 \text{ кДж/моль}.$$

Аналогічно розраховуємо  $\Delta H_{\text{ат}}(SO_3)$  та  $\Delta H_{\text{ат}}(CaSO_4)$ .

SO<sub>3</sub>

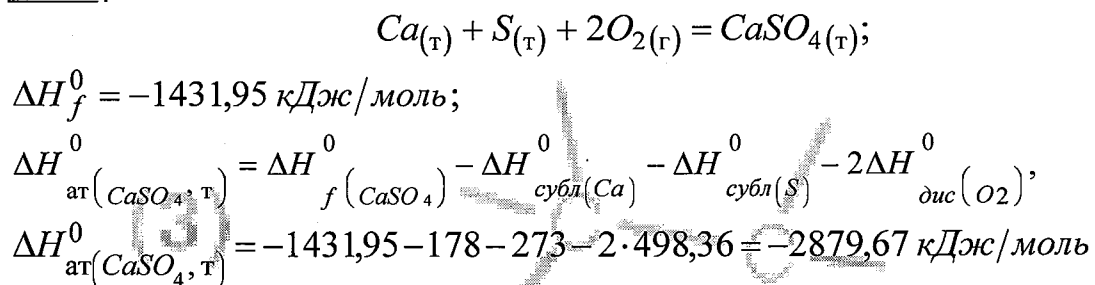


$$S_{(г)} + \frac{3}{2}O_{2(г)} = SO_{3(г)} \quad \Delta H_{\text{ат}}^0 - ?$$

$$\Delta H_{\text{ат}}^0(SO_{3,г}) = \Delta H_f^0(SO_3) - \Delta H_{\text{субл}}^0(S_{т}) - \frac{3}{2}\Delta H_{\text{дис}}^0(O_2);$$

$$\Delta H_{\text{ат}}^0(SO_{3,г}) = -395,38 - 273 - \frac{3}{2} \cdot 498,36 = -1415,92 \text{ кДж/моль}.$$

CaSO<sub>4</sub>



5. Розрахувати енергію хімічних зв'язків в складних сполуках.  
Співвідношення між енергією хімічних зв'язків та ентальпією утворення хімічної сполуки з атомів:

$$\Delta H_{\text{ат}} = -\sum nE.$$

Тобто сумарна енергія хімічних зв'язків дорівнює тій енергії, що поглинається при повній дисоціації молекули (речовини) на атоми. Отже:



- енергія хімічного зв'язку сполуки  $CaO$  дорівнює:  
+ 1162,28 кДж/моль;
- повна енергія хімічних зв'язків речовини  $SO_3$  становить:  
+ 1415,92 кДж/моль;
- середня енергія хімічного зв'язку  $S = O$  в сполуці  $SO_3$  дорівнює:

$$E_{S=O} = \frac{-\Delta H_{\text{ат, } SO_3}}{3},$$

$$E_{S=O} = \frac{+1042,15}{3} = 471,92 \text{ кДж/моль};$$

- сумарна енергія хімічних зв'язків в “молекулі”  $CaSO_4$  становить:  
+2879,67 кДж/моль

6. Розрахувати зміну ентальпії фазових або алотропічних перетворень речовин, що беруть участь в реакції.

З довідника дізнаємось, що  $CaO$  в твердому стані має дві алотропічні видозміни – з кубічною та тетрагональною кристалічною решіткою. Виписуємо значення відповідних термодинамічних величин.

Речовина	Тип решітки	$\Delta H_f^0, \text{кДж/моль}$
$CaO$	кубічна	- 635
	тетрагональна	- 659

Зміна ентальпії переходу кубічної модифікації  $CaO$  в тетрагональну дорівнює:

$$\Delta H_{\text{ф.пер.}} = -659 - (-635) = -24 \text{ кДж/моль.}$$

**Висновок:** тетрагональна модифікація  $CaO$  є більш стійкою, перехід кубічної видозміни  $CaO$  в тетрагональну супроводжується виділенням енергії.

7. Розрахувати зміну ентропії хімічної реакції за стандартних умов ( $\Delta S_{r,298}$ )

Зміна ентропії в хімічних реакціях обчислюється за рівнянням:

$$\Delta S_{r,298} = \sum n_i S_{\text{прод } 298}^0 - \sum n_i S_{\text{вих } 298}^0,$$

$$S_{298}^0(CaSO_4, \text{т}) = 106,7 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$S_{298}^0(CaO, \text{т}) = 39,7 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$S_{298}^0(SO_3, \text{г}) = 256,23 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$\Delta S_{r,298} = 106,7 - (39,7 + 256,23) = -189,23 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}.$$

(1)  
**Висновок:** реакція супроводжується зменшенням ентропії (газоподібною є тільки одна з вихідних речовин).

8. Розрахувати зміну термодинамічного потенціалу реакції за стандартних умов ( $\Delta G_{r,298}$ )

Величину  $\Delta G_{r,298}$  розраховуємо за формулою:

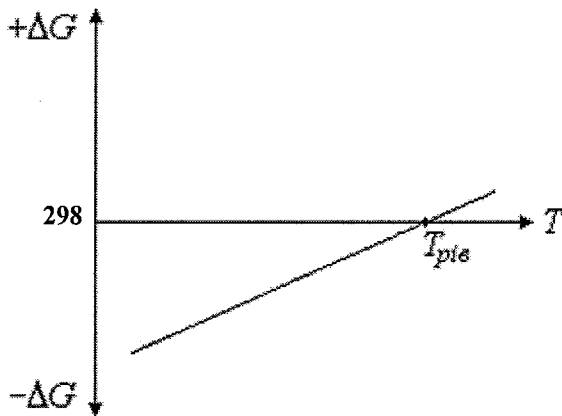
$$\Delta G_{r,298} = \sum n_i \Delta G_{\text{прод } 298}^0 - \sum n_i \Delta G_{\text{вих } 298}^0$$

$$\Delta G_{r,298} = -1320,3 - [(-368,4) + (-604,2)] = -347,7 \text{ кДж/моль.}$$

**Висновок:** за стандартних умов спостерігається зменшення термодинамічного потенціалу, отже реакція відбувається доволіно згідно наведеного рівняння.

Визначаємо термодинамічний тип реакції і вплив температури на  $\Delta G_r$ .

$\Delta H_r$	$\Delta S_r$	$\Delta G_r$	Вплив $T$
—	(2)	—	Нагрівання зменшує абсолютну величину $\Delta G$



**Висновок:**

- ✓ Реакція відбувається під впливом переваги ентальпійного фактору
- ✓ при високих температурах, коли  $\Delta G > 0$ , реакція стає термодинамічно неможливою.

9. Розрахувати зміну термодинамічного потенціалу реакції ( $\Delta G_{r,900}$ ) при  $T = 900^0\text{K}$ . Для розрахунків можна застосувати два шляхи:

- а) точний розрахунок;
- б) наближений розрахунок.

(3)  
**ТОЧНИЙ РОЗРАХУНОК**

Залежність термодинамічного потенціалу від температури характеризується рівнянням

$$\Delta G_{r,T} = \Delta H_{r,T} - T \cdot \Delta S_{r,T}$$

Розрахунки в п.2 показали, що  $\Delta H_{r,900} = -359,66 \text{ кДж}$ . Отже необхідно ще визначити зміну ентропії реакції при температурі 900, K. Для цього спочатку слід з'ясувати як зміниться ентропія кожного компонента системи в результаті нагрівання від 298 до 900 K. Оскільки процес відбувається в ізобарних умовах, коли  $P = \text{const} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , зміни ентропії речовин зумовлені лише їх

нагріванням. Розрахунок  $\Delta S$  кожного учасника реакції при нагріванні від 298 ( $T_1$ ) до 900 ( $T_2$ ) K проводиться за формулою:

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1},$$

де  $n$  – кількість речовини. За розрахунками отримаємо, що:

$$\Delta S_{CaO,900} = 4,53 \cdot \ln \frac{900}{298} = 53,64 \text{ Дж/моль} \cdot K;$$

$$\Delta S_{SO_3,900} = 50,70 \cdot \ln \frac{900}{298} = 56,038 \text{ Дж/моль} \cdot K;$$

$$\Delta S_{CaSO_4,900} = 97,65 \cdot \ln \frac{900}{298} = 107,93 \text{ Дж/моль} \cdot K.$$

Тоді зміна ентропії системи в ході реакції в інтервалі температур 298 ÷ 900 K дорівнює:

$$\Delta S_{r(298 \div 900)} = \Delta S_{(CaSO_4)} - \Delta S_{(SO_3)} - \Delta S_{(CaO)}$$

$$\Delta S_{r(298 \div 900)} = 107,93 - 53,64 - 56,038 = -1,457 \text{ Дж/моль} \cdot K.$$

Тепер можна визначити зміну ентропії реакції при температурі 900, K:

$$\Delta S_{r,900} = \Delta S_{r,298} + \Delta S_{r(298 \div 900)}$$

$$\Delta S_{r,900} = -189,23 - 1,745 = -190,975 \text{ Дж/моль} \cdot K = -190,975 \cdot 10^{-3} \text{ кДж/моль} \cdot K.$$

Використовуючи отримані величини зміни ентальпії та ентропії реакції при 900 K, розрахуємо  $\Delta G_{r,900}$  за наведеним вище рівнянням

$$\Delta G_{r,900} = -359,66 - [900 \cdot (-190,975) \cdot 10^{-3}] = -187,78 \text{ кДж}.$$

#### НАБЛИЖЕНИЙ РОЗРАХУНОК

припускають, що  $\Delta H_{r,298}$  та  $\Delta S_{r,298}$  при нагріванні практично не змінюються. В такому випадку при 900 K:

$$\Delta G_{r,900} = \Delta H_{r,298} - T \cdot \Delta S_{r,298}$$

$$\Delta G_{r,900} = \Delta H_{r,298} - 900 \cdot \Delta S_{r,298}$$

$$\Delta G_{r,900} = -393,7 - [900 \cdot (-189,23 \cdot 10^{-3})] = -223,39 \text{ кДж}$$

**Висновок:** при 900 K реакція протікає доволно з утворенням  $CaSO_4$  і є термодинамічно можливою. При нагріванні до 900 K термодинамічний потенціал  $\Delta G$  набув меншої негативної величини, що є підтвердженням наведеної вище термодинамічної характеристики реакції (п. 7).

(1)  
10. Розрахунок температури рівноважного стану.

Якщо  $\Delta G$  реакції дорівнює нулю  $\Delta G_r = 0$ , то процес знаходиться в стані рівноваги, і тоді:

$$\Delta H = T\Delta S$$

Звідси можна визначити температуру рівноважного стану реакції:

$$T_{\text{рівн.}} = \frac{\Delta H_{r,298}}{\Delta S_{r,298}};$$

$$T_{\text{рівн.}} = \frac{-393,7}{-189,23 \cdot 10^{-3}} = 2078 \text{ K.}$$

**Висновок:** розклад  $\text{CaSO}_4$  (зворотний процес) починається при  $T > 2080 \text{ K}$  ( $t > 1807^\circ\text{C}$ ).

11. Розрахувати константу хімічної рівноваги реакції за стандартних умов.

При сталих  $P$  і  $T$  зміна енергії Гіббса визначається за формулами:

$$\Delta G_{298} = \Delta H_{298} - T\Delta S_{298}; \quad \Delta G^0 = -RT \ln K_p.$$

Звідси можна обчислити величину  $K_p$ :

$$\ln K_p = -\frac{\Delta H - T\Delta S}{RT} \quad \text{або} \quad \ln K_p = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}.$$

Розрахуємо  $K_{p,298}$  для даної реакції:

$$\ln K_{p,298} = -\frac{(-393,7) \cdot 10^3}{8,314 \cdot 298} + \frac{(-189,23)}{8,314} = 136,14 \text{ і тоді } K_p = 1,38 \cdot 10^{59}.$$

**Висновок:** числове значення константи рівноваги дуже велике, тому реакцію за стандартних умов можна віднести до кінетично необоротних.

12. Визначити хімічну спорідненість реагуючих речовин.

Характеристикою хімічної спорідненості реагуючих речовин є стандартний термодинамічний потенціал, або стандартна робота хімічної реакції

$$\Delta G_r^0 = -A_r^0.$$

В п. 7 розраховано  $\Delta G_{r,298}^0$  при утворенні 1 моль  $\text{CaSO}_4$ . З цього випливає, що хімічна спорідненість  $\text{CaO}$  до  $\text{SO}_3$  за стандартних умов дорівнює:

$$A_{298}^0 = +347,7 \text{ кДж/моль.}$$

**Висновок:** стандартна робота  $A^0$  реакції має позитивну величину і процес реалізується довільно за стандартних умов.

13. Розрахунок константи хімічної рівноваги реакції при 900 К.

Для розрахунків константи рівноваги реакції при 900 К можна застосувати два методи:

#### МЕТОД 1

Використовуємо рівняння, яке пов'язує дві величини – константу рівноваги хімічної реакції  $K_p$  з вільною енергією Гіббса реакції  $\Delta G$ , і характеризує точну величину  $K_p$ :

$$\Delta G_{r,T} = -RT \ln K_{p,T}.$$

Після перетворень маємо (п.10):

$$\ln K_{p,T} = -\frac{\Delta G_{r,T}}{RT} \quad \text{або} \quad \ln K_{p,T} = -\frac{\Delta H_{r,T}}{RT} + \frac{\Delta S_{r,T}}{R}.$$

Константа рівноваги  $K_{p,T}$  при 900 К дорівнює:

$$\ln K_{p,T} = \frac{-359,66 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 900} + \frac{(-190,975)}{8,314} = 25,09;$$

$$K_{p,T} = 7,92 \cdot 10^{10}.$$

#### МЕТОД 2

Константу хімічної рівноваги при 900 К можна знайти також за формулою, яка встановлює зв'язок між  $K$ , стандартним тепловим ефектом реакції ( $\Delta H_{r298}^0$ ) та зміною температури.

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H_{298}^0}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right);$$

або:

$$\ln K_{p,900} = \frac{\Delta H_{298}^0}{R \cdot T_1 \cdot T_2} (T_2 - T_1) + \ln K_{p,298}.$$

$$\ln K_{p,900} = \frac{(-393,7) \cdot 10^3}{8,314 \cdot 900 \cdot 298} (900 - 298) + 136,14 = 29,84 \quad \text{та} \quad K_{p,900} = 9,19 \cdot 10^{12}.$$

**Висновок:** при нагріванні до 900 К константа рівноваги зменшилась, як і величина  $\Delta G_r$ . При 900 К константа рівноваги має велике числове значення, отже реакція іде як необоротна.

14. Розрахувати роботу хімічної реакції при 900 К.

Термодинамічний потенціал Гіббса пов'язаний з роботою хімічної реакції співвідношенням:

$$\Delta G_{r,T} = -A_p;$$

$$\Delta G_{r,900} = -187,78 \text{ кДж/моль}.$$

*Висновок:* робота реакції при 900 K дорівнює +187,78, тобто  $A_{900} > 0$ , отже і при температурі 900 K реакція іде довільно в прямому напрямку.

15. Визначити вплив умов проведення хімічної реакції на зміщення рівноваги реакції.

При температурах 298 та 900 K реакція є кінетично-необоротною, а поблизу температури  $\sim 1800$  K стає кінетично-оборотною. Оскільки реакція є гетерогенною, константа рівноваги реакції дорівнює:

$$K_p = \frac{1}{P_{SO_3}} = \frac{1}{\nu(SO_3) \cdot P_{заг}}$$

- *Вплив тиску на стан рівноваги реакції.*

Реакція супроводжується зменшенням об'єму газоподібних речовин. Крім того, в реакції  $\Delta \nu = 1$  і величина тиску  $P_{заг}$  входить до знаменника в рівнянні для розрахунку константи хімічної реакції. Це означає, що збільшення загального тиску (збільшення знаменника) в системі прискорює пряму реакцію і призводить до зростання виходу продуктів реакції (збільшення чисельника).

- *Вплив концентрації речовин на стан рівноваги реакції.*

При збільшенні концентрації  $SO_3$  глибина перетворення  $CaO$  зростає, рівновага зміщується в бік прямої реакції;

- *Вплив температури на стан рівноваги реакції.*

Оскільки реакція є екзотермічною, нагрівання прискорює зворотну реакцію і зменшує вихід продукту.

### 3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО I-го МОДУЛЯ

1. Термодинамічні потенціали та функції, їх загальна характеристика. Напрявленість довільних процесів.
2. Константа рівноваги в гетерогенних процесах. Співвідношення між  $K_c$  та  $K_p$ .
3. Тепловий ефект в реакціях нейтралізації. Стандартна ентальпія нейтралізації та її розрахунок.
4. Робота хімічної реакції, рівняння ізотерми Вант – Гоффа. Хімічна спорідненість речовин.
5. Закон дії мас для рівноважних процесів. Поняття про термодинамічно та кінетично оборотні процеси.
6. І закон термодинаміки. Формулювання, математичний вираз та його модифікація для ізохорних, ізобарних, ізотермічних та адіабатичних процесів.

7. Тепловий ефект процесів розчинення речовин. Ентальпія дисоціації, гідратації, гідратоутворення. Колориметричний метод визначення теплоти гідратоутворення.
8. Стандартна енергія Гіббса утворення речовин як характеристика речовини. Розрахунок при стандартних та нестандартних умовах.
9. Стандартна ентальпія утворення гідратованих йонів в розчині та стандартна ентальпія гідратації йонів. Використання стандартної ентальпії гідратації йонів для розрахунку енергії кристалічної решітки сполуки.
10. Константа рівноваги в гомогенних процесах. Властивості константи рівноваги. Одиниці вимірювання  $K_c$  та  $K_p$ .
11. Стандартна атомна ентальпія утворення речовин та її застосування при визначенні середньої енергії хімічних зв'язків.
12. Робота розширення ідеального газу в різних ізопроцесах. Теплоємність з точки зору молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів. Газова стала, одиниці вимірювання газової сталої.
13. Закон Гесса. Тепловий ефект хімічної реакції. Розрахунок ентальпії хімічної реакції за стандартними теплотами утворення або згорання речовин.
14. Поняття про хімічний потенціал.
15. Залежність теплових ефектів реакцій від температури, закон Кірхгоффа.
16. II закон термодинаміки. Ентропія та її фізичний зміст.
17. Поняття про теплоємність. Теплоємність дійсна та середня, мольна та питома. Залежність теплоємності від температури.
18. Статистичний зміст поняття ентропія. Визначення напрямленості термодинамічних процесів для ізольованих систем за зміною ентропії.
19. Зміна ентропії в різних термодинамічних процесах.
20. Теплоємність газів, рідин та твердих тіл.
21. Принцип Ле Шательє. Вплив температури, тиску, концентрації речовин та наявності каталізатора на зміщення рівноваги реакції.
22. Колориметричний метод визначення теплових ефектів процесів розчинення речовин.
23. Термодинамічна класифікація хімічних реакцій. Залежність термодинамічних потенціалів від температури.
24. Визначення напрямленості оборотного хімічного процесу за величиною константи рівноваги хімічної реакції.
25. Зміна ентропії в оборотних та необоротних процесах для ізольованих систем.
26. Пояснити поняття “стандартна ентропія речовини”, “абсолютна ентропія” та “зміна ентропії хімічної реакції”.
27. Визначення умов довільного процесу за термодинамічними потенціалами.
28. Визначення константи рівноваги кінетично-оборотного процесу при нестандартних температурах.
29. II закон термодинаміки. Коефіцієнт корисної дії теплової машини в оборотному та необоротному процесах.

## МОДУЛЬ II.

### КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

#### 1. Математичний апарат формальної кінетики хімічних процесів

Порядок реакції	Константа швидкості реакції		Основне кінетичне рівняння	Період напіврозкладу
	Інтегральне рівняння швидкості	Графік у відповідних координатах		
0				
1				
2				

#### 2. ЗАДАЧІ

##### РІВЕНЬ А

1. У скільки разів зміниться швидкість певної хімічної реакції (*зросте або знизиться*) при зміні температури на  $\Delta T$  °С, якщо температурний коефіцієнт швидкості дорівнює  $\gamma$ :

№	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	Температурний коефіцієнт, $\gamma$	Процес
1	30	2	нагрівання
2	50	2	охолодження
3	40	2	нагрівання
4	80	2	охолодження
5	50	3	нагрівання
6	30	3	нагрівання
7	60	3	охолодження
8	90	3	охолодження
9	120	3	нагрівання
10	40	4	охолодження
11	80	4	нагрівання
12	80	4	охолодження
13	120	4	нагрівання
14	60	5	охолодження
15	120	5	Нагрівання
16	150	5	Охолодження
17	50	5	нагрівання

2. На скільки градусів треба змінити температуру (*підвищити або зменшити*), щоб швидкість реакції змінилась у  $n$  разів при температурному коефіцієнті  $\gamma$ :

№	Зміна швидкості у $n$ разів	Температурний коефіцієнт, $\gamma$	Напрямок зміни швидкості процесу
1	125	5	Зменшення швидкості
2	25	5	Зростання швидкості



(1)

3	49	7	Зростання швидкості
4	27	3	Зростання швидкості
5	64	2	Зростання швидкості
6	64	4	Зменшення швидкості
7	128	2	Зростання швидкості
8	625	5	Зростання швидкості
9	343	7	Зменшення швидкості
10	243	3	Зменшення швидкості
11	16	2	Зменшення швидкості
12	9	3	Зростання швидкості
13	16	4	Зростання швидкості
14	512	2	Зростання швидкості
15	81	3	Зменшення швидкості
16	729	3	Зменшення швидкості
17	256	4	Зростання швидкості

3. Тиск в системі, де відбувається хімічне перетворення (вважати простими прямою і зворотною реакції), змінюється у  $n$  раз. Визначити як зміниться:
- ✓ швидкість прямої реакції;
  - ✓ швидкість зворотної реакції
  - ✓ швидкість процесу в цілому.

№	Реакція	Характер зміни тиску	$n$
1.	$A \rightleftharpoons 2D$	Збільшиться	2
2.	$A + B \rightleftharpoons D$	Збільшиться	3
3.	$A + 2B \rightleftharpoons 3D$	Збільшиться	3
4.	$A + B \rightleftharpoons 2D$	Збільшиться	2
5.	$2A \rightleftharpoons D$	Збільшиться	2
6.	$2A + B \rightleftharpoons D$	Збільшиться	4
7.	$A \rightleftharpoons C + D$	Збільшиться	3
8.	$A + 2B \rightleftharpoons 2D$	Збільшиться	2
9.	$A + 3B \rightleftharpoons 2D$	Зменшиться	3
10.	$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$	Зменшиться	2
11.	$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$	Зменшиться	3
12.	$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$	Зменшиться	5
13.	$2NO_2 \rightleftharpoons 2N_2O_4$	Зменшиться	4
14.	$2N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	Зменшиться	3
15.	$CH_3Cl \rightleftharpoons CH_3 + Cl$	Зменшиться	2
16.	$H_2 + C_2H_4 \rightleftharpoons C_2H_6$	Зменшиться	4
17.	$CH_3CO_2C_2H_5 \rightleftharpoons CH_3CO_2H + C_2H_4$	Збільшиться	5

4. Константи швидкості простої (елементарної гомогенної) хімічної реакції дорівнюють  $k_1$  – *прямий процес* та  $k_{-1}$  – *зворотний процес*. Обчислити:

- ✓ початкову швидкість прямої реакції;
- ✓ швидкість прямої реакції, коли концентрація одного з компонентів зменшиться на  $\Delta C$ ;
- ✓ швидкість зворотної реакції, коли концентрація одного з вихідних компонентів зменшиться на  $\Delta C$ ;
- ✓ співвідношення швидкостей прямої та зворотної реакції на момент зменшення концентрації однієї з вихідних речовин;
- ✓ константу рівноваги процесу.

№ п/п	Реакція	Константа швидкості $k$		Концентрації вихідних речовин, $C$ , моль/л		Зміна концентрації речовин в ході реакції, $\Delta C$ моль/л	
		$k_1$	$k_{-1}$	A	B	КОМПОНЕНТ	$\Delta C$
1.	$2\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	$3,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^{-1}$	0,06	0,08	B	0,04
2.	$2\text{HBr} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$	$6,7 \cdot 10^1$	$7,8 \cdot 10^{-2}$	0,7	0,5	A	0,4
3.	$2\text{HJ} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{J}_2$	7,9	$9,3 \cdot 10^{-3}$	0,3	0,2	B	0,1
4.	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$7,7 \cdot 10^{-2}$	0,6	—	A	0,3
5.	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$1,98 \cdot 10^{-4}$	0,08	0,05	B	0,04
6.	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	0,4	—	A	0,2
7.	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$2,98 \cdot 10^{-5}$	0,08	—	A	0,03
8.	$\text{CH}_3\text{Cl} \rightleftharpoons \text{CH}_3 + \text{Cl}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$1,93 \cdot 10^{-2}$	0,7	—	A	0,5
9.	$\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	$4,8 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	0,3	0,3	B	0,2
10.	$\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$	$8,45 \cdot 10^{-5}$	$3,52 \cdot 10^{-7}$	0,04	0,05	A	0,03
11.	$2\text{HJ} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{J}_2$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	0,5	—	A	0,2
12.	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	$4,5 \cdot 10$	0,06	—	A	0,03
13.	$\text{Br} + \text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{CH}_3$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	0,07	0,07	B	0,04
14.	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	$6,45 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	0,06	0,03	A	0,02
15.	$\text{Cl} + \text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{CH}_3$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	0,5	0,5	B	0,3
16.	$\text{Cl} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{H}$	$9,6 \cdot 10$	$7,6 \cdot 10^{-1}$	0,08	0,12	B	0,06
17.	$2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOBr}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-4}$	0,4	0,2	A	0,1

18.	$\text{Br} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{H}$	$5,3 \cdot 10$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	0,3	0,2	A	0,1
19.	$2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_5$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	0,9	0,8	B	0,4

5. Певна хімічна реакція відбувається як реакція  $n$  порядку. Визначити:

- ✓ константу швидкості реакції при температурі  $t_3$
- ✓ час, протягом якого при певній температурі розкладеться  $X\%$  речовини;
- ✓ температурний коефіцієнт швидкості реакції у вказаних межах температур;
- ✓ енергію активації реакції;
- ✓ розрахувати, при якій температурі константа швидкості реакції буде дорівнювати  $k_4$ .

№, п/п	Реакція,	Порядок $n$	Константа швидкості $k$ при певній температурі			Температура			Ступінь розпаду речовини	
			$k_1$	$k_2$	$k_4$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t, ^\circ\text{C}$	$X, \%$
1	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH} + \text{N}_2 + \text{HCl};$	1	0,009	0,013	0,02	25	30	35	35	99,9
2	омилення етилацетату їдким натром	2	2,37	3,204	3,8	9,4	14,4	28	28	80
3	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} \dots$	2	0,0056	0,089	0,1	20	40	70	70	70
4	реакції розкладу органічної кислоти	1	$47,5 \cdot 10^{-5}$	$57,6 \cdot 10^{-5}$	$73,6 \cdot 10^{-5}$	20	40	30	30	88
5	реакція інверсії цукру	1	$9,67 \cdot 10^{-3}$	$73,4 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	25	40	55	55	65

6. Для простої гомогенної хімічної реакції ( $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ ) відома константа швидкості  $k_1$  при певній температурі та концентрації вихідних речовин. Обчислити:

- ✓ швидкість реакції;
- ✓ швидкість витрачення вихідних речовин;
- ✓ швидкість накопичення продуктів реакції.

№, п/п	Реакція	Константа швидкості прямої реакції $k$		Концентрації вихідних речовин, $\text{C} \cdot 10^2, \text{ моль/л}$	
		$k_1$	$\text{T}, ^\circ\text{K}$	A	B
1.	$2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	—	0,5	—
2.	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	$4,86 \cdot 10^{-2}$	303	0,8	0,6
3.	$\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$	$8,45 \cdot 10^{-5}$	—	4,0	2,0
4.	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	3,81	623	0,9	0,7

(1)

5.	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$	1,0	593	0,5	—
6.	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	338	0,7	—
7.	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$	$2,8 \cdot 10^3$	613	0,6	0,3
8.	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	$5,5 \cdot 10^4$	298	2,4	—
9.	$\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 2\text{D}$	0,56	—	0,3	0,8
10.	$\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons 2\text{D}$	6,2	—	0,45	0,45
11.	$\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 3\text{D}$	4,5	—	0,5	0,9
12.	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{D}$	$7,8 \cdot 10^{-2}$	—	0,4	0,4
13.	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{D}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	—	0,6	0,8
14.	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HBr}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$	395	0,9	—
15.	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{D} + 2\text{C}$	$6,74 \cdot 10$	—	1,0	1,4
16.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{N}_2$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	—	3,0	—
17.	$\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	623	0,2	0,15
18.	$3\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{D}$	$2,7 \cdot 10^2$	—	0,7	—
19.	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	$3,3 \cdot 10^{-5}$	298	0,8	—

7. Для простої гомогенної хімічної реакції ( $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ ) відомі константи швидкості  $k_1$  та  $k_2$  при температурах  $T_1$  та  $T_2$  відповідно. Обчислити:
- ✓ енергію активації хімічної реакції;
  - ✓ константу швидкості при температурі  $T_3$ ;
  - ✓ температурний коефіцієнт.

(3)

№, п/п	Реакція,	Порядок $n$	Константа швидкості $k$ при певній температурі		Температура, $^{\circ}\text{K}$		
			$k_1$	$k_2$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
1.	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$	1	$7,87 \cdot 10^{-7}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	273	293	308
2.	$2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$	2	$3,52 \cdot 10^{-7}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$	556	629	575
3.	$2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOBr}$	$n$	$2,12 \cdot 10^{-3}$	$2,68 \cdot 10^{-3}$	265	288	270
4.	$\text{CH}_3\text{CHO} \xrightleftharpoons{J} \text{CH}_4 + \text{CO}$	2	$1,23 \cdot 10$	$4,48 \cdot 10$	631	663	650
5.	$\text{Cu} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	293	333	300
6.	$2\text{C}_4\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_8\text{H}_{12}$	2	$5,3 \cdot 10^{-1}$	1,19	503	523	540

7.	$A + B \rightleftharpoons C$	2	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-2}$	293	313	343
8.	$CH_3CO_2C_2H_5 + NaOH \rightleftharpoons C_2H_5OH + CH_3CO_2Na$	2	2,37	3,2	283	288	303
9.	$CH_3CO_2C_2H_5 + HOH \rightleftharpoons C_2H_5OH + CH_3CO_2H$	1	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	293	313	303
10.	реакція інверсії цукру $C_{12}H_{22}O_{11}$	1	$9,67 \cdot 10^{-3}$	$7,34 \cdot 10^{-2}$	298	313	303
11.	реакції розкладу органічної кислоти	1	$4,75 \cdot 10^{-4}$	$5,76 \cdot 10^{-4}$	293	313	333
12.	$CH_3C_6H_4N_2Cl + H_2O \rightleftharpoons CH_3C_6H_4OH + N_2 + HCl$ ;	1	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	298	303	333
13.	$2N_2O_5 \rightleftharpoons 2N_2O_4 + O_2$	1	$3,38 \cdot 10^{-5}$	$1,35 \cdot 10^{-4}$	298	308	333
14.	$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$	2	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$8,59 \cdot 10^{-5}$	575	647	700
15.	$2NO + Br_2 \rightleftharpoons 2NOBr$	3	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,67 \cdot 10^{-3}$	273	288	303
16.	$CH_3CHO \xrightleftharpoons{J} CH_4 + CO$	2	$2,30 \cdot 10$	$7,71 \cdot 10$	647	676	700
17.	$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$	2	1,57	3,59	350	375	400

8. Для елементарної реакції  $A + B \rightleftharpoons C + D$  відомі швидкості прямої та зворотної реакцій при відповідних концентраціях речовин А і В, С і D. Обчислити:

- ✓ константи швидкостей прямої та зворотної реакцій та вказати їх розмірність;
- ✓ константу рівноваги реакції.
- ✓ швидкість реакції при збільшенні загального тиску в системі в  $n$  раз.

№	Реакція	Швидкості прямої та зворотної реакцій		Концентрації речовин, моль/л				$n$
		$v_1$	$v_{-1}$	A	B	C	D	
1	$2HCl + O_2 \rightleftharpoons H_2O + Cl_2$	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	2
2	$CH_3 + HI \rightleftharpoons CH_4 + I$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	3
3	$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$	$1,13 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	—	4
4	$CH_3Cl \rightleftharpoons CH_3 + Cl$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$1,28 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	—	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	2
5	$Br + CH_4 \rightleftharpoons HBr + CH_3$	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	3
6	$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$	$2,03 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$7,6 \cdot 10^{-2}$	—	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	4
7	$2NO + Br_2 \rightleftharpoons 2NOBr$	$4,4 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$6,2 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	—	3
8	$2HI + O_2 \rightleftharpoons H_2O + I_2$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$9,8 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	4

9	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	—	5
10	$\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	$3,9 \cdot 10^{-7}$	$3,9 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	—	6
11	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$	$8,6 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	—	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	4
12	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	—	$8,0 \cdot 10^{-2}$	—	3
13	$\text{Br} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{H}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	2
14	$\text{H}_2 + \text{Cl} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{H}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	4
15	$2\text{HBr} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	6

8. Для заданої реакції визначити, у скільки разів зміниться швидкість реакції при:

✓ збільшенні тиску в системі у  $n$  разів ( $T = \text{const}$ );

№	Реакції	$n$
1	$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$	2
2	$\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$	4
3	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$	6
4	$\text{CoO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Co} + \text{H}_2\text{O}$	5
5	$\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$	3
6	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
7	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$	4
8	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	6
9	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	5
10	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	3
11	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	2
12	$\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$	4
13	$\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	6
14	$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	5
15	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{NO}_2$	3
16	$\text{PbO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$	4
17	$\text{Ag} + \text{H}_2\text{S}(\text{r}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{AgS} + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	6

РІВЕНЬ Б

10. В ході реакції між речовинами *A* та *B* зафіксовані певні величини їх концентрацій, при яких хімічна реакція характеризується відповідною швидкістю *v*:

- ✓ Вказати порядок реакції.
- ✓ Написати основне кінетичне рівняння для цієї реакції
- ✓ Обчислити константу швидкості хімічної реакції.
- ✓ Визначити, як зміниться швидкість реакції при збільшенні загального тиску в системі у *n* раз.

№	Дано:	Концентрація реагуючих речовин					<i>n</i>
		моль/л					
1.	<i>C</i> (A)	0,10	0,20	0,20	0,40	0,30	2
	<i>C</i> (B)	0,10	0,10	0,20	0,10	0,30	
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	0,0040	0,0160	0,0160	0,0640	0,036	
2	<i>C</i> (A)	0,10	0,20	0,20	0,10		4
	<i>C</i> (B)	0,10	0,10	0,20	0,05		
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	0,10	0,10	0,20	0,05		
3	<i>C</i> (A)	0,20	0,40	0,40	0,60	0,20	3
	<i>C</i> (B)	0,20	0,40	0,20	0,80	1,00	
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	0,32	2,56	0,64	15,36	8,00	
4	<i>C</i> (Co <sup>3+</sup> )	0,10	0,30	0,40	0,30	0,30	5
	<i>C</i> (Ti <sup>+</sup> )	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	1	3	4	6	9	
5	<i>C</i> (A)	0,30	0,60	0,90	0,30		4
	<i>C</i> (B)	0,30	0,30	0,60	0,60		
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	0,45	0,90	5,40	1,80	0,45	
6	<i>C</i> (A)	1,0	0,1	1,0			2
	<i>C</i> (B)	1,0	1,0	0,1			
	<i>v</i> , моль/(л·хв)	2,5·10 <sup>-2</sup>	2,5·10 <sup>-4</sup>	2,5·10 <sup>-4</sup>			
7	<i>C</i> (Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	0,02	0,04	0,02	0,078		2
	<i>C</i> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0,02	0,02	0,043	0,043		
	<i>v</i> ·10 <sup>8</sup> , моль/(л·с)	6,24	13,0	25,0	100,1		
8	<i>C</i> (CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> )	0,8	1,64	1,58	0,8		4
	<i>C</i> (I <sub>2</sub> )	1·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>		
	<i>v</i> ·10 <sup>6</sup> , моль/(л·с)	4,2	8,2	8,2	4,3		
9	<i>C</i> (PBr <sub>3</sub> ), 10 <sup>-6</sup> моль/л	9,0	9,0	9,0	2,25		2
	<i>C</i> (BBr <sub>3</sub> ), 10 <sup>-6</sup> моль/л	2,25	4,5	9,0	2,25		
	<i>v</i> ·10 <sup>8</sup> , моль/(л·с)[800°C]	4,6	9,2	18,4	1,15		
10	<i>C</i> (A)	4,0	8,0	12,0	4,0		3
	<i>C</i> (B)	16,0	16,0	8,0	8,0		
	<i>v</i> ·10 <sup>7</sup> , моль/(л·хв)	2,59	10,36	11,7	1,31		

11	$C(A), \text{ моль/м}^3$	40	60	40	10	2
	$C(B), \text{ моль/м}^3$	10	30	40	40	
	$v \cdot 10^2, \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{хв)}$	1,28	11,5	20,5	20,5	
12	$C(A), \text{ моль/м}^3$	22	20	40	62	4
	$C(B), \text{ моль/м}^3$	50	35	20	60	
	$v \cdot 10^4, \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{хв)}$	3,22	2,72	10,88	26,14	
13	$C(A), \text{ моль/м}^3$	10	20	20	30	3
	$C(B), \text{ моль/м}^3$	10	30	10	40	
	$v \cdot 10^4, \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{хв)}$	5,6	16,8	5,72	22,4	
14	$C(A), \text{ моль/м}^3$	30	60	15	60	3
	$C(B), \text{ моль/м}^3$	30	15	30	60	
	$v \cdot 10^5, \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{хв)}$	3,15	3,15	1,57	12,61	
15	$C(A), \text{ моль/м}^3$	20	40	20	30	4
	$C(B), \text{ моль/м}^3$	20	60	10	20	
	$v \cdot 10^5, \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{хв)}$	5,36	96,5	1,34	8,04	

11. Зміни концентрації гідроген пероксиду в результаті його каталітичного розкладу визначали шляхом титрування проб водного розчину гідроген пероксиду (об'ємом 2 мл) розчином калій перманганату ( $\text{KMnO}_4$ ) з молярною концентрацією 0,0015 моль/л. Об'єм  $\text{KMnO}_4$ , який витрачали на титрування, з часом змінювався так:

Тривалість реакції, хв	0	10	20	30	40
Об'єм $\text{KMnO}_4$ , мл	23,6	14,8	9,4	5,8	3,7

- ✓ Розрахувати середню величину константи швидкості реакції.
- ✓ Визначити порядок реакції.
- ✓ Написати рівняння хімічних реакцій – розкладу гідроген пероксиду та взаємодії гідроген пероксиду з калій перманганатом.

12. Швидкість реакції гідролізу етилацетатного естеру при  $50^\circ\text{C}$  визначали шляхом титрування проб реакційної суміші (однакових об'ємів) розчином луку ( $\text{NaOH}$ ) для нейтралізації одного з продуктів реакції – ацетатної кислоти. Молярна концентрація еквівалента  $\text{NaOH}$  дорівнювала 0,05 моль/л. Отримали такі результати:

Тривалість реакції, хв	0	10	15	40	$\infty$
Об'єм $\text{NaOH}$ , мл	10,8	14,6	16,1	22,8	40,2

- ✓ Визначити порядок реакції;
- ✓ Визначити середню величину константи швидкості реакції;
- ✓ Написати рівняння хімічних реакцій.

13. Швидкість реакції гідролізу пропілацетатного естеру визначали шляхом титрування проб реакційної суміші (однакових об'ємів) розчином луку ( $\text{NaOH}$ ) для нейтралізації одного з продуктів реакції – ацетатної кислоти.



Молярна концентрація еквівалента NaOH дорівнювала 0,05 моль/л. Отримали такі результати:

Тривалість реакції, хв	0	25	30	35	∞
Об'єм NaOH, мл	12,7	14,8	15,2	15,3	20,8

- ✓ Визначити порядок реакції.
- ✓ Визначити середню величину константи швидкості реакції.
- ✓ Написати рівняння хімічних реакцій.

14. Швидкість реакції гідролізу етилацетатного естеру визначали шляхом титрування проб реакційної суміші (однакових об'ємів) розчином луку (KOH) для нейтралізації одного з продуктів реакції – ацетатної кислоти. Молярна концентрація еквівалента KOH дорівнювала 0,05 моль/л. Отримали такі результати:

Тривалість реакції, хв	0	25	50	84	∞
Об'єм KOH, мл	11,2	12,6	13,7	15,3	38,3

- ✓ Визначити порядок реакції;
- ✓ Визначити середню величину константи швидкості реакції;
- ✓ Написати рівняння хімічних реакцій.

### 3. ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ КОМПЛЕКСНЕ ЗАВДАННЯ “КІНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ”

Різними методами визначити порядок, константу, швидкість та енергію активації хімічної реакції (таблиця 1), користуючись експериментальними результатами вивчення кінетичних закономірностей перебігу цієї хімічної реакції (таблиця 2)\*.

\*– номер реакції таблиці 2 відповідає її номеру в таблиці 1.

ТАБЛИЦЯ 1

Варіанти хімічних реакцій

№ реакції	Хімічна реакція	Умови		
		Початкові умови	$\Delta T$	$\gamma$
1	$\text{NH}_4\text{CNO} \rightarrow (\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (ізомеризація)	$\rho_0(\text{NH}_4\text{CNO}) = 22,9 \text{ г/л}$ $T_1 = 300 \text{ }^\circ\text{K}$	10	4,2
2	$\text{CHCl-CHCl} \rightarrow \text{CHCl-CHCl}$ (ізомеризація) (транс-форма) (цис-форма)	$T_1 = 318 \text{ }^\circ\text{K}$	10	3,4
3	$2\text{ClO}(\text{г}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	$T_1 = 350 \text{ }^\circ\text{K}$	10	1,9
4	$2\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	$T = 67 \text{ }^\circ\text{C}$	30	2,6
5	$\text{A} \rightleftharpoons \text{B} + \text{C}$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	25	4,2
6	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}$ (водн.) $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (водн.) + $\text{N}_2(\text{г})$	$T = 323 \text{ }^\circ\text{K}$ , $\rho_0(\text{солі}) = 10 \text{ г/л}$	40	2,0

7	$A \rightleftharpoons X$	$T_1 = 325 \text{ }^\circ\text{K}$	35	1,9
8	$A \rightleftharpoons Y$	$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	50	1,7
9	$A \rightleftharpoons Q$	$T_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$	60	2,3
10	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	10	2,55
11	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{OH}$	$C_0(\text{естеру}) = C_0(\text{лугу})$ $T_1 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$	48	1,86
12	$2A(p) \rightarrow B(p)$	$T_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$	25	3,3
13	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl} (\text{водн.}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} (\text{водн.}) + \text{N}_2(\text{г})$	$T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ $C_0(\text{солі}) = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$	15	3,9
14	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	30	3,6
15	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl}$	$T_1 = 746 \text{ }^\circ\text{K}$	54	3,0
16	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{HBr}$ (надлишок)	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	40	3,2
17	$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	50	4,0
18	$2\text{NCl}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	30	3,8
19	$\text{Rn} \rightarrow \text{RnA}$	$T_1 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$	60	2
20	$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	$T_1 = 303 \text{ }^\circ\text{K}$	20	3,2
21	$\text{NH}_4\text{SCN} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CS}$	$T_1 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$	30	4,1

ТАБЛИЦЯ 2

Експериментальні результати вивчення  
кінетичних закономірностей перебігу хімічних реакцій\*

№ реакції	Величини, зміна яких характеризує швидкість реакції	Номер експерименту							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1	$t, \text{ хв}$	0	20,0	50	65	150	300	$\infty$	
	$\rho (\text{NH}_2)_2 \text{CO} \text{ г/л}$	0	7,0	12,1	13,8	17,7	?	?	
2	$t, \text{ сек}$	0	600	1200	1500	1800	$\infty$		
	$C(\text{транс.}), \text{ моль/л}$	1,0	0,9	0,91	0,77	0,73	?		
3	$t \cdot 10^3, \text{ сек}$	0,12	0,62	0,96	1,6	3,2	4,0	5,75	$\infty$
	$C(\text{ClO}) \cdot 10^6, \text{ моль/л}$	8,49	8,09	7,1	5,79	5,2	4,77	3,95	?
4	$t, \text{ хв}$	0	1	2	3	4	5	$\infty$	
	$C(\text{N}_2\text{O}_5), \text{ моль/л}$	1,00	0,705	0,497	0,349	0,246	0,173	?	
5	$t, \text{ сек}$	0	400	800	1600	2000	2400	$\infty$	
	$C(A), \text{ моль/л}$	0,8	0,58	0,40	0,28	0,2	0,140	?	
6	$t, \text{ хв}$	6	9	12	14	18	22	26	$\infty$
	$V(\text{N}_2), \text{ см}^3$	19,3	26,0	32,6	36,0	41,3	45,0	46,5	58,3

7	$t, \text{хв}$	0	2	4	7	10	14	20	$\infty$
	$C(A), \text{моль/дм}^3$	1,00	0,82	0,67	0,49	0,37	0,24	0,14	?
8	$t, \text{хв}$	0	2	4	7	10			
	$C(A), \text{моль/дм}^3$	1,00	0,79	0,59	0,30	0,00			
9	$t, \text{хв}$	0	2	4	7	10	14	20	$\infty$
	$C(A), \text{моль/дм}^3$	1,00	0,84	0,72	0,58	0,50	0,40	0,33	?
10	$t, \text{сек}$	0	1150	2060	3600	5050	8000	$\infty$	
	$C(\text{ефіру}), \text{моль/л}$	0,50	0,375	0,30	0,216	0,150	0,071	?	
11	$t, \text{хв}$	0	3	5	7	10	15	25	$\infty$
	$C(\text{лугу}), \text{ммоль/л}$	10,0	7,40	6,34	5,50	4,64	3,63	2,54	?
12	$t, \text{хв}$	0	10	20	30	40	$\infty$		
	$C(B), \text{моль/л}$	0	0,089	0,153	0,200	0,230	0,312		
13	$t, \text{хв}$	2,0	4,0	6,0	9,0	12,0	16,0	22,0	8,0
	$V(N_2), \text{см}^3$	1,7	3,4	4,9	6,6	8,1	9,5	11,2	12,2
14	$t, \text{хв}$	0	30	90	130	180			
	$C(C_{12}H_{22}O_{11}), \text{моль/л}$	0,500	0,451	0,363	0,315	0,267			
15	$t, \text{хв}$	0	1	2	3	4	8	16	
	$C(C_2H_5Cl), \text{моль/л}$	0,100	0,0975	0,0951	0,0928	0,0905	0,0819	0,067	
16	$t, \text{год}$	0	4	10	15				
	$C(Br) \cdot 10^3, \text{кмоль/м}^3$	8,14	6,10	4,45	3,73				
17	$t, \text{год}$	0	184	319	526	867	1198		
	$C(N_2O_5), \text{моль/л}$	2,33	2,08	1,91	1,67	1,36	1,11		
18	$t, \text{год}$	0	4	6	22	$\infty$			
	$V(N_2) \cdot 10^{-6}, \text{м}^3$	0	10	13	26	28,5			
19	$t, \text{год}$	0	70	110	140	165	200		
	$V(Rn) \cdot 10^{-6}, \text{м}^3$	0,102	0,062	0,044	0,033	0,025	0,019		
20	$t, \text{год}$	0	10	30	$\infty$				
	$V(O_2) \cdot 10^{-6}, \text{м}^3$	0	3,3	8,1	15,6				
21	$t, \text{хв}$	0	19	38	48	60	$\infty$		
	$\alpha(NH_4SCN), \%$	2,0	6,9	10,4	12,3	13,6	23,2		

### ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

3.1. Інтегральні методи визначення порядку, константи швидкості та основного кінетичного рівняння хімічної реакції

Обчислити величини, що входять до інтегрального рівняння нульового, першого або другого порядків (математичний апарат кінетики хімічних процесів), для кожної експериментальної серії:

(1)

	0 Початкові умови	1	2	3	4	5	6	7
$C_0 - C_t$								
$\ln C$	$\ln C = \ln C_0 =$							
$\ln C_0/C$								
$1/C$	$1/C = 1/C_0 =$							
$(C_0 - C_t)/C_0 C_t$								
$1/t$								

*Аналітичний метод підстановки –*

оснований на підстановці результатів експерименту послідовно у інтегральні рівняння реакцій першого, другого, третього порядків з метою обчислення константи швидкості хімічної реакції, визначення її порядку та остаточного встановлення кінетичного рівняння реакції.

Підставити розраховані (п.1) значення послідовно в інтегральні рівняння нульового, першого або другого порядків.

- ✓ Провести розрахунки.
- ✓ Вибрати тільки одне аналітичне рівняння, за яким розрахунки дають практично однакові значення константи швидкості хімічної реакції.
- ✓ За вибраним рівнянням визначити порядок реакції.
- ✓ Результати записати в таблицю.

Експериментальна серія	1	2	3	4	5	6	7
Константа швидкості хімічної реакції, $k$							
$k_{\text{сер}}$ , розмірність константи							
Основне кінетичне рівняння							

*Графічний метод підстановки –*

- ✓ За даними п.1. побудувати графіки:
  - в координатах, що відповідають реакціям нульового порядку;
  - в координатах, що відповідають реакціям першого порядку;
  - в координатах, що відповідають реакціям другого порядку.
- ✓ Обрати кінетичне рівняння того порядку, для якого отримана закономірність є лінійною.
- ✓ За тангенсом кута нахилу прямої до осі абсцис визначити константу швидкості хімічної реакції. Порівняти результати, отримані двома інтегральними методами:

(1)

	За аналітичним методом	За графічним методом
Значення $k_{\text{ср}}$		
Порядок реакції		
Основне кінетичне рівняння		

3.2. Диференційний метод визначення порядку, константи швидкості та основного кінетичного рівняння хімічної реакції

В основі диференційного методу лежить постулат, що швидкість хімічної реакції визначається за концентрацією тільки одного з учасників реакції, якщо концентрація всіх інших речовин є у великому надлишку.

Диференційний підхід дозволяє визначити послідовно власні порядки учасників реакції і порядок реакції.

*Метод Вант-Гоффа*

Швидкість реакції залежить від концентрації певного компонента за диференційним рівнянням, запропонованим Вант-Гоффом:

$$v = k \cdot C(X)^n,$$

його лінеаризованою формою

$$\lg v = \lg k + n \lg C(X).$$

- ✓ Розрахувати середнє значення тривалості реакції в межах часового інтервалу  $t_2 - t_1$  за формулою

$$t_{\text{ср}} = (t_2 + t_1)/2$$

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7
Часовий інтервал	0 - 1	1-2	2 - 3	3-4	4 - 5	5-6	6 - 7
$t_{\text{ср}}$							
Розмірність $t_{\text{ср}}$							

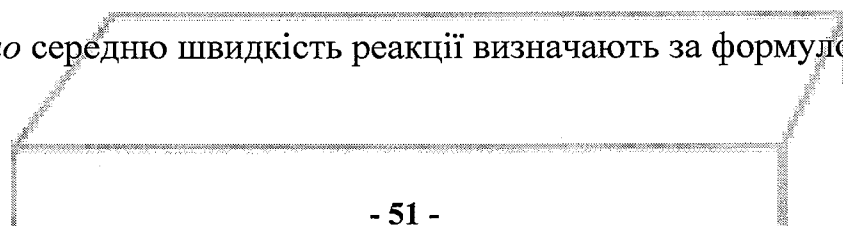
- ✓ Розрахувати середню концентрацію речовини в межах відповідного часового інтервалу ( $t_2 - t_1$ ) за формулою

$$C_{\text{ср}} = (C_2 + C_1)/2$$

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7
Часовий інтервал	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
$C_{\text{ср}}$							
Розмірність $C_{\text{ср}}$							

- ✓ Визначити середню швидкість реакції для кожного часового інтервалу двома способами.

Аналітично середню швидкість реакції визначають за формулою:



(7)

$$\bar{v} = \pm \frac{1}{\nu} \cdot \frac{C_{\text{ср}}}{t_{\text{ср}}}$$

Часовий інтервал	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	
$\bar{v}$								
Розмірність $\bar{v}$								

Графічний спосіб визначення середньої швидкості реакції проводиться за алгоритмом:

- побудувати графік зміни середньої концентрації речовини відповідно до часових інтервалів у координатах  $C_{\text{ср}} - t_{\text{ср}}$ ;
- побудувати дотичні в точках, які відповідають розрахованим величинам середньої концентрації речовини при певних значеннях  $t_{\text{ср}}$ ;
- визначити середню швидкість реакції для кожної точки за тангенсом кута нахилу дотичної до осі абсцис( $\alpha$ );
- Результати розрахунків записати в таблицю і порівняти результати розрахунків  $v_{\text{ср}}$  за аналітичним і графічним методами. Зробити висновки про більш точний метод визначення середньої швидкості реакції.

Часовий інтервал	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	
$\bar{v}$ аналітичний спосіб								
$\bar{v}$ графічний спосіб								
Розмірність $\bar{v}$								

- ✓ З метою визначення власного порядку ( $n$ ), порядку реакції ( $n$ ) та константи швидкості реакції ( $k$ ) за лінійною формою рівняння Вант-Гоффа

$$\lg \bar{v} = \lg k + n \lg C_{\text{ср}}$$

побудувати графік в координатах  $\lg \bar{v} - \lg C_{\text{ср}}$  (за результатами попередніх розрахунків).

Часовий інтервал	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	
$\lg \bar{v}$ ,								
$\lg C_{\text{ср}}$								

- ✓ За графіком визначити тангенс кута нахилу прямої до осі абсцис ( $\text{tg } \alpha$ ) і порядок реакції  $n$  ( $\text{tg } \alpha = n$ ) та константу швидкості реакції (за  $\lg k$ ).

(1)  
Порядок реакції,  $n$

Константа швидкості реакції  $k$

## ВИСНОВОК

1. Значення константи швидкості, порядку реакції для заданої хімічної реакції, визначені аналітичним та диференційним методами

	Порядок	Константа швидкості
Інтегральний метод		
Диференційний метод		

2. Основне кінетичне рівняння заданої хімічної реакції.
3. Графік зміни середньої швидкості хімічної реакції з часом в координатах  $\bar{v} - t_{\text{ср}}$ .
4. Період напіврозпаду для даної реакції.

- 3.3. Визначення енергії активації реакції та дослідження впливу температури на швидкість хімічної реакції

Для визначення енергії активації реакції користуються рівнянням Арреніуса:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

1. Визначити енергію активації реакції двома методами.

### Графічний метод визначення енергії активації реакції

Графічний метод оснований на використанні лінеаризованої форми рівняння Арреніуса:

(3)

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}, \quad \lg k = \lg A - \frac{E_a}{RT}$$

і побудові графіка прямої, де вісь ординат –  $\lg k$ ; вісь абсцис –  $\frac{1}{T}$ .

- А. Визначити константу швидкості реакції при  $T_2$ , користуючись температурним коефіцієнтом реакції  $\gamma$  за рівнянням

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

- Б. Побудувати графік в координатах  $\lg k - 1/T$

(1)

$T$	Константа швидкості	$\ln k$	$1/T$
$T_1 =$	$k_1 =$		
$T_2 =$	$k_2 =$		

- В. Розрахувати значення тангенса кута нахилу прямої до осі абсцис, за яким визначити енергію активації реакції:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{E_a}{R}; \quad E_a = R \operatorname{tg} \alpha.$$

- С. За точкою перетину прямої з віссю ординат знайти константу  $A$  (в рівнянні Арреніуса).

*Аналітичний метод визначення енергії активації реакції*

- А. Розрахувати енергію активації хімічної реакції можна за рівняннями:

(2)

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right), \quad \lg \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{2,3R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

- Б. Обчислення енергії активації реакції з використанням температурного коефіцієнта Вант-Гоффа

$$\lg \gamma = \lg \frac{k_{T+10}}{k} = \frac{E}{2,3R} \cdot \frac{10}{T(T+10)} \approx \frac{0,5E}{T^2},$$

$$\lg \gamma \approx \frac{0,5E}{T^2} \text{ при } T_1 \gg 10.$$

**ВИСНОВОК:** Порівняти результати визначення енергії активації заданої хімічної реакції, отримані графічним і аналітичними методами.

- 3.5. Розрахувати частку активних часточок в системі за значенням енергії активації реакції:

$$\frac{N_a}{N_{\text{заг}}} = e^{-E_a/R}$$

**ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК** – Кінетична характеристика хімічної реакції:

1. Порядок реакції;
2. Константа швидкості реакції;
3. Основне кінетичне рівняння;



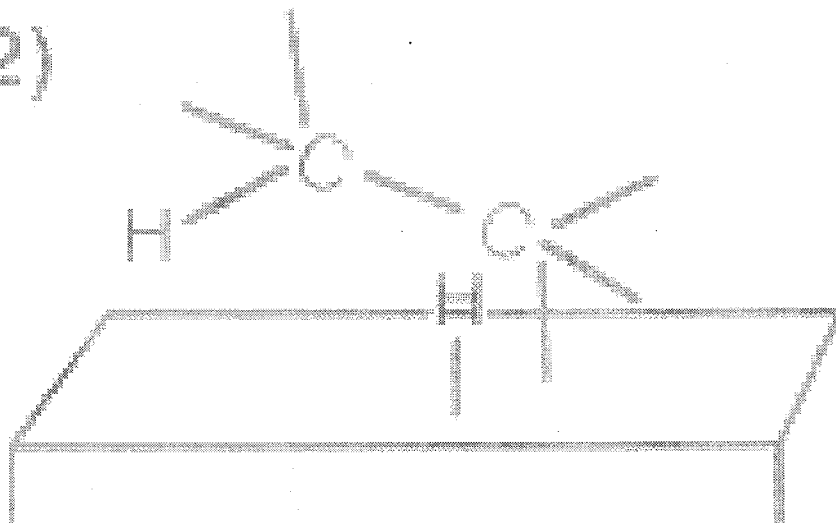
- (1)
4. Енергія активації реакції;
  5. Пояснення впливу температури на швидкість хімічної реакції.

#### 4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

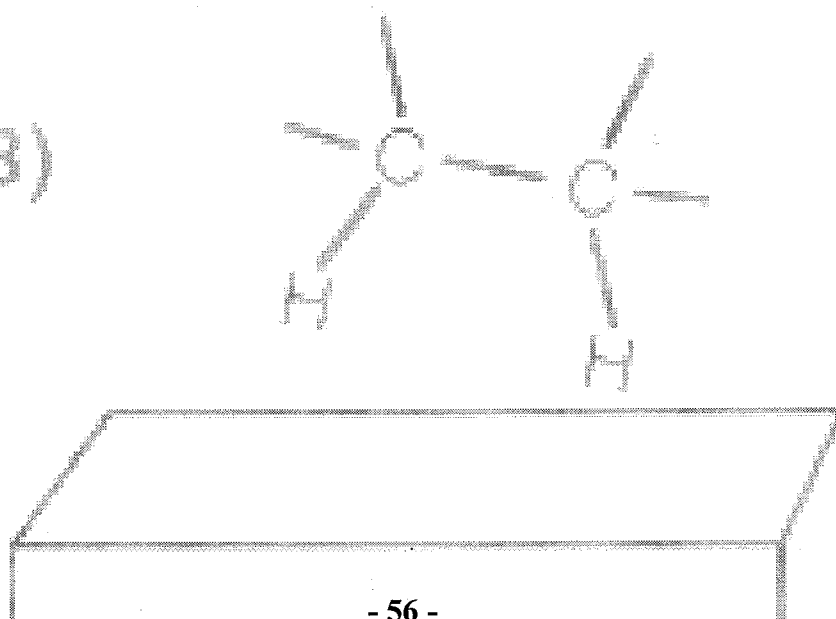
1. Швидкість гомогенної хімічної реакції. Основне кінетичне рівняння. Константа швидкості реакції, її фізичний зміст та властивості.
2. Особливості кінетики гетерогенних реакцій.
3. Ланцюгові реакції. Типи ланцюгових реакцій. Приклади.
4. Поняття про порядок хімічної реакції. Методи визначення порядку хімічної реакції.
5. Константа швидкості реакцій I-го порядку. Методи її визначення.
6. Кінетична класифікація хімічних реакцій. Приклади.
7. Залежність швидкості простої гомогенної хімічної реакції від концентрації речовин. Закон дії мас.
8. Залежність швидкості складної гомогенної хімічної реакції від концентрації речовин. Визначення порядку реакцій. Закон дії мас.
9. Константа швидкості складних гомогенних реакцій. Приклади визначення.
10. Класифікація складних гомогенних хімічних реакцій. Приклади.
11. Константа швидкості реакцій II-го порядку. Методи її визначення.
12. Поняття про прості гомогенні хімічні реакції. Молекулярність.
13. Фотохімічні реакції. Механізм фотохімічних реакцій на прикладі процесу фотосинтезу.
14. Фотохімічні реакції. Механізм фотохімічних реакцій на прикладі фотографічного процесу.
15. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Правило Вант-Гоффа та рівняння Арреніуса.
16. Вплив температури на кінетичні характеристики молекул в системі. Рівняння Клаузіуса та крива розподілу Максвелла-Больцмана.
17. Основні положення теорії бінарних співударів.
18. Гомогенний каталіз. Класифікація. Приклади каталітичних процесів, в яких каталізаторами є йони металів.
19. Закономірності дії каталізаторів. Основні положення.
20. Гомогенний каталіз. Класифікація. Приклади кислотно-основних каталітичних процесів.
21. Гомогенний каталіз. Основні закономірності ферментативного каталізу. Окисно-відновні процеси в біології.
22. Кінетичні особливості гетерогенного каталізу. Електронна теорія гетерогенного каталізу.
23. Класифікація каталітичних процесів. Типи каталітичних реакцій, приклади.
24. Особливості процесів гетерогенного каталізу. Основні положення мультиплетної теорії на прикладі реакцій гідрування алкенів, бензену, дегідратування та дегідратації спиртів.

- (1)
25. Основні положення теорії Арреніуса. Фізичний зміст коефіцієнтів в рівнянні Арреніуса.
  26. Поняття про енергію активації. Методи визначення енергії хімічної активації реакції.
  27. Основні положення теорії активованого перехідного комплексу.
  28. Гомогенний каталіз. Класифікація. Каталітичні процеси, в яких каталізаторами є комплексні сполуки. Їх застосування в медицині.

(2)



(3)



## МОДУЛЬ III. РОЗЧИНИ

### 1. КЛЮЧОВІ ПОНЯТТЯ ТА МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ

№	Поняття		
1	Концентрація розчиненої речовини в розчині	Молярна	
2		Еквівалентна	
3		Моляльна	
4		Масова	
5	Частка розчиненої речовини в розчині	Масова	
6		Мольна	
7		Об'ємна	
8	Коефіцієнт розчинності		
9	Розчинність		
10	Закон Рауля	I	Ідеальні та реальні розчини
11		II	
12	Закони Коновалова	I	Ідеальні та реальні системи
		II	
13	Колігативні властивості розбавлених розчинів	$\Delta T_{\text{зам}}$	Для розчинів молекулярних, розчинів електролітів
14		$\Delta T_{\text{кип}}$	
15		Осмотичний тиск,	
16		Константи	
17		Закон розбавлення Оствальда	
18		Ступінь дисоціації	(слабкі електроліти)
19		Ізотонічний коефіцієнт	(слабкі електроліти)
20		Осмотичний коефіцієнт	
21		Активність	(сильні електроліти)
22		Коефіцієнт активності в розчинах сильних електролітів	Перше наближення Друге наближення Третє наближення
23		Йонна сила розчину сильного електроліту	
24	Рівняння Клапейрона – Клаузіуса		
	Закон Генрі		
25	Закон Сеченова		
26	Діаграми стану	P-склад системи	Ідеальні та реальні концентровані розчини
		T-склад системи	
27	pH розчинів		
28	pH буферних розчинів		

29	Питома електропровідність		
30	Молярна та еквівалентна електропровідність		
31	Закон незалежного руху йонів Кольрауша		

## 2. ЗАДАЧІ

### РІВЕНЬ А

1. Розчин що містить  $m$ ,  $g$  певної речовини ( $B$ ), розчиненої у певній кількості розчинника ( $A$ ) і при певній температурі характеризується тиском насиченої пари  $P$ , пружністю пари розчинника  $P^0$  або зниженням тиску насиченої пари  $\Delta P$ . Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ Молярну масу речовини  $B$ ;
- ✓ Масу розчинника та його мольну частку;
- ✓ Масу компонента  $B$  в розчині та його мольну частку;
- ✓ Тиск насиченої пари над розчином
- ✓ Зниження тиску насиченої пари над розчином.

№ п/п	Природа розчинника (A)	Природа розчиненої речовини (B)	Маса компонентів розчину $m$ , г		Тиск пари $P$ , Па		$\Delta P$ , Па	Температура $^{\circ}C$
			A	B	розчину	розчинника		
1	вода	? г/моль	117,0	5,2	$3,07 \cdot 10^5$	$3,1200 \cdot 10^5$	?	70
2	вода	Цукор	800	?	?	$4,2452 \cdot 10^5$	33,3	30
3	вода	Цукор	900	?	?	$4,2452 \cdot 10^5$	212,25	30
4	вода	Цукор	100	10	$1,007 \cdot 10^5$	$1,0133 \cdot 10^5$	?	100
5	етер	? г/моль	4500	?	?	$0,864 \cdot 10^5$	2666	30
6	вода	?	785	28,5	?		7375,9	40
7	$CS_2$	анілін	3040	38,4	?	$1,0133 \cdot 10^5$	1003,7	
8	етер	фенол	8000	62	?		50700	
9	вода	етиленгліколь	900	50	?	12334	?	50
10	вода	?	100	0,2 моль	?	$1,0133 \cdot 10^5$	?	100
11	вода	?	?	1 моль	33 310	47 375	?	80
12	вода	Цукор	90	34,2	?	25 003	?	65
13	вода	? глюкоза	108	27	98 775,3	$1,0133 \cdot 10^5$	?	100
14	вода	метанол	?	16	1200	1227,8	?	10
15	ацетон	?	200	10,5	21854,4	23 939,35	?	
16	етер	анілін	201	155	42 900	86 380	?	

2. Розчин речовини  $B$  у розчиннику  $A$  кипить (або замерзає) на  $\Delta T$  градусів вище (або нижче) у порівнянні з температурою кипіння (або замерзання) чистого розчинника  $T^0$ . Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ молекулярну масу розчиненої речовини;
- ✓ зниження температури замерзання;
- ✓ підвищення температури кипіння;
- ✓ концентрацію розчиненої речовини в розчині

№ п/п	Природа компонентів розчину		Вміст компонентів розчину, г		$\Delta T_{\text{кип}}$	$\Delta T_{\text{зам}}$	Розчинник		Уявний ступінь дис. $\alpha_{\text{уявн.}}$ %
	Розчинника (A)	розчиненої речовини (B)	A	B			$T^0_{\text{кип}}$	$T^0_{\text{зам}}$	
<b>Неелектроліти</b>									
1	$(C_2H_5)_2O$	камфора	399,6	12,987	0,453				
2	етер	камфора	17	0,552	0,461				
3	$H_2O$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	100	0,6844	–	0,0374	100	0	
4	$H_2O$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	?	?	0,13	–	100	0	
5	бензен	$C_6H_5CO_2H$	100	1	–	0,211	80,2	5,45	
6	$H_2O$	$C_6H_5CO_2H$	100	1	?	–	0,154	0	
7	бензен	сірка	20	0,162	0,081	–			
8	етер	нафталін	20	1	?	–	35,60	–	
9	вода	?	30	1,05	?	0,7	100	0	
10	бензен	нітробензен	10	1	?	?	80,2	5,45	
11	вода	цукор	400	20	?	?	100	0	
12	бензен	?камфора	26	0,052	?	?	80,2	5,45	
13	метанол	?йод	100	9,2	65	?	64,7		
14	вода	етиленгліколь	4000	500	?	?	100	0	
15	бензен	нафталін	8000	?	?	2,00	80,2	5,45	
16	ацетон	гліцерин	400	9,2	?	?	56		
<b>Електроліти</b>									
17	Вода (морська)	NaCl	?	?	?	2,2	100	0	89
18	Вода	NaCl	100	9	?	?	100	0	97

3. Осмотичний тиск водного розчину  $(A+B)$  з певною концентрацією (див. склад розчину, табл.) дорівнює  $\Pi$ , Па при  $T$  °C. Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ Молярну масу речовини  $B$ ;
- ✓ Склад розчину та його концентрація
- ✓ Осмотичний тиск розчину;
- ✓ Температуру, при якій розчин розвиває заданий осмотичний тиск;
- ✓ ступінь дисоціації (або уявний ступінь дисоціації) речовини  $B$  в розчині.

№ п/п	Розчинник (А)	Розчинена речовина (В)	Склад розчину			Концентрація розчину, моль/л	Ступінь дисоц., $\alpha$ %	Осмотичний тиск розчину П, Па	Т, °С
			А+В, л	А, г	В, г				
Неелектроліти									
1	вода	$C_{12}H_{22}O_{11}$	?	?	?	?	—	$4,786 \cdot 10^5$	25
2	вода	$C_{12}H_{22}O_{11}$	4,0		90,08	—	?	?	27
3	вода	Гліцерин	1,0		18,4	?	?	?	0
4	вода	$C_{12}H_{22}O_{11}$	1,0	?	?	?	—	$3,55 \cdot 10^5$	0
5	вода	анілін	3,0	?	18,6	?	?	$2,84 \cdot 10^5$	?
6	вода	?	1,0	?	3,2	?	?	$2,42 \cdot 10^5$	20
7	вода	?	0,5	?	2	?	—	$0,51 \cdot 10^5$	0
8	вода	? (маніт)	1,0	?	72	?	?	$9,00 \cdot 10^5$	0
9	вода	етанол	0,10	?	46	?	—	?	25
10	вода	$C_{12}H_{22}O_{11}$	0,50	?	4,5	?	—	?	30
11	вода	$C_{12}H_{22}O_{11}$	1,0	?	?	?	—	$3,55 \cdot 10^5$	50
12	вода	анілін	2,0	?	?	?	—	$2,84 \cdot 10^5$	35
13	вода	маніт	1,0	?	?	?	—	$5,500 \cdot 10^5$	40
14	вода	?	3,0	?	?	?	—	$1,2 \cdot 10^5$	10
Електроліти									
15	вода	$CaCl_2$	1,0	?	?	?	?	$1,35 \cdot 10^5$	20
16	вода	Кров (NaCl)	0,25	?	?	?	100	$7,7 \cdot 10^5$	36
17	вода	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,5	?	63	?	?	$1,62 \cdot 10^5$	19

4. Водний розчин кислоти (В) з молярною концентрацією її в розчині  $C(X)$  та молярною концентрацією протонів  $C(H^+)$  характеризується ступенем дисоціації  $\alpha, \%$  і величиною рН. Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ ступінь дисоціації кислоти в розчині та ізотонічний коефіцієнт;
- ✓ молярну концентрацію кислоти;
- ✓ молярну концентрацію протонів в розчині кислоти;
- ✓ величину рН розчину;
- ✓ величину константи дисоціації кислоти;
- ✓ масу протонів в розчині кислоти.

№ п/п	Природа кислоти (В)	Розчин кислоти				рН	Ступінь дисоціації $\alpha, \%$	Константа дисоціації $K_d$
		V, мл	$C(X),$ моль/л	$C(H^+)$ моль/л	$m(H^+), z$			
1	$HCOOH$	250	?	$3,6 \cdot 10^{-4}$	?	?	?	$1,77 \cdot 10^{-4}$
2	$CH_3COOH$	30	?	?	?	3,5	?	$1,8 \cdot 10^{-5}$
3	$CH_3COOH$	100	0,01	?	?	?	4,25	?
4	$CH_3COOH$	50	0,1	?	?	?	1,34	?
5	$CH_3COOH$	80	1	?	?	?	0,42	?
6	$H_3PO_4$	150	0,5	?	?	?	?	$K_{d1} = 7,11 \cdot 10^{-3}$
7	$HNO_2$	200	0,01	?	?	?	?	$5,1 \cdot 10^{-4}$
8	$HCN$	1,5	1,0	?	?	?	?	$4,9 \cdot 10^{-10}$
9	$C_6H_5COOH$	100	?	$3 \cdot 10^{-3}$	?	?	?	$6,14 \cdot 10^{-5}$

10	HNO <sub>2</sub>	200	0,5	?	?	?	?	5,1·10 <sup>-4</sup>
11	HCN	1,5			?		1,5	4,9·10 <sup>-10</sup>
12	CH <sub>3</sub> COOH	30	?	?	?	5,6	?	1,8·10 <sup>-5</sup>
13	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	100	?	?	?	6	?	6,14·10 <sup>-5</sup>
14	HCOOH	250	?		?	4	?	1,77·10 <sup>-4</sup>
15	HNO <sub>2</sub>	200	?	?	?	2	?	5,1·10 <sup>-4</sup>
16	HCOOH	250	?	?	?	2,8	?	1,77·10 <sup>-4</sup>

5. До певного об'єму водного розчину кислоти В з молярною концентрацією протонів  $C(H^+)$ , моль/л (вихідний розчин) додають сіль (С), що містить однойменні до кислоти аніони, у вигляді наважки або розчину. Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ Ступінь дисоціації кислоти (або розчинної основи) у вихідному розчині;
- ✓ Молярну концентрацію вихідного розчину кислоти;
- ✓ Молярну концентрацію добавленого розчину солі;
- ✓ Величину  $pH_1$  вихідного розчину;
- ✓ Величину  $pH_2$  розчину, яка виникла в результаті добавляння до нього солі.

№ п/п	Природа розчиненої речовини (В)	Природа солі (С)	Вихідний розчин кислоти*			$pH_1$	$pH_2$	Добавлено С		
			V, мл	C, моль/л	$C(H^+)$ моль/л			Наважка т, г	розчин	
									V, мл	C, моль/л
1	HCOOH	HCOONa	250	?	$3,6 \cdot 10^{-4}$	?	?	1,7		
2	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa	30	0,2	?	?	?	—	50	0,3
3	HNO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	20	0,052	?	?	?	—	42	2,0
4	HCOOH	HCOONa	50	0,1	?	?	?	—	50	0,2
5	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa	100	?	$4,8 \cdot 10^{-3}$	?	?	2	100	?
6	HNO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	200	?	$1,3 \cdot 10^{-4}$	?	?	1,5	40	?
7	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	150	0,5	?	?	?	—	100	0,5
8	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	50	?	$6 \cdot 10^{-3}$	?	?	—	50	0,2
9	HCOOH	HCOONa	100	2,0	?	?	?	3	—	—
10	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa	250	?	$7 \cdot 10^{-4}$	?	?	4	—	—
11	HNO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	30	?	$6 \cdot 10^{-2}$	?	?	3,6	—	—
12	HCOOH	HCOONa	90	0,4	?	?	?	—	90	0,4
13	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa	60	0,5	?	?	?	3	60	—
14	HNO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	150	?	?	4	?	2	100	—
15	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	70	?	?	5	?	—	70	0,1
16	HCOOH	HCOONa	80	?	?	3,5	?	—	80	0,2

\*— величини констант дисоціації кислот дивись у попередній задачі.

6. Маємо водний розчин сильного електроліту В або суміші сильних електролітів В + С. Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ йонну силу розчину
- ✓ коефіцієнт активності катіонів у розчині;
- ✓ активність катіонів алюмінію у розчині;
- ✓ середню активність розчину електроліту.

№ п/п	Природа речовин, що утворюють розчин		Еквівалентна концентрація речовин, що утворюють розчин	
	В	С	В	С
1	Алюміній сульфат	–	0,0002	–
2	Аргентум нітрат	Сульфатна кислота	0,002	0,4
3	Кобальт(II) нітрат	Нітратна кислота	0,004	0,02
4	Ферум(II) сульфат	Сульфатна кислота	0,003	0,03
5	Нікель(II) хлорид	Хлоридна кислота	0,0005	0,5
6	Алюміній нітрат	–	0,001	–
7	Хром(III) нітрат	Нітратна кислота	0,0002	0,02
8	Ферум(II) хлорид	–	0,002	–
9	Хром(III) хлорид	–	0,004	–
10	Плюмбум ацетат	Ацетатна кислота	0,003	0,003
11	Натрій сульфат	–	0,0005	–
12	Калій нітрат	–	0,0002	–
13	Калій фосфат	–	0,002	–
14	Натрій гідрогенфосфат	–	0,005	–
15	Барій хлорид	–	0,0034	–

7. Водний розчин речовини В є електролітом і характеризується певними величинами питомої ( $\sigma$ ), еквівалентної ( $\Lambda$ ) електропровідності, за якими визначають константу ( $K_d$ ) та ступінь ( $\alpha$ ) дисоціації слабкого електроліту в розчині або уявний ступінь дисоціації для сильного електроліту ( $\alpha_{\text{уявн.}}$ ). Скласти задачу та визначити величини, позначені у таблиці знаком питання ? (вибрати для кожного варіанту задачі):

- ✓ Питому електропровідність розчину;
- ✓ Еквівалентну електропровідність розчину;
- ✓ Ступінь дисоціації слабкого електроліту;
- ✓ Уявний ступінь дисоціації сильного електроліту.

№ п/п	Речовина В	Електропровідність розчину			Концентрація розчину	$\alpha$ (або $\alpha_{\text{уявн.}}$ ), %
		Питома	Еквівалентна, $\text{м}^2/(\text{Ом} \cdot \text{моль})$			
			$\Lambda_{\infty} \cdot 10^{-4}$	$\Lambda \cdot 10^{-4}$		
1	Калій йодид	?	150,31	146,7	0,002 моль/л	?
2	Аргентум нітрат	?	133,29	130,45	0,001	?
3	Барій хлорид	?	139,91	119,03	0,02	?
4	Кальцій хлорид	?	135,77	111,42	0,05	?
5	Купрум(II) сульфат	?	133,6	83,08	0,01	?
6	Калій гідроксид	?	271,5	230	0,005	?
7	Калій хлорид	?	149,79	141,2	0,01	?
8	Амоній хлорид	?	149,6	146,7	0,001	?
9	Калій гідроксид	?	271,5	213	0,1	?



10	Калій бромід	?	151,9	135,61	0,05	?
11	Калій хлорид	?	149,79	146,88	0,001	?
12	Калій нітрат	?	144,89	141,77	0,001	?
13	Калій хлорид	?	149,79	128,9	0,1	?

### РІВЕНЬ Б

8. Змішали дві речовини А та В, які повністю взаєморозчинні. Після змішування не спостерігалось випадіння осаду, а також виділення газу або розшарування розчину. Доведіть, що між молекулами А та В існують певні сили взаємодії. Яку вони мають природу? Якщо в результаті взаємодії утворюється речовина АВ, то поясніть, як її можна виявити?
9. Визначити, скільки атомів входить до складу молекули сірки, якщо температура кипіння розчину: 4,455 г сірки у 50 г бензену – на 0,891 градусів вище від температури кипіння чистого бензену. Ебуліоскопічна стала бензену 2,60.
10. Експериментальне визначення молекулярної маси нітратної кислоти показало, що у розчині нітробензену вона відповідає формулі  $\text{HNO}_3$ , а у водному розчині має у два рази менші значення молекулярної маси. Поясніть дане явище.
11. У 100 об'ємах води розчиняється відповідно 10, 23 і 174 об'єми етану, етену і ацетилену. В той же час у 100 об'ємах спирту розчиняється відповідно 52, 150 і 600 об'ємів етану, етену та ацетилену. Пояснити взаємозв'язок розчинності речовин з їх природою і природою розчинника.
12. До 200 мл розчину мурашиної кислоти з молярною концентрацією 0,2 моль/л додали 1,71 г натрій формиату ( $\text{HCOONa}$ ). Розрахувати ступінь дисоціації кислоти та рН буферного розчину.
13. Чотири різних речовини мають однаковий склад: 6,66% (H), 40,1% (C), 53,33% (O). Наважку кожної речовини масою 0,5 г розчинили у воді об'ємом 500 мл і отримали чотири розчини. Температури замерзання кожного розчину відповідно становлять:  $-0,062$ ,  $-0,031$ ,  $-0,021$  та  $-0,0103$  °C. Визначити молекулярні формули речовин.
14. Визначити та пояснити, в якому з двох розчинників – бензині або воді, будуть краще розчинятись такі гази: He,  $\text{H}_2$ , Ar,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SC}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , HCl.
15. Визначити ступінь дисоціації та рН розчину ацетатної кислоти з молярною концентрацією 0,05 моль/л. Як зміняться ці величини, якщо до 100 мл додали 0,982 г калій ацетату.
16. Температура замерзання розчину бензенової кислоти в бензені з масовою часткою 1% на 0,211 градусів менше від температури замерзання чистого бензену ( $5,45$  °C). Температура замерзання розчину бензенової кислоти у воді з масовою часткою 1% на  $0,154$  °C нижче від температури замерзання чистої води. Пояснити експериментальні результати. (Кріоскопічні сталі бензену та води відповідно дорівнюють 5,07 та 1,86).

17. Питома електропровідність водного розчину пропанової кислоти ( $C_2H_5COOH$ ) з масовою часткою 1% при  $298\text{ }^{\circ}K$  складає  $4,79 \cdot 10^{-4}\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Густина розчину  $1,0\text{ г/см}^3$ . Визначити рН розчину.
18. Розчин  $0,5\text{ г}$  алюміній бромід у  $200\text{ г}$  бензену замерзає на  $0,025$  градусів нижче від температури замерзання чистого бензену. Пояснити, яким є стан молекул алюміній бромід в цьому розчині. ( $K_{кр} = 5,07$ ,  $T_{пл} = 5,45^{\circ}C$ ).
19. Вам запропоновано воду дистильовану, кип'ячену та водопровідну. Як будуть відрізнятися їх температури кипіння та замерзання? Відповідь обґрунтувати на основі хімічних та фізико-хімічних закономірностей.
20. Користуючись законами Гесса та Коновалова, пояснити природу теплового ефекту, який спостерігається при додаванні сульфатної кислоти у воду. Чому додавання хлоридної та нітратної кислот до води супроводжується меншими тепловими ефектами.
21. Визначити молярну концентрацію гідроксид-іонів в розчині амоній гідроксиду  $NH_4OH$ , з молярною концентрацією еквівалента  $0,05\text{ моль/л}$ . Як зміниться рН, якщо до  $100\text{ мл}$  розчину додати  $0,1\text{ г}$   $NH_4Cl$ .
22. Молекулярна маса  $As_2O_3$ , визначена шляхом ебуліоскопічного дослідження його розчину в нітробензені, дорівнює  $390$ . Користуючись наведеними та необхідними довідниковими даними складіть і розв'яжіть задачу.
23. Температура початку кристалізації хлориду калію в розплаві  $KCl-BaSO_4$ , залежить від складу системи: при вмісті  $BaSO_4 - 8,9\%$  вона дорівнює  $1024^{\circ}K$ , при вмісті  $BaSO_4 - 17,9\%$  вона дорівнює  $1006^{\circ}K$ . Температура плавлення чистого  $KCl$  становить  $1043^{\circ}K$ , його криоскопічна стала  $-25,2$ . Визначити ступінь дисоціації  $BaSO_4$  в розчинах.
24. Розчин цукрози ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) об'ємом  $1\text{ л}$  містить  $68,4\text{ г}$  речовини і розвиває осмотичний тиск  $4,786 \cdot 10^5\text{ Па}$  при  $0^{\circ}C$ . Визначити осмотичний тиск розчину цукрози, який містить  $8,55\text{ г}$  речовини у  $100\text{ мл}$  розчину при  $30^{\circ}C$ .
25. Розчин слабкої кислоти  $HA$  при  $298^{\circ}K$  та розведенні  $32\text{ л/моль}$  має еквівалентну електропровідність  $9,2\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ , а при нескінченному розбавленні  $-389\text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ . Розрахувати молярну концентрацію йонів Гідрогену в розчині та константу дисоціації слабкої кислоти.
26. Якими фізико-хімічними законами можна довести існування явищ асоціації та дисоціації часточок (молекул, йонів) в розчинах неелектролітів та електролітів. Наведіть приклади.
27. Розрахувати концентрацію розчину цукрози, який при температурі  $27^{\circ}C$  розвиває осмотичний тиск  $1,56 \cdot 10^5\text{ Па}$  та замерзає при температурі  $-0,119^{\circ}C$ . Дати пояснення.
28. Визначити температуру замерзання розчину та хімічну формулу сполуки за такими даними: розчин об'ємом  $1\text{ л}$  містить  $4,054\text{ г}$  речовини і має осмотичний тиск  $3,067 \cdot 10^5\text{ Па}$ ; елементний склад речовини:  $40\%$  (C),  $6,7\%$ (H),  $53,3\%$ (O).
29. Визначити ступінь дисоціації мурашиної кислоти в розчині з молярною концентрацією  $0,22\text{ моль/л}$ . Як зміниться рН розчину, якщо до  $500\text{ мл}$  розчину кислоти додати  $3,4\text{ г}$  натрій форміату ( $HCOONa$ ).

3. КОМПЛЕКСНЕ РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ  
 “РОЗЧИНИ СЛАБКИХ ТА СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ”

УМОВА ЗАВДАННЯ

Два розчини  $A$  і  $B$  (вважати їх ідеальними) приготували шляхом розчинення певної маси речовин [відповідно  $m(A)$ , г та  $m(B)$ , г – таблиця], кожної у  $X$  (г) води. Густина розчинів відповідно дорівнюють  $a$  та  $b$  (г/см<sup>3</sup>).

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

1. Розрахувати молярну, еквівалентну, масову концентрації заданих розчинів та їх масову частку.
2. Розрахувати тепловий ефект процесу розчинення речовини  $A$  з масою  $m$  у воді масою  $X$ . Пояснити механізм її розчинення у воді.
3. Пояснити тепловий ефект нейтралізації розчину речовини  $B$  будь-яким розчином лугу.
4. Визначити ізотонічний коефіцієнт та ступінь дисоціації речовини  $B$  у її водному розчині.
5. Розрахувати йонну силу та активність речовини  $A$  у її водному розчині.
6. Визначити коефіцієнт активності речовини  $A$  у водному розчині.
7. Розрахувати парціальний тиск пари розчинника над розчином речовин  $B$  при температурі  $T$ , якщо пружність пари розчинника при цій температурі становить  $p^0$ .
8. Визначити, який з цих розчинів:
  - кипить при більш високій температурі,
  - замерзає при більш низькій температурі,
  - розвиває більш високий осмотичний тиск.
9. Розрахувати  $pH$  буферного розчину, що утворюється при змішуванні однакових об'ємів розчинів речовин  $A$  та  $B$ .
10. Для заданих розчинів розрахувати величини:
  - $pH$ ,
  - питому електропровідність,
  - молярну електропровідність.

ТАБЛИЦЯ

Варіанти завдання

№	Речовини		Маса речовин, г			Густина розчинів, г/см <sup>3</sup>		$T, ^\circ C$	$p^0, (H_2O)$ мм.рт.ст	$K_{дис}$ (В)
	A	B	$m(A)$	$m(B)$	$X(H_2O)$	A	B			
1	HCOONa	HCOOH	6,2	5,06	100	1,0368	1,0117	80	355,1	1,77·10 <sup>-4</sup>
2			19	46,103	450	1,0239	1,0247	85	433,6	
3			29	62,6	270	1,063	1,0538	90	525,7	
4			46	49,2	550	1,0498	1,0171	95	633,0	
5			43	30,4	330	1,0762	1,0222	100	760	
6			6,2	3,02	150	1,0368	1,0045	105	906,1	

7	CH <sub>3</sub> COONa	CH <sub>3</sub> COOH	20	15,0	500	1,0186	1,0026	80	355,1	1,8·10 <sup>-5</sup>
8			11	15,1	250	1,0392	1,0069	85	433,6	
9			46	32,8	360	1,0600	1,0112	90	525,7	
10			3,1	12,7	180	1,0807	1,0084	95	633,0	
11			4,3	9,25	70	1,0289	1,0168	100	760	
12			22	23,4	210	1,0495	1,0140	105	906,1	
13	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	(COOH) <sub>2</sub>	38	14,3	350	1,0753	1,0181	80	355,1	(I) 5,4·10 <sup>-2</sup> (II) 5,4·10 <sup>-5</sup>
14			43	33,2	400	1,0753	1,0375	85	433,6	
15			72	28,1	550	1,0912	1,0231	90	525,7	
16			66	46,9	500	1,0912	1,0424	95	633,0	
17			45	17,9	290	1,1072	1,0278	100	760	
18			22	10,1	140	1,1072	1,0326	105	906,1	
19	NaC <sub>4</sub> H <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	(CHOHCOOH) <sub>2</sub>	13	13	180	1,0391	1,0293	80	355,1	(I) 1,04·10 <sup>-3</sup> (II) 4,55·10 <sup>-5</sup>
20			16	32,7	220	1,0391	1,0633	85	433,6	
21			26	61,8	360	1,0391	1,073,6	90	525,7	
22			29	78	400	1,0391	1,084,0	95	633,0	
23			19	16	260	1,0391	1,0247	100	760	
24			25	74,4	340	1,0391	1,0944	105	906,1	
25	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	35	20,4	330	1,073	1,0330	80	355,1	(I) 1·10 <sup>-3</sup> (II) 6,31·10 <sup>-8</sup>
26			24	29,5	280	1,0575	1,0557	85	433,6	
27			33	25,8	310	1,073	1,0442	90	525,7	
28			13	19,2	150	1,0575	1,0673	95	633,0	
29			5,6	13,6	90	1,0422	1,0792	100	760	
30	NaHSO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O·SO <sub>2</sub>	38	18	440	1,0840	1,0221	85	433,6	(I) 1,58·10 <sup>-2</sup> (II) 6,31·10 <sup>-8</sup>
31			19	8,73	170	1,104	1,0275	90	525,7	
32			30	13,6	220	1,124	1,0328	95	633,0	
33			90	40,7	560	1,144	1,0377	100	760	
34			22	26,5	340	1,063	1,0401	105	906,1	
35	NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	20	9,35	500	1,0107	0,990	80	355,1	1,8·10 <sup>-5</sup>
36			15	3,35	250	1,0168	0,9920	85	433,6	
37			25	7,22	310	1,0227	0,9880	90	525,7	
38			19	3,2	170	1,0168	0,9900	95	633,0	
39			18	6,4	450	1,0107	0,9920	105	906,1	

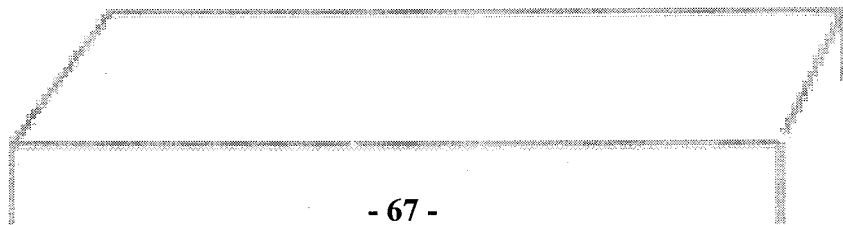
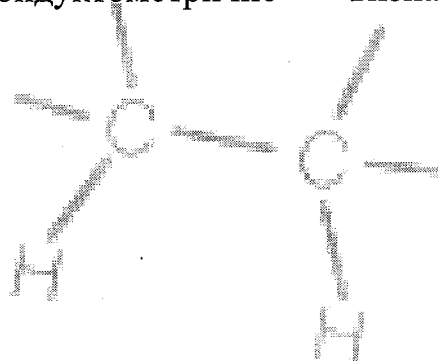
#### 4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Розчини. Фізична та хімічна теорії розчинів. Механізм розчинення речовин. Роль міжмолекулярної та хімічної взаємодії, поняття про сольватацію (гідратацію). Способи вираження кількісного складу розчинів.
2. Закони Рауля для ідеальних та реальних розчинів. Наслідки законів Рауля: зниження температури замерзання розчинів, підвищення температури кипіння розчинів. Експериментальне визначення молярної маси речовин.

(1)

3. Осмотичний тиск молекулярних розчинів та розчинів електролітів. Закон Вант-Гоффа. Осмотичні явища в біології: гіпо-, ізо-, гіпертонічні розчини, явища гемолізу, плазмолізу.
4. Концентровані рідкі розчини. Рівновага пара-рідкий розчин в системах з необмеженою взаємною розчинністю рідин. I закон Коновалова.
5. Концентровані рідкі розчини. Рівновага пара-рідкий розчин в системах з необмеженою взаємною розчинністю рідин. II закон Коновалова. Фізико-хімічні основи простої та фракційної перегонки розчинів. Ректифікація.
6. Концентровані рідкі розчини. Рівновага пара-рідина в системах з обмеженою взаємною розчинністю рідин та взаємно нерозчинними рідинами (на прикладі систем анілін-вода, нікотин-вода, бензен-вода).
7. Розбавлені розчини слабких електролітів. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Закон розведення Оствальда. Експериментальне визначення ступеня та константи дисоціації.
8. Іонний добуток води. Водневий показник кислотності середовища, рН розчинів. Значення рН різних систем організму людини.
9. Колігативні властивості розчинів електролітів
10. Буферні розчини. Буферні системи організму. Механізм буферної дії. Буферна ємкість. Визначення рН буферних розчинів. Кисотно-основний стан крові. Буферні властивості амінокислот та білків.
11. Гідроліз водних розчинів солей та визначення рН розчинів солей.
12. Кислоти, основи, амфоліти. Протолітична теорія розчинів Бренстеда. Апротонна теорія кислот і основ Льюїса.
13. Розчини сильних електролітів. Основи теорії сильних електролітів. Поняття про активність, коефіцієнт активності.
14. Електропровідність розчинів. Рухливість йонів. Експериментальне визначення питомої електропровідності розчинів.
15. Закони Кольрауша. Кондуктометричне дослідження властивостей розчинів електролітів. Кондуктометричне титрування. Застосування кондуктометрії в біології.
16. Добуток розчинності важкорозчинних електролітів. Умова розчинення та утворення осаду. Кондуктометричне визначення розчинності важкорозчинних сполук.

(3)



# МОДУЛЬ ІV. ЕЛЕКТРОХІМІЯ

## 1. ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВІ РОБОТИ

### РОЗРАХУНКОВА РОБОТА № 1 «ЕЛЕКТРОДИ. ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ»

УМОВА І: Дано електрод  $X_1$ , стандартний окисно-відновний потенціал якого дорівнює  $\varphi^0$ , В.

Користуючись параметрами, заданими в таблиці, дати повну характеристику електроду та показати можливість його використання в різних типах гальванічних ланцюгів.

ТАБЛИЦЯ 1

Варіанти

№	ЕЛЕКТРОДИ				Еквівалентна концентрація, моль/л	
	$X_1$		$X_2$		$C_1(1/zX_1)$	$C_2(1/zX_1)$
	Будова	$\varphi^0$ , В	Будова	$\varphi^0$ , В		
1	$Ag^+/Ag$	+0,80	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,001	0,1
2	$Al^{3+}/Al$	-1,66	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,002	0,1
3	$Cd^{2+}/Cd$	-0,40	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,0004	0,1
4	$Co^{2+}/Co$	-0,28	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,0005	0,1
5	$Cr^{3+}/Cr$	-0,74	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,001	0,2
6	$Cu^{2+}/Cu$	+0,34	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,002	0,2
7	$Fe^{2+}/Fe$	-0,44	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,0004	0,2
8	$Fe^{3+}/Fe$	-0,04	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,0005	0,2
9	$Mn^{2+}/Mn$	-1,19	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,001	0,15
10	$Ni^{2+}/Ni$	-0,23	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,002	0,15
11	$Pb^{2+}/Pb$	-0,13	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,0004	0,15
12	$Sn^{2+}/Sn$	-0,14	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,0005	0,15
13	$Ti^{2+}/Ti$	-1,63	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,001	0,3
14	$Zn^{2+}/Zn$	-0,75	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,002	0,3
15	$Au^{3+}/Au$	+1,41	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,0004	0,3
16	$Pt, Cl_2/2Cl$	+1,35	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,0005	0,3
17	$Pt, H_2/2H^+$ ( $P=1 атм.$ )	0,0	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,001	0,1
18	$Ag^+/Ag$	+0,80	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,002	0,1
19	$Al^{3+}/Al$	-1,66	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,0004	0,1
20	$Cd^{2+}/Cd$	-0,40	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,0005	0,1
21	$Co^{2+}/Co$	-0,28	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,001	0,2
22	$Cr^{3+}/Cr$	-0,74	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,002	0,2
23	$Cu^{2+}/Cu$	+0,34	$Hg, Hg_2Cl_2/KCl_{насич}$	0,2681	0,0004	0,2
24	$Fe^{2+}/Fe$	-0,44	$Hg, Hg_2SO_4/K_2SO_4_{(нас.)}$	0,6125	0,0005	0,2
25	$Fe^{3+}/Fe$	-0,04	$Ag, AgCl/KCl_{насич}$	0,222	0,001	0,15

26	Mn <sup>2+</sup> /Mn	-1,19	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /KCl <sub>насич</sub>	0,2681	0,002	0,15
27	Ni <sup>2+</sup> /Ni	-0,23	Hg, Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (нас.)	0,6125	0,0004	0,15
28	Pb <sup>2+</sup> /Pb	-0,13	Ag, AgCl/KCl <sub>насич</sub>	0,222	0,0005	0,15
29	Sn <sup>2+</sup> /Sn	-0,14	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /KCl <sub>насич</sub>	0,2681	0,001	0,3
30	Ti <sup>2+</sup> /Ti	-1,63	Hg, Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (нас.)	0,6125	0,002	0,3
31	Zn <sup>2+</sup> /Zn	-0,75	Ag, AgCl/KCl <sub>насич</sub>	0,222	0,0004	0,3
32	Au <sup>3+</sup> /Au	+1,41	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /KCl <sub>насич</sub>	0,2681	0,0005	0,3

## ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### “Характеристика електродів”

1. Для заданого електроду (таблиця, № завдання) навести:

Малюнок електродної системи	Схематичний запис електродної системи	Електродна реакція

2. Написати визначення:

- ✓ Електродним потенціалом називають...
- ✓ Стандартним електродним потенціалом називають ....

3. Пояснити механізм виникнення електродного потенціалу на межі розподілу фаз в заданій системі.

3. Обчислити величини, які характеризують електроліт у заданій електродній системі X<sub>1</sub> і результати записати у таблицю:

Величина	Формула	При концентраціях	
		C <sub>1</sub> (1/zX <sub>1</sub> ), моль/л	C <sub>2</sub> (1/zX <sub>1</sub> ), моль/л
Йонна сила розчину, I			
Коефіцієнт активності, γ			
Середня активність електроліту, a <sub>±</sub>			
Активність катіонів a <sub>+</sub>			

4. Визначити величини рівноважних електродних потенціалів даного електроду X<sub>1</sub> за різних активностей катіонів в електроліті – a<sub>1</sub> та a<sub>2</sub>:

Електродний потенціал φ для електроду X <sub>1</sub>		
Формула Нернста для розрахунку	При a <sub>1</sub>	При a <sub>2</sub>

## “Гальванічні елементи (ГЕ)”

Визначення стандартного електродного потенціалу електроду  $X_1$ .

Скласти схему та схематичний запис гальванічного елемента (ГЕ), в якому один з двох електродів є заданим  $X_1$  (попереднє завдання), а другий – стандартний водневий електрод ( $a$ ) або електрод порівняння  $X_2$  ( $b$ ).

1. Стандартний водневий електрод ( $a$ ) та електрод порівняння  $X_2$  ( $b$ ):

Малюнок електродної системи	Схематичний запис електродної системи	Електродна реакція
$a$ )		
$b$ )		

2. Побудувати гальванічні елементи, поєднуючи вже відомий електрод  $X_1$  у пару з стандартним водневим електродом ( $a$ ) та електродом порівняння  $X_2$  (відповідно  $a$  та  $b$ ):

Малюнок ГЕ	Схематичний запис ланцюга ГЕ	Напівреакції на електродах в ГЕ
$a$ )		
$b$ )		

3. Виписати з таблиці електродних та окисно-відновних потенціалів значення стандартних електродних потенціалів –  $\varphi^0(a)$  та  $\varphi^0(b)$ :

Значення $\varphi^0(a)$	Значення $\varphi^0(b)$

4. Визначити електрорушійні сили гальванічних елементів відповідно  $E(a)$  та  $E(b)$ :

- ✓ за стандартних умов –  $E^0$ ;
- ✓ за нестандартних умов, при різних концентраціях електролітів електроду  $X_1$  (відповідно  $C_1$  та  $C_2$ , які вказані в завданні 1, п.4):

ГЕ	Електрорушійні сили ГЕ за різних умов		
	Стандартні умови, $E^0$	При активності електроліту $a_1 \rightarrow E_1$	При активності електроліту $a_2 \rightarrow E_2$
$a$			
$b$			

6. Навести визначення:

- ✓ гальванічний елемент;
- ✓ електродний потенціал;
- ✓ стандартний електродний потенціал;
- ✓ стандартна електрорушійна сила;
- ✓ електрорушійна сила гальванічного елемента.

7. Пояснити принцип роботи гальванічного елемента.



(1)

### “Гальванічні елементи (ГЕ)”

#### Хімічні гальванічні елементи

Побудувати схему та схематичний запис *хімічного* ГЕ, в якому один з електродів є все тим же заданим  $X_1$ , а другий – *вибирається довільно* за таблицею стандартних окисно-відновних потенціалів.

1. Будова хімічного гальванічного елемента:

Малюнок ГЕ	Тип ГЕ	Схематичний запис ланцюга ГЕ	Напівреакції на електродах

2. Розрахувати стандартну електрорушійну силу ( $E^0$ ) та максимальну хімічну роботу ( $A$ ) побудованого гальванічного елемента:

Стандартна електрорушійна сила ( $E^0$ )	Максимальна електрична робота ( $A$ )

3. Пояснити принцип роботи складеного хімічного гальванічного елемента.

(2)

### “Гальванічні елементи (ГЕ)”

#### Концентраційні гальванічні елементи

Зібрати *концентраційний* ГЕ, використовуючи заданий вище електрод  $X_1$  з концентраціями електролітів  $C_1(1/zX_1)$ ,  $C_2(1/zX_1)$  (таблиця 1 завдання).

1. Дати характеристику ГЕ:

Малюнок ГЕ	Тип ГЕ	Схематичний запис ланцюга ГЕ	Напівреакції на електродах

2. Визначити електрорушійну силу концентраційного гальванічного елемента без врахування дифузійного потенціалу ( $E_1$ ) та з врахуванням дифузійного потенціалу ( $E_2$ ):

Формули для розрахунків	$E_1$	$E_2$

(3)

### “Гальванічні елементи (ГЕ)”

#### Окисно-відновні гальванічні елементи

На столі стоїть штатив з пробірками, в яких містяться водні розчини хімічних речовин: А, В, С, Д (*таблиця*).

- ✓ Визначити напрямок довільного окисно-відновного процесу між ними;
- ✓ побудувати окисно-відновний гальванічний елемент
- ✓ пояснити принцип роботи складеного окисно-відновного гальванічного елемента.

(1)

ТАБЛИЦЯ 2

## Речовини – учасники О-В процесу

Речовини				
№	А	В	С	Д
1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	KJ	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	J <sub>2</sub>
2	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
3	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
4	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	J <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> S <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	NaJ
5	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HBr	Br <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
6	HgCl <sub>2</sub>	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	SnCl <sub>4</sub>	SnCl <sub>2</sub>
7	H <sub>2</sub> S	HNO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	S
8	S	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
9	S	NaOH	Na <sub>2</sub> S	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
10	H <sub>2</sub> S	S	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
11	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	HCl	Cl <sub>2</sub>	CrCl <sub>3</sub>
12	KNO <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	HBr	KNO <sub>3</sub>
13	KNO <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>
14	KNO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>
15	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	FeSO <sub>4</sub>	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> FeSO <sub>4</sub>
16	KNO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub> Cl	KCl
17	PH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
18	HNO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub>	CuS
19	HgCl <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	Hg	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
20	PbO <sub>2</sub>	HCl	Cl <sub>2</sub>	PbCl <sub>2</sub>
21	PbO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Pb(OH) <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
22	CaH <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Ca(OH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
23	KJ	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	J <sub>2</sub>
24	Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
25	HBr	HbrO <sub>3</sub>	Br <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
26	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	Zn	NaOH
27	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Ag <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	Ag
28	SnCl <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	MnCl <sub>2</sub>	SnCl <sub>2</sub>
29	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
30	CaH <sub>2</sub>	KClO <sub>3</sub>	KCl	H <sub>2</sub> O

(3)

## 1. Визначити:

- ✓ які елементи в речовинах А, В, С, Д здатні змінювати ступені окиснення – вписати всі можливі їх ступені окиснення;
- ✓ які часточки (катіони, аніони, молекули, атоми) при цьому здатні утворюватись;
- ✓ які процеси – окиснення або відновлення – при відбуваються при зміні ступеня окиснення вибраних елементів:

Речовина	Елемент	Ступені окиснення		Часточки, що імовірно утворюються в результаті О-В процесу	Рівняння можливих напівреакцій О-В переходів
		В речовині	Які можливі в результаті О-В процесів		
А					
Б					
С					
Д					

2.

- ✓ Записати всі О-В переходи як напівреакції відновлення і вписати значення їх стандартних окисно-відновних потенціалів, після чого:
- ✓ скласти схематичний запис окисно-відновного електрода;
- ✓ вписати з довідника значення стандартного потенціалу кожного електрода:

Схематичний запис О-В електродів	Значення стандартного О-В потенціалу, $\varphi^0_{\text{Ox/Red}}, \text{В}$	Напівреакція відновлення
А		
Б		
С		
Д		

3. Користуючись величинами стандартних окисно-відновних потенціалів визначити, між якими речовинами може довільно відбуватись окисно-відновна реакція, а також катод і анод для складання ГЕ:

Рівняння напівреакцій на електродах	
Окисник – катод	Відновник – анод

4. Написати рівняння окисно-відновної хімічної реакції між вибраними речовинами:

- ✓ в електронно-іонній формі;
- ✓ в молекулярній формі;

5. Побудувати гальванічний елемент, який відповідає написаному рівнянню окисно-відновної хімічної реакції, та розрахувати його електрорушійну силу ( $E^0$ ):

Малюнок ГЕ	Схематичний запис гальванічного елемента	Напівреакції на електродах	$E^0$

6. Обчислити максимальну електричну роботу даного окисно-відновного процесу ( $A_{\text{max}}$ ) за рівнянням  $A_{\text{max}} = z \cdot F \cdot E^0$ .

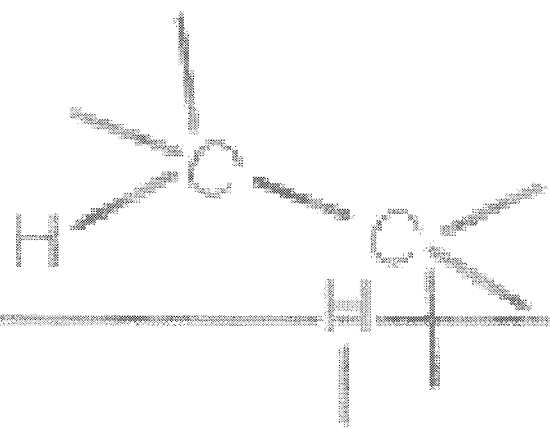
(1)

7. Визначити значення стандартної енергії Гіббса даного окисно-відновного процесу ( $\Delta G_r$ ).

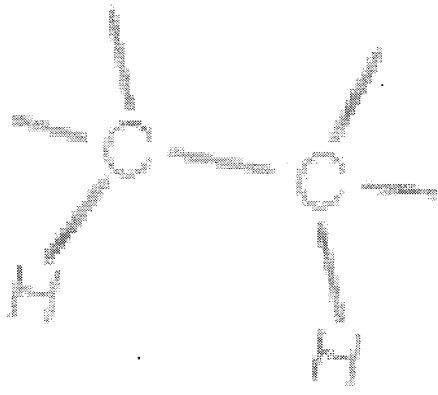
$\Delta G_r^0$	
За величинами $\Delta G_f^0(X)$	За величиною $E^0$

8. Знайти константу рівноваги даного окисно-відновного процесу за рівнянням  $\Delta G_r^0 = -R \cdot T \cdot \ln K_c$

(2)



(3)



(1)  
**ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ КОМПЛЕКСНЕ ЗАВДАННЯ № 2**  
**ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ВИДІЛЕННЯ МЕТАЛІВ.**  
**КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ МЕТАЛІВ**

**ЗАВДАННЯ:**

Дати характеристику процесів послідовного електрохімічного нанесення металів Б та Д на деталь А і визначити можливість захисту деталі А від корозії, якщо деталь виготовлена зі сплаву, головним компонентом якого є метал А та гальваностатичним методом вкрита спочатку шаром металу В (підшарок), а потім покрита металом Д (таблиці 1, 2, 3).

ТАБЛИЦЯ 1

ВАРІАНТИ ЗАВДАННЯ

№ п/п	Система		
	Деталь(А)	Підшарок(В)	Покриття(Д)
1	(2) Мідь	Нікель(1)	Хром(1)
2	Залізо	Мідь(1)	Нікель (2)
3	Залізо	Кадмій(1)	Хром (2)
4	Залізо	Цинк(1)	Мідь(2)
5	Мідь	Цинк(4)	Хром(3)
6	Залізо	Олово (1)	Свинець(1)
7	Мідь	Свинець(2)	Хром(8)
8	Залізо	Свинець (3)	Нікель(3)
9	Цинк	Мідь(3)	Хром(4)
10	Алюміній	Мідь(4)	Свинець(4)
11	Залізо	Мідь(5)	Кобальт(1)
12	Мідь	Кобальт(2)	Хром(5)
13	Залізо	Мідь(6)	Срібло(1)
14	Алюміній	Свинець(5)	Срібло(2)
15	Залізо	Олово(2)	Мідь(7)
16	Залізо	Кадмій(3)	Цинк(2)
17	Залізо	Цинк(3)	Нікель(4)
18	Алюміній	Олово(3)	Срібло(3)
19	(3) Алюміній	Кадмій(4)	Мідь(8)
20	Залізо	Олово(4)	Хром(6)
21	Цинк	Мідь(9)	Кобальт(4)
22	Алюміній	Мідь(10)	Срібло(4)
23	Цинк	Олово(5)	Кобальт(5)
24	Цинк	Кадмій(2)	Нікель (1)
25	Цинк	Нікель(5)	Кадмій(5)
26	Алюміній	Мідь(2)	Хром(7)
27	Мідь	Кобальт(6)	Нікель(5)

ТАБЛИЦЯ 2

## УМОВИ ЕЛЕКТРОЛІЗУ

№	Електроліт (X)	Концентрація $\rho(X)$ , г/л	Середовище		Густина струму, А/см <sup>2</sup>	Перенапруга $\eta$ (Ме), В
			pH	$C(H_2SO_4)$ , г/л		
1	CdSO <sub>4</sub>	50	3,5	--	0,01	0,048
2	CdSO <sub>4</sub>	60	4,0	--	0,011	0,048
3	CdSO <sub>4</sub>	45	4,2	--	0,013	0,045
4	CdSO <sub>4</sub>	40	4,8	--	0,015	0,040
5	CdSO <sub>4</sub>	55	4,6	--	0,01	0,048
6	CdSO <sub>4</sub>	65	5,0	--	0,014	0,044
7	CdSO <sub>4</sub>	44	5,3	--	0,016	0,040
8	CdSO <sub>4</sub>	56	5,5	--	0,012	0,046
1	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	40	5,2	--	0,01	0,223
2	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	50	5,8	--	0,01	0,223
3	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	65	4,9	--	0,01	0,223
4	CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	80	5,6	--	0,01	0,235
5	CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	75	5,9	--	0,01	0,235
6	CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	88	4,8	--	0,01	0,235
1	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	150	4,7	--	0,010	0,45
2	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	160	4,6	--	0,010	0,45
3	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	154	5,0	--	0,010	0,45
4	NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	170	5,3	--	0,015	0,40
5	NiCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	134	5,5	--	0,015	0,41
6	NiCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	120	5,8	--	0,015	0,39
7	NiCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	125	5,6	--	0,015	0,39
1	SnSO <sub>4</sub>	25,1	--	50,0	0,01	0,094
2	SnSO <sub>4</sub>	25,0	--	48,0	0,01	0,09
3	SnSO <sub>4</sub>	24,8	--	46,0	0,015	0,089
4	SnSO <sub>4</sub>	22,6	--	42,0	0,015	0,096
5	SnSO <sub>4</sub>	25,2	--	44,0	0,016	0,098
6	SnSO <sub>4</sub>	24,0	--	40,0	0,013	0,098
7	SnSO <sub>4</sub>	25,5	--	40,6	0,014	0,100
8	SnSO <sub>4</sub>	26,0	--	41,0	0,010	0,100
9	SnSO <sub>4</sub>	23,5	--	40,8	0,011	0,092
10	SnSO <sub>4</sub>	20,0	--	43,0	0,012	0,092
1	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	83	3,0	--	0,010	0,02
2	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	75	3,3	--	0,011	0,02
3	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	70	4,8	--	0,015	0,02
4	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	68	4,2	--	0,018	0,02
5	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	60	4,4	--	0,014	0,02

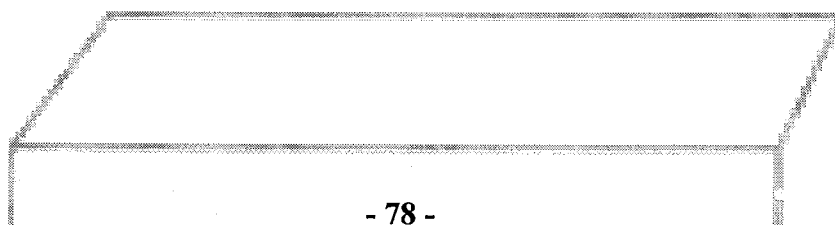
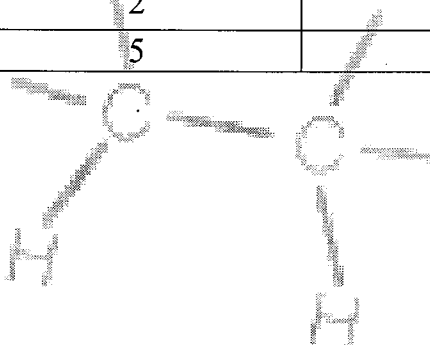
1	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	57		24	0,011	0,06
2	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	50	--	26	0,010	0,06
3	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	55	--	25	0,012	0,05
4	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	60	--	23	0,011	0,05
5	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	58	--	30	0,011	0,05
6	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	65	--	27	0,011	0,05
7	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	70	--	31	0,015	0,05
8	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	73	--	28	0,015	0,05
9	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	68	--	34	0,013	0,05
10	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	75	--	29	0,013	0,05
11	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	64	--	30	0,020	0,05
12	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	54	--	32	0,020	0,05
1	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	69	4,5	--	0,010	0,04
2	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	65	4,3	--	0,009	0,04
3	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	63	4,1	--	0,012	0,042
4	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	60	4,0	--	0,014	0,041
5	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	58	3,8	--	0,015	0,044
6	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	56	3,6	--	0,011	0,050
7	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	50	3,5	--	0,016	0,060
1	CrO <sub>3</sub>	50	--	0,5	0,008	0,36
2	CrO <sub>3</sub>	48	--	0,48	0,008	0,36
3	CrO <sub>3</sub>	55	--	0,55	0,0078	0,40
4	CrO <sub>3</sub>	60	--	0,60	0,0082	0,40
5	CrO <sub>3</sub>	54	--	0,58	0,0076	0,46
6	CrO <sub>3</sub>	46	--	0,54	0,0085	0,46
7	CrO <sub>3</sub>	44	--	0,46	0,0081	0,44
8	CrO <sub>3</sub>	50	--	0,44	0,008	0,42
1	AgNO <sub>3</sub>	30	--	--	0,010	0,08
2	AgNO <sub>3</sub>	35	--	--	0,010	0,08
3	AgNO <sub>3</sub>	38	--	--	0,010	0,08
4	AgNO <sub>3</sub>	40	--	--	0,010	0,08
5	AgNO <sub>3</sub>	46	--	--	0,010	0,08
6	AgNO <sub>3</sub>	50	--	--	0,010	0,08
1	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	134	4,0	--	0,010	0,31
2	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	127	4,0	--	0,010	0,33
3	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	120	4,5	--	0,010	0,35
4	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	110	4,5	--	0,010	0,29
5	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	114	4,5	--	0,010	0,30
6	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	130	4,0	--	0,010	0,30

(1)

ВИХІД ЗА СТРУМОМ  
при електролітичному нанесенні покриття (метал Д)

№	Метал Д		Вихід за струмом, $\eta, \%$
	Природа металу	Умови процесу (№, табл.2)	
1	Хром	1	90
2		2	90
3		3	93
4		4	88
5		5	92
6		6	86
7		7	89
8		8	90
9	(2) Нікель	1	70
10		2	73
11		3	74
12		4	67
13		5	69
14	Мідь	2	88
15		7	82
16		8	85
17	Свинець	1	98
18		4	95
19	Срібло	1	92
20		2	94
21		3	95
22		4	97
23	Кобальт	1	68
24		4	71
25		5	66
26	Цинк	2	88
27	Кадмій	5	79

(3)





## ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

I. Електрохімічне нанесення покриття *B* на металеву деталь *A*.

I.1. Розрахувати величини рівноважних електродних потенціалів:

А) катодних процесів –

- ✓ на поверхні металу *A* з розчину електроліту відновлюються катіони  $B^{z+}$  при 25°C,
- ✓ на поверхні металу *A* з розчину електроліту відновлюються гідроген-іони з утворенням водневого електрода [супутній процес виділення водню, при 25°C];

Б) анодних процесів –

- ✓ металевий електрод *B* – анод окиснюється і руйнується в процесі електролізу,
- ✓ графітовий електрод (матеріал анода не руйнується в процесі електролізу),
- ✓ на поверхні металу *B* або графіту окиснюється Оксиген з утворенням кисневого електрода [супутній процес виділення кисню, при 25°C].

I.2. Написати рівняння можливих електродних реакцій при нанесенні на деталь *A* підшарку металу *B* з розчину його солі.

А) Катод - деталь з металу *A*;

Б) Анод – можливі два варіанти:

- ✓ використання металу *B*;
- ✓ використання графітового аноду.

II Електрохімічне нанесення покриття з металу *D* на деталь, вкриту підшарком з металу *B*.

1. Розрахувати величини рівноважних електродних потенціалів:

А) катодних процесів -

- ✓ на поверхні металу *B* з розчину електроліту відновлюються катіони  $D^{z+}$  при 25°C,
- ✓ на поверхні металу *B* з розчину електроліту відновлюються гідроген-іони з утворенням водневого електрода [супутній процес виділення водню, при 25°C];

Б) анодних процесів –

- ✓ металевий електрод *D* – анод окиснюється і руйнується в процесі електролізу,
- ✓ графітовий електрод (матеріал анода не руйнується в процесі електролізу),

- ✓ на поверхні металу *D* або графіту окиснюється Оксиген з утворенням кисневого електрода [супутній процес виділення кисню, при 25°C].
2. Написати рівняння можливих електродних реакцій при нанесенні на деталь, вкриту підшарком з металу *B*, металу *D* з розчину його солі.
- А) Катод – деталь, вкрита металом *B*;
- Б) Анод – можливі два варіанти:
- ✓ метал *D*;
  - ✓ графітовий електрод.
- III. Розрахувати з урахуванням поляризації електродів ( $\Delta\phi$ ) робочі електродні потенціали:
- ✓ катодних реакцій  $\text{роб}\phi_K$ ,
  - ✓ анодних реакцій  $\text{роб}\phi_A$ , якщо матеріал анода є метал (*B* або *D*) або графіт.
- IV. Дати пояснення послідовності електродних процесів на катоді і аноді, використавши значення робочих електродних потенціалів.
- V. Кількісна характеристика процесу електролізу водного розчину солі *D*.  
Умови електролізу – тривалість 2 год; площа поверхні катода 20 см<sup>2</sup>.  
Розрахувати:
- ✓ величину електрохімічного еквівалента (*a*) металу *D*;
  - ✓ масу металу *D*, що виділиться на катоді, якщо вихід за струмом 80%;
  - ✓ напругу розкладу (*E*) розчинів електролітів (солей *B*, *D*).
- VI. Електрохімічна корозія: визначити, якій з металів (*A*, *B*, *D*) буде піддаватися атмосферній електрохімічній корозії, якщо руйнується:
- ✓ покриття *D*,
  - ✓ покриття *D* та підшарок *B*.
1. Скласти схему мікрогальванічного елемента:  
записати рівняння катодного та анодного процесів при атмосферній електрохімічній корозії в кислому та лужному середовищах.
2. Розрахувати величину стандартної електрорушійної сили ( $E^0$ ) мікрогальванічного елемента в нейтральному (або лужному) середовищі:
- ✓ при руйнуванні покриття з металу *D*;
  - ✓ при руйнуванні покриття з металу *D* і підшарку з металу *B*.
3. Розрахувати зміну стандартної енергії Гіббса корозійного процесу.
4. Дати висновок про можливість корозії та захисту від неї.

(1)  
ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ

Система $Cu - Fe - Co$		Деталь (А) – $Cu$ Підшарок (В) – $Fe$ Покриття (Д) – $Co$	
Склад електролітів			
Для нанесення підшарку В		Для нанесення покриття Д	
$C(FeSO_4)$	– 50 г/л	$C(CoCl_2)$	– 0,3 моль/л
$C(H^+)$	– $4,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л	$C(H^+)$	– $5,9 \cdot 10^{-5}$ моль/л
Умови електролізу ( $t = 25^\circ C$ )			
Осадження підшарку $Fe$ на деталь – $Cu$	Густина струму, $j (A/dm^2)$	5	
	Перенапряга виділення заліза, $\eta (B)$	0,340	
	Перенапряга виділення водню на міді, $\eta (B)$	0,574	
	Перенапряга виділення кисню на графіті, $\eta (B)$	0,360	
	Перенапряга виділення кисню на залізі, $\eta (B)$	0,250	
Осадження покриття $Co$ на підшарку – $Fe$	Густина струму, $j (A/dm^2)$	1,3	
	Перенапряга виділення кобальту, $\eta (B)$	0,511	
	Перенапряга виділення водню на залізі, $\eta (B)$	0,390	
	Перенапряга виділення кисню на графіті, $\eta (B)$	0,360	
	Перенапряга виділення кисню на кобальті, $\eta (B)$	0,060	
	Вихід за струмом, $\eta (\%)$	70	

I. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ НАНЕСЕННЯ ПІДШАРКУ З МЕТАЛУ В ( $Fe$ ) НА ДЕТАЛЬ А ( $Cu$ )

1. Розрахунок величин рівноважних електродних потенціалів

A. КАТОДНИЙ ПРОЦЕС

⇒ Розрахунок рівноважного потенціалу відновлення заліза з розчину  $FeSO_4$  на деталь А (мідь)

Електродний потенціал відновлення заліза розраховується за рівнянням Нернста:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{2} \lg a(Fe^{2+}).$$

Для визначення активності йонів  $Fe^{2+}$  використовується формулою:

$$a_+ = f_{\pm} \cdot C(Fe^{2+}).$$

Спочатку обчислюють молярну концентрацію  $FeSO_4$  у водному розчині:

(1)

$$C(X) = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V_{p-ну}},$$

де  $m(X)$  – маса безводної солі  $FeSO_4$ ;  $M(X)$  – молярна маса безводної солі  $FeSO_4$  – 152 г/моль. За умовою відома маса кристалогідрату  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  – 50 г, що буде відповідати певній масі безводної солі згідно співвідношення:

$$\frac{M(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}{M(FeSO_4)} = \frac{m(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}{m(FeSO_4)},$$

де  $M(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$  – 278 г/моль.

Тоді:

- маса безводної солі становить  $m(FeSO_4) = \frac{152 \cdot 50}{278} = 27,5$  г;
- молярна концентрація електроліту становить  $C(FeSO_4) = 0,18$  моль/л.

Щоб визначити активність іонів  $Fe^{2+}$  в розчині електроліту с молярною концентрацією 0,18 моль/л необхідно додатково знайти середній коефіцієнт активності іонів електроліта ( $f_{\pm}$ ). Значення середніх коефіцієнтів активності іонів наводяться в довідниках. Щоб скористуватись ними, спочатку потрібно розрахувати йонну силу розчину електроліту за формулою:

$$I = \frac{1}{2} \sum cz^2.$$

Для розчину електроліту с молярною концентрацією солі  $FeSO_4$  – 0,18 моль/л

$$I = \frac{1}{2} (0,18 \cdot 2^2 + 0,18 \cdot 2^2) = 0,72. \text{ Величина йонної сили розчину більше за } 0,2$$

(концентрацію кислоти  $H_2SO_4$  в розчині можна не враховувати, якщо вона не менше ніж на 4 порядки нижча від концентрації солі), і тому коефіцієнт активності потрібно розрахувати за третім наближенням Дебая-Гюккеля:

$$\frac{-\lg f}{z^2} = \frac{0,511\sqrt{I}}{1 + 1,5\sqrt{I}} - 0,2I.$$

Звідси

$$\frac{-\lg f}{4} = \frac{0,511\sqrt{0,72}}{1 + 1,5\sqrt{0,72}} - 0,2 \cdot 0,72, \quad f_{Fe^{2+}} = 0,6486.$$

Тепер можна визначити активність іонів  $Fe^{2+}$ , яка дорівнює:  $a(Fe^{2+}) = 0,18 \text{ моль/л} \cdot 0,648 = 0,1166 \text{ моль/л}$ .

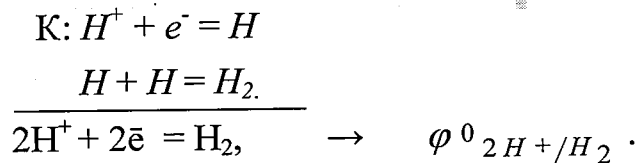
Для розрахунку рівноважного електродного потенціалу відновленні Феруму на електроді за формулою Нернста залишилось виписати з таблиці стандартних окисно-відновних потенціалів величину стандартного електродного потенціалу залізного електрода:  $\varphi_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,437$  В. Тоді, рівноважний

(1)

електродний потенціал в розчині  $FeSO_4$ :  $\varphi = -0,437 + \frac{0,059}{2} \lg 0,1166 = -0,464$  В.

⇒ Розрахунок рівноважного електродного потенціала водневого електрода.

Електроліз водних розчинів електролітів супроводжується процесами, пов'язаними з електрохімічним розкладом води: відновленням водню на катоді та виділенням кисню на аноді. В зв'язку з цим необхідно додатково визначити потенціали виділення водню та кисню на електродах. Електроліз водного розчину  $FeSO_4$  відбувається в кислому середовищі ( $pH \approx 5$ ) для пригнічення гідролізу солі ферум(II) сульфату, тому процес супутнього катодного виділення водню описується рівнянням:



Рівноважний електродний потенціал водневого електрода залежить від pH розчину  $FeSO_4$  і дорівнює:

$$(2) \quad \varphi_{H^+/H_2, Pt} = 0,059 \lg a(H^+) = -0,059 \text{ pH}$$

⇒ Визначення активності йонів  $H^+$ .

Коефіцієнт активності  $f_+$  для однозарядних йонів при  $I = 0,72$  можна визначити за довідником  $-f_+ = 0,896$ . Тоді концентрація йонів гідрогену в розчині становить  $C(H^+) = 4,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л (за умовою завдання), а їх активність дорівнює:

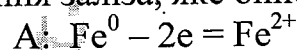
$$a(H^+) = C(H^+) \cdot f_+,$$

$a(H^+) = 4,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л  $\cdot 0,896 = 4,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Отже рівноважний потенціал водневого електрода:  $\varphi_{H^+/H_2, Pt} = 0,059 \lg 4,3 \cdot 10^{-5} = -0,059 \cdot 4,32 = -0,253$  В.

## В. АНОДНИЙ ПРОЦЕС

⇒ Розрахунок рівноважного потенціалу анода

Анодом при електрохімічному нанесенні підшарку заліза на мідну деталь використовують пластинку заліза. При анодному окисненні залізної пластинки під час електролізу в розчин  $FeSO_4$  будуть надходити йони  $Fe^{2+}$ , які мігрують до поверхні катода. При цьому анод поступово "розчиняється". Отже, основним анодним процесом буде окиснення заліза, яке описується рівнянням:

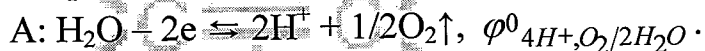


Тоді рівноважний потенціал окиснення заліза на аноді дорівнює потенціалу відновлення заліза на катоді:  $\varphi = -0,437 + \frac{0,059}{2} \lg 0,1166 = -0,464$  В.

⇒ Розрахунок рівноважного електродного потенціалу кисневого електрода

При електролізі водного розчину  $FeSO_4$  на аноді може відбуватись супутня

(1)  
реакція окиснення кисню з води. Оскільки розчин є слабкокислим, то рівняння напівреакції на кисневому електроді:

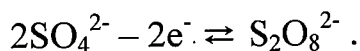


Електродний потенціал такого кисневого електрода розраховується за рівнянням:

$$\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = 1,23 + 0,058 \lg a(H^+)$$

і дорівнює:  $\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O, Pt} = 1,229 + 0,059 \lg 4,30 \cdot 10^{-5} = 0,971 \text{ В}$ .

В розчині  $FeSO_4$  на аноді можливим є також процес окиснення йона  $SO_4^{2-}$  за рівнянням:



Стандартний окисно-відновний потенціал цього процесу дорівнює:

$$\varphi^0_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = +2,00 \text{ В}$$

(2)  
2. Електродні процеси, які відбуваються при нанесенні на деталь А підшарку металу В з розчину його солі – підсумок

З урахуванням теоретично можливих основних та супутніх реакцій катодні та анодні процеси відображаються рівняннями:

K:	$Fe^{2+} + 2e = Fe^0$	$\varphi^0 = -0,464 \text{ В}$
	$2H^+ + 2e = H_2$	$\varphi^0 = -0,253 \text{ В}$
A:	$Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$	$\varphi^0 = -0,464 \text{ В}$
	$H_2O - 2e \rightleftharpoons 2H^+ + 1/2O_2\uparrow$	$\varphi^0 = +0,971 \text{ В}$
	$2SO_4^{2-} - 2e \rightleftharpoons S_2O_8^{2-}$	$\varphi^0 = +2,00 \text{ В}$

В тому випадку, коли анод є графітовим (тобто інертним) і не "розчиняється" при електролізі, основними електродними процесами можуть бути:

(3)

K:	$Fe^{2+} + 2e = Fe^0$	$\varphi^0 = -0,464 \text{ В}$
	$2H^+ + 2e = H_2$	$\varphi^0 = -0,253 \text{ В}$
A:	$H_2O - 2e \rightleftharpoons 2H^+ + 1/2O_2\uparrow$	$\varphi^0 = +0,971 \text{ В}$
	$2SO_4^{2-} - 2e \rightleftharpoons S_2O_8^{2-}$	$\varphi^0 = +2,00 \text{ В}$

Висновок:

Рівноважні потенціали ( $\varphi$ , В) напівреакцій при електролізі  $FeSO_4$ :

Катод - мідь		Анод - графіт		Анод - залізо	
$\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,464$	$\varphi_{H^+/H_2, Pt} = -0,253$	$\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +0,978$	$\varphi_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = +2,00$	$\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,464$	$\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +0,978$
				$\varphi_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = +2,00$	

## II. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ МЕТАЛУ Д (Co) НА ПІДШАРОК В (Fe) ДЕТАЛІ А (Cu)

1. Рівноважний електродний потенціал відновлення кобальту на катоді (Fe) в розчині  $CoCl_2$

### A. КАТОДНИЙ ПРОЦЕС

⇒ Електродний потенціал відновлення Кобальта розраховується за рівнянням Нернста:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{2} \lg a(Co^{2+}).$$

Стандартний електронний потенціал ( $\varphi^0$ ) відновлення Кобальта на електроді (за довідником) дорівнює:

$$\varphi_{Co^{2+}/Co}^0 = -0,29 \text{ В.}$$

Активність іонів  $Co^{2+}$  в розчині  $CoCl_2$  [ $a(Co^{2+})$ ] розраховуємо у такій послідовності:

- ✓ визначаємо йонну силу розчину  $CoCl_2$  (концентрацією  $C(H^+)$  знехтуємо внаслідок її малої величини):  $I = \frac{1}{2}(0,3 \cdot 2^2 + 0,6 \cdot 1^2) = 0,9$ ;
- ✓ за довідником знаходимо, що при йонній силі розчину  $I = 0,9$  коефіцієнт активності двозарядних іонів становить:  $f_{Co^{2+}} = 0,83$ ;
- ✓ підставляємо отримане значення коефіцієнта активності у формулу  $a(Co^{2+}) = C(Co^{2+}) \cdot f_{Co^{2+}}$  і визначаємо активність іонів кобальта(II) в розчині електроліту:  $a_{Co^{2+}} = 0,3 \cdot 0,83 = 0,249$  моль/л.

Рівноважний потенціал відновлення Кобальта на катоді розраховуємо за формулою Нернста:

$$\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,29 + \frac{0,058}{2} \lg 0,249 = -0,308 \text{ В.}$$

⇒ Рівноважний потенціал відновлення Гідрогену на катоді (водневого електрода) в розчині  $\text{CoCl}_2$  залежить від  $pH$  розчину:

$$\varphi_{2\text{H}^+/\text{H}_2, \text{Pt}} = 0,058 \lg a(\text{H}^+).$$

За довідником знаходимо, що для  $I = 0,9$  коефіцієнт активності однозарядних йонів становить:

$$f_{\text{H}^+} = 0,96.$$

Тоді активність йонів гідрогену в розчині  $\text{CoCl}_2$ :

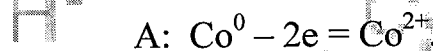
$$a(\text{H}^+) = 5,9 \cdot 10^{-5} \cdot 0,96 = 5,664 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

Рівноважний потенціал водневого електрода в розчині  $\text{CoCl}_2$  дорівнює:

$$\varphi_{\text{H}^+/\text{H}_2, \text{Pt}} = 0,059 \lg 5,664 \cdot 10^{-5} = -0,250 \text{ В}$$

## Б. АНОДНИЙ ПРОЦЕС

⇒ Анодом при електрохімічному способі нанесення покриття з кобальту на підшарок (залізо) деталі використовуємо пластинку з кобальту. При анодному окисненні такої пластинки під час електролізу в розчин  $\text{CoCl}_2$  будуть надходити йони  $\text{Co}^{2+}$ , які мігрують до катода. При цьому анод поступово "розчиняється". Отже, основним анодним процесом буде окиснення кобальту, яке відображається рівнянням:



Рівноважний потенціал кобальтового анода має те ж значення, що і потенціал відновлення Кобальта на катоді:

$$\varphi_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,29 + \frac{0,058}{2} \lg 0,249 = -0,308 \text{ В.}$$

⇒ Рівноважний потенціал окиснення Оксигену з води (кисневого електрода) в слабокислому розчині  $\text{CoCl}_2$  розраховують за рівнянням:

$$\varphi_{4\text{H}^+, \text{O}_2/2\text{H}_2\text{O}} = 1,229 + 0,058 \lg a(\text{H}^+).$$

$$\text{Тоді } \varphi_{4\text{H}^+, \text{O}_2/2\text{H}_2\text{O}} = 1,229 + 0,058 \lg 5,664 \cdot 10^{-5} = 0,978 \text{ В.}$$

До складу електроліту входить йон  $\text{Cl}^-$ , який також буде окиснюватись на аноді:



Рівноважний потенціал окиснення Хлору (хлорного електрода) визначається за рівнянням:

$$\varphi_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = 1,359 - 0,059 \lg a(\text{Cl}^-)$$

Активність йонів хлору  $\text{Cl}^-$  в розчині  $\text{CoCl}_2$  визначаємо за формулою:



(1)

$$a(\text{Cl}^-) = C(\text{Cl}^-) \cdot f_-$$

За довідником коефіцієнт активності йона  $\text{Cl}^-$ , як і йона  $\text{H}^+$ , при йонній силі розчину  $I = 0,9$  дорівнює  $f_- = 0,96$ . Тому:  $a(\text{Cl}^-) = 0,3 \cdot 2 \cdot 0,96 = 0,54$  моль/л.

Рівноважний потенціал хлорного електрода становить:

$$\varphi_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = +1,359 - \frac{0,059}{1} \lg 0,54 = 1,343 \text{ В.}$$

2. Електродні процеси, які ідуть при нанесенні металу Д на деталь, вкриту підшарком з металу В, з розчину його солі – підсумок.

З урахуванням теоретично можливих основних та супутніх реакцій катодний та анодний процеси в цілому відображаються рівняннями:

К:	$\text{Co}^{2+} + 2e = \text{Co}^0$	- 0,308 В
	$2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$	- 0,253 В
А:	$\text{Co}^0 - 2e = \text{Co}^{2+}$	- 0,308 В
	$\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 \uparrow$	+ 0,971 В
	$2\text{Cl}^- - 2e = \text{Cl}_2$	+ 1,343 В

В тому випадку, коли анод є графітовим (тобто інертним) і не “розчиняється” при електролізі, основними електродними процесами можуть бути:

К:	$\text{Co}^{2+} + 2e = \text{Co}^0$	- 0,308 В
	$2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$	- 0,253 В
А:	$\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 \uparrow$	+ 0,971 В
	$2\text{Cl}^- - 2e = \text{Cl}_2$	+ 1,343 В

Висновок:

Рівноважні потенціали ( $\varphi$ , В) в розчині  $\text{CoCl}_2$

Катод		Анод - графіт		Анод - кобальт	
$\varphi_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,308$	$\varphi_{\text{H}^+/\text{H}_2, \text{Pt}} = -0,250$	$\varphi_{4\text{H}^+, \text{O}_2/2\text{H}_2\text{O}} = +0,978$	$\varphi_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,308$	$\varphi_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = +1,343$	$\varphi_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = +1,343$
					$\varphi_{4\text{H}^+, \text{O}_2/2\text{H}_2\text{O}} = +0,978$

### III. ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ЕЛЕКТРОДНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОДІВ ( $\Delta\phi$ )

Під час електролізу необхідно додатково поляризувати електроди дією зовнішнього джерела струму: підвищити до більш негативних значень потенціал катода та підвищити до більш позитивних значень потенціал анода по відношенню до їх рівноважних потенціалів. Потенціали електродів, змінені під дією зовнішнього струму, називаються робочими і дорівнюють:

$${}_p\phi = \phi_{\text{рів}} + \Delta\phi.$$

Якщо відома причина виникнення поляризації, то використовують термін “перенапруга” ( $\eta$ , В). Як правило наводяться абсолютні значення перенапруги електродів при електролізі.

За умовою завдання потрібно знайти робочі потенціали розряду усіх вищеназаних йонів електролітів, що використовуються при нанесенні як залізного підшарку, так і кобальтового покриття, для чого необхідно врахувати величини перенапруги:

- відновлення водню на мідному та залізному катодах,
- відновлення заліза на мідному та кобальту на залізному катодах,
- окиснення кисню на графітовому, залізному та кобальтовому анодах,
- окиснення хлору на графітовому та кобальтовому анодах.

#### A. КАТОДНИЙ ПРОЦЕС

Робочий потенціал катодної реакції визначається за рівнянням:

$${}_p\phi = \phi_{\text{рів}} + (-\eta).$$

Оскільки при катодній поляризації потенціал катода зміщується в область більш негативних значень, то катодна поляризація завжди є негативною і

$$\eta = {}_p\phi - \phi_{\text{рів}} < 0.$$

Катодний розряд йонів  $H^+$  при електролізі розчину  $FeSO_4$  на мідному електроді відбувається з перенапругою 0,574 В. Робочий потенціал катодного відновлення водню дорівнює:  ${}_p\phi_{H^+/H_2, Pt} = -0,253 - 0,574 = -0,827$  В.

Катодний розряд йонів  $H^+$  при електролізі розчину  $CoCl_2$  на залізному електроді відбувається з перенапругою 0,39 В. Робочий потенціал катодного відновлення водню дорівнює:  ${}_p\phi_{H^+/H_2, Pt} = -0,250 - 0,39 = -0,640$  В.

Катодний розряд йонів  $Fe^{2+}$  при електролізі розчину  $FeSO_4$  на мідному електроді відбувається з перенапругою 0,34 В. Робочий потенціал катодного відновлення йонів металу дорівнює:  ${}_p\phi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,464 - 0,34 = -0,804$  В. В ряду перенапруги металів (для процесів електролізу) залізо займає проміжне положення між хромом та платиною, тобто відноситься до металів, що

характеризуються досить великою перенапругою катодного відновлення.

Катодний розряд іонів  $Co^{2+}$  при електролізі розчину  $CoCl_2$  на залізному електроді відбувається з перенапругою 0,203 В. Робочий потенціал катодного відновлення іонів металу дорівнює:  $p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,308 - 0,203 = -0,511$  В. В ряду перенапруги металів (для процесів електролізу) кобальт знаходиться майже поряд з платиною, яка має найбільшу перенапругу. Тому кобальт відносять до металів, які характеризуються великою перенапругою процесу відновлення на катоді.

Перенапруга кобальту, як і інших металів, в процесі відновлення на катоді визначається експериментально і залежить від сумарного впливу ряду факторів – складу електроліту, режиму електролізу тощо.

## Б. АНОДНИЙ ПРОЦЕС

Робочий потенціал анодної реакції визначається за рівнянням:

$$p\varphi = \varphi_{\text{рів}} + \eta$$

Оскільки при анодній поляризації потенціал анода зміщується в область більш позитивних значень, то анодна поляризація завжди є позитивною і

$$\eta = p\varphi - \varphi_{\text{рів}} > 0.$$

Анодне окиснення Оксигену при електролізі розчинів електролітів  $FeSO_4$  та  $CoCl_2$  на графітовому аноді відбувається з перенапругою + 0,36 В. Робочі потенціали кисневого електрода дорівнюють:

$$p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = 0,971 + 0,36 = 1,331 \text{ В (в розчині } FeSO_4),$$

$$p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = 0,978 + 0,36 = 1,338 \text{ В (в розчині } CoCl_2).$$

Анодне окиснення Оксигену при електролізі розчину  $FeSO_4$  на залізному аноді відбувається з перенапругою + 0,25 В. Робочий потенціал кисневого електрода дорівнює:  $p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = 0,971 + 0,25 = 1,221$  В.

Анодне окиснення Оксигену при електролізі розчину  $CoCl_2$  на кобальтовому аноді відбувається з перенапругою + 0,06 В. Робочий потенціал кисневого електрода дорівнює:  $p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = 0,978 + 0,06 = 1,038$  В.

Висновок:

Робочі потенціали ( $p\varphi$ , В)

Катодні процеси		Анодні процеси
$p\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,804$	Розчин $FeSO_4$	$p\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,804$
$p\varphi_{H^+/H_2, Pt} = -0,827$		$p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +1,221$ (Fe)
		$p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +1,331$ (графіт)
		$\varphi^0_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = +2,00^*$

(7)

$p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,511$ $p\varphi_{H^+/H_2, Pt} = -0,640$	Розчин $CoCl_2$	$p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,511$ $p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +1,038$ (Co) $p\varphi_{4H^+, O_2/2H_2O} = +1,338$ (графіт) $\varphi_{Cl_2/2Cl^-} = +1,343^{**}$
-----------------------------------------------------------------------	-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\* – робочий потенціал окиснення сульфат-йону не розраховано внаслідок малої імовірності перебігу цього процесу;

\*\* – робочий потенціал окиснення хлору не розраховано.

#### IV. ЕЛЕКТРОЛІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ. ПОСЛІДОВНІСТЬ РЕАКЦІЙ

Під час електролізу водних розчинів солей на катоді та аноді як правило відбувається декілька паралельних процесів, з яких один є основним, а інші – супутніми.

Основним катодним процесом буде той процес, який характеризується більш позитивним (або менш негативним) значенням робочого потенціалу (тобто потребує менших витрат енергії).

Основним анодним процесом буде той процес, який характеризується менш позитивним (або більш негативним) значенням робочого електродного потенціалу.

Електроліз  $FeSO_4$  із залізним анодом (нержавіюча сталь):

- ✓ на катоді:
  - переважає процес відновлення заліза, який є основним;
  - супутнім є процес відновлення водню.
- ✓ на аноді:
  - переважає процес окиснення заліза, тобто анод розчиняється.

• Рівняння реакцій на електродах:

Катод: $Cu$		Анод: $Fe$	
$Fe^{2+} + 2e = Fe^0$	$p\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,804$	$Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$	$p\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,804$
$2H^+ + 2e = H_2^0$	$p\varphi_{H^+/H_2, Pt} = -0,827$		

Електроліз  $FeSO_4$  із графітовим анодом:

- ✓ на катоді:
  - переважає процес відновлення заліза, який є основним;

- супутнім є процес відновлення водню.
- ✓ на аноді:
  - іде процес окиснення кисню з води.

- Рівняння реакцій на електродах:

Катод: <i>Cu</i>		Анод: графіт
$Fe^{2+} + 2e = Fe^0,$	$p\varphi_{Fe^{2+}/Fe} = -0,804$	$H_2O + 2e \rightleftharpoons 2H^+ + 1/2O_2,$
$2H^+ + 2e = H_2^0,$	$p\varphi_{H^+/H_2,Pt} = -0,827$	$p\varphi_{4H^+,O_2/2H_2O} = +1,331$

Електроліз  $CoCl_2$  із кобальтовим анодом:

- ✓ на катоді:
  - переважає процес відновлення кобальту, який є основним;
  - супутнім є процес відновлення водню.
- ✓ на аноді:
  - переважає процес окиснення кобальту, тобто анод розчиняється.

- Рівняння реакцій на електродах:

Катод: <i>Fe</i>		Анод: <i>Co</i>
$Co^{2+} + 2e = Co^0,$	$p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,511$	$Co^0 - 2e = Co^{2+},$
$2H^+ + 2e = H_2^0,$	$p\varphi_{H^+/H_2,Pt} = -0,640$	$p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,511$

Електроліз  $CoCl_2$  з графітовим анодом

- ✓ на катоді:
  - переважає процес відновлення кобальту, який є основним;
  - супутнім є процес відновлення водню.
- ✓ на аноді:
  - ідуть процеси окиснення кисню з води та хлору.

- Рівняння реакцій на електродах:

Катод: <i>Cu</i>		Анод: графіт*
$Co^{2+} + 2e = Co^0,$	$p\varphi_{Co^{2+}/Co} = -0,511$	$H_2O + 2e \rightleftharpoons 2H^+ + 1/2O_2,$
$2H^+ + 2e = H_2^0,$	$p\varphi_{H^+/H_2,Pt} = -0,640$	$p\varphi_{4H^+,O_2/2H_2O} = +1,331$
		$2Cl^- - 2e = Cl_2, \varphi_{Cl_2/2Cl^-} = +1,343$

\* - На графітовому аноді на початку електролізу при малих густинах струму починається процес окиснення Оксигену з води, але при підвищенні густини струму основним процесом стає окиснення хлору. Тому з водних розчинів хлоридів на нерозчинному аноді як правило виділяється хлор.

## V. КІЛЬКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІЗУ

### Напруга розкладу електролітів

Напруга розкладу електроліту розраховується як різниця потенціалів розряду йонів (робочих потенціалів анода та катода), що відповідають початку електролізу:

$$E_{\text{розкл.}} = \varphi_a - \varphi_{\text{к}}$$

Поляризація при електролізі ( $E_{\text{поляризації}}$ ) дорівнює різниці між величинами поляризації (або перенапруги) електродів:

$$E_{\text{поляризації}} = \varphi_a - \varphi_{\text{к}} = \eta_a - \eta_{\text{к}}$$

⇒ Електроліз  $FeSO_4$ , катод  $Cu$ , анод вуглецевий  $C$  (графітовий)

Для розрахунку  $E_{\text{поляризації}}$  потрібно знати величину перенапруги заліза на мідному катоді:

$$E_{\text{розкл.}} = 1,331 - (-0,804) = 2,135 \text{ В},$$
$$E_{\text{поляризації}} = 0,36 - (-0,34) = 0,7 \text{ В}.$$

⇒ Електроліз  $CoCl_2$ , катод  $Fe$ , анод вуглецевий (графітовий)

Для розрахунку  $E_{\text{поляризації}}$  потрібно знати величину перенапруги розряду кобальту на залізному катоді.

$$E_{\text{розкл.}} = 1,338 - (-0,511) = 1,849 \text{ В},$$
$$E_{\text{поляризації}} = 0,36 - (-0,203) = 0,563 \text{ В}.$$

### Визначення маси речовин, що виділяються на електродах

Відповідно до об'єднаного виразу законів Фарадея:  $I\tau = F \cdot \nu_{\text{екв}}$ , де  $I$  - сила струму (А);  $\tau$  - час електролізу (с; год);  $F$  - число Фарадея (96500 Кл/моль або 26,8 А·год/моль).

Масу речовини, яка виділяється на електроді при пропусканні через електроліт одиниці кількості електрики називають *електрохімічним еквівалентом* ( $a$ ), який можна знайти теоретично за формулою:

$$a = \frac{M(1/ZX)}{F},$$

де  $M(1/zX)$  - молярна маса еквівалента речовини. *Електрохімічний еквівалент*

Кобальта:  $a = \frac{58,93}{2 \cdot 96500} = 3,05 \cdot 10^{-4} \text{ г/Кл (г/А}\cdot\text{с)}$ . Маса кобальту, що може

виділитися на катоді за 2 години становить:

$$m = aI\tau\eta,$$

де  $I$  - сила струму,  $A$ ;  $\tau$  - час електролізу,  $s$ ;  $a$  - електрохімічний еквівалент  $g/A \cdot s$ ,  $\eta$  - вихід за струмом (частка від одиниці). Силу струму можна визначити з відомого співвідношення:

$$j = \frac{I}{S},$$

де  $S$  - робоча площа катода;  $j$  - густина струму,  $\frac{A}{dm^2}$ . Тоді, маса осадженого

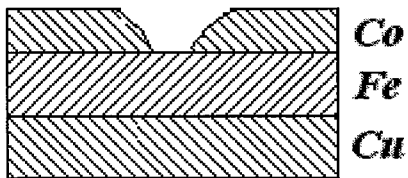
кобальту дорівнює:  $m = 3,05 \cdot 10^{-4} \frac{g}{A \cdot s} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \frac{A}{dm^2} \cdot 0,2 dm^2 \cdot 7200 s \cdot 0,8 = 0,457 g$ .

## VI. ЕЛЕКТРОХІМІЧНА КОРОЗІЯ

### V.1. Схеми мікрогальванічних корозійних елементів

В присутності вологи і наявності механічного пошкодження покриття відбувається електрохімічна корозія внаслідок виникнення мікрогальванічних елементів, утворених контактуючими металами різної природи.

Процес корозії при руйнуванні покриття (Д)



Стандартні потенціали металічних електродів:

$$\varphi^{\circ}_{Fe^{2+}/Fe} = -0,437 \text{ В};$$

$$\varphi^{\circ}_{Co^{2+}/Co} = -0,290 \text{ В}.$$

При контакті заліза і кобальту окиснюється більш активний метал - залізо (анодний процес), а утворені йони  $Fe^{2+}$  переходять у розчин. На поверхні менш активного кобальту в залежності від рН середовища відновлюються:

- йони гідроксонію з кислого середовища;
- розчинений у воді кисень повітря з нейтрального та лужного середовищ.

Основні реакції в мікрогальванічному елементі

1. Схеми мікрогальванічного елемента  $Fe | H_3O^+ | Co$

Кисле середовище:

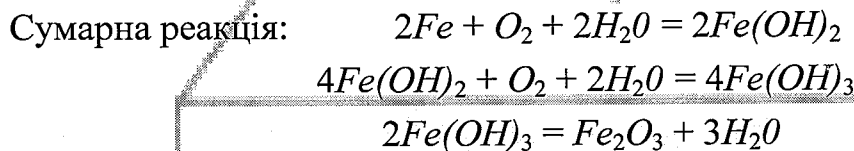
Катод: $Co$ $H^+ + e = H^0$ ; $H + H = H_2$	Анод: $Fe$ $Fe - 2e = Fe^{2+}$
---------------------------------------------------	-----------------------------------

Сумарна реакція:  $Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2 \uparrow$

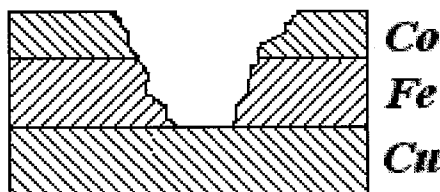
(1)

2.Схема мікрогальванічного елемента  $Fe | H_2O, O_2 | Co$   
Нейтральне середовище

Катод: $Co$ $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$	Анод: $Fe$ $Fe - 2e = Fe^{2+}$
-------------------------------------------	-----------------------------------



Процес корозії при одночасному пошкодженні покриття і підшарку



Стандартні потенціали металів

$$\varphi^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0,437 \text{ В;}$$

$$\varphi^0_{Co^{2+}/Co} = -0,290 \text{ В;}$$

$$\varphi^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,340 \text{ В.}$$

В присутності атмосферної вологи можливе утворення декількох мікрогальванічних елементів при контакті металів: залізо-кобальт, залізо-мідь та кобальт-мідь. З трьох металів мідь є найменш активним металом. В присутності міді буде відбуватись корозія заліза і кобальта.

Основні реакції в мікрогальванічному елементі

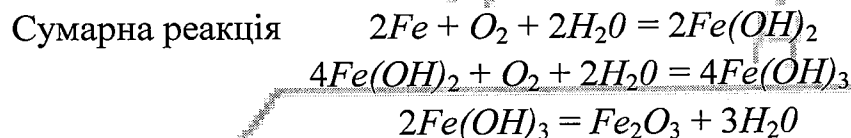
1. Схема мікрогальванічного елемента:  $Fe | H_3O^+ | Cu$   
Кисле середовище

Катод: $Cu$ $H^+ + e = H^0; H + H = H_2$	Анод: $Fe$ $Fe - 2e = Fe^{2+}$
---------------------------------------------	-----------------------------------



2.Схема мікрогальванічного елемента:  $Fe | H_2O, O_2 | Cu$   
Нейтральне середовище

Катод: $Cu$ $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$	Анод: $Fe$ $Fe - 2e = Fe^{2+}$
-------------------------------------------	-----------------------------------





3. Схема мікрогальванічного елемента:  $Co / H_3O^+ / Cu$

*Кисле середовище*

Катод: $Cu$ $H^+ + e = H^0; H + H = H_2$	Анод: $Co$ $Co - 2e = Co^{2+}$
---------------------------------------------	-----------------------------------

Сумарна реакція  $Co + 2H^+ = Co^{2+} + H_2\uparrow$

4. Схема мікрогальванічного елемента:  $Co / H_2O, O_2 / Cu$

*Нейтральне середовище*

Катод: $Cu$ $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH$	Анод: $Co$ $Co - 2e = Co^{2+}$
-----------------------------------------	-----------------------------------

Сумарна реакція:  $2Co + O_2 + 2H_2O = 2Co(OH)_2$   
 $2Co(OH)_2 = 2CoO + 2H_2O$

### V.2. Електрорушійна сила, енергія Гіббса мікрогальванічного елемента

Стандартна електрорушійна сила мікрогальванічного елемента, що утворюється при руйнуванні покриття, визначається за формулою:

$$E^0 = \varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0$$

Для мікрогальванічного елемента  $Fe | H_2O, O_2 | Co$  значення  $E^0$  реакції корозії визначають за формулою:

$$E_{\text{корозії}}^0 = \varphi_{4H^+, O_2 / 2H_2O}^0 - \varphi_{Fe^{2+} / Fe}^0$$

$$E_{\text{корозії}}^0 = 0,401 - (-0,437) = +0,838 \text{ В.}$$

Для мікрогальванічних елементів, які утворюються при одночасному руйнуванні покриття та підшарку значення  $E_{\text{корозії}}^0$  становитимуть:

$E_{1\text{кор}}^0 = 0,401 - (-0,437) = +0,838 \text{ В.}$	$Fe   H_2O, O_2   Cu$
$E_{2\text{кор}}^0 = 0,401 - (-0,290) = +0,691 \text{ В}$	$Co   H_2O, O_2   Cu$
$E_{3\text{кор}}^0 = -0,401 - (-0,437) = +0,036 \text{ В}$	$Fe   H_2O, O_2   Co$

Розрахунок зміни стандартної енергії Гіббса ( $\Delta G^0$ ) реакції корозії проводиться за формулою:

$$\Delta G^0 = -E_{\text{кор}}^0 \cdot Z \cdot F,$$

де  $Z$  – число електронів, що беруть участь в окисно-відновній реакції;  $F$  – число Фарадея.  $\Delta G = (-0,838) \cdot 4 \cdot 96500 = -323,08 \text{ кДж}$ . Негативний знак величини термодинамічного потенціалу підтверджує, що процес корозії підшарку ( $Fe$ ) відбувається довільно.

(1)

Висновок:

- Згідно аналізу величин  $E^0$  реакцій корозії мікрогабванічних елементів при механічному пошкодженні кобальтового покриття основним корозійним процесом є окиснення заліза.
- Цілісне кобальтове покриття механічно захищає залізний підшарок.
- Електрохімічна корозія кобальта відбуватиметься при одночасному руйнуванні покриття та підшарку паралельно з корозією заліза.
- Окиснення кобальту супроводжується утворенням міцної оксидної плівки, яка уповільнює корозійні процеси.
- Залізо відіграє роль анодного покриття і захищає поверхню мідної деталі від корозії.

2. ЗАДАЧІ

РІВЕНЬ А

1. Обчислити потенціал електрода X, побудованого з металу X, зануреного в розчин електроліту з концентрацією C. Пояснити:
  - ✓ місце металу X в ряду напруг металів та його властивості;
  - ✓ як виміряти стандартний електродний потенціал електрода X – скласти схему відповідного гальванічного елемента, дати визначення поняття “стандартний електродний потенціал”;
  - ✓ Механізм утворення подвійного електричного шару на електроді X.

№	Електрод X	Концентрація електроліту			
		Масова $\rho(X)$ , г/л		Молярна C(X), моль/л	Еквівалентна C(1/zX), моль/л
		Маса m(X), г	Об'єм H <sub>2</sub> O, л		
1	Zn	--	--	--	0,004 (Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
2	Zn	--	--	0,2 (ZnSO <sub>4</sub> )	--
3	Co	8,0 (CoCl <sub>2</sub> )	0,400	--	--
4	Pb	--	--	--	0,2 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
5	Sn	--	--	--	0,04 (Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
6	Ag	25 (AgNO <sub>3</sub> )	0,200	--	--
7	Hg	15 (Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0,200	--	--
8	Cu	2,5 (CuSO <sub>4</sub> )	0,400	--	--
9	Cr	--	--	0,2 (CrCl <sub>3</sub> )	--
10	Pb	--	--	0,05 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	--
11	Cd	1,3 (Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0,250	--	--
12	Mg	2,2 (MgCl <sub>2</sub> )	0,300	--	--
13	Al	--	--	--	0,003(Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )
14	Ba	--	--	--	0,25(Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
15	Be	0,5 (Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0,600	--	--

2. Розрахувати електродний потенціал електрода X в розчині відповідного електроліту C, якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює  $\alpha$ . Пояснити:

- ✓ як виміряти стандартний електродний потенціал електрода X – скласти схему відповідного гальванічного елемента, дати визначення поняття “стандартний електродний потенціал”;
- ✓ як визначити рівноважний електродний потенціал електрода X;
- ✓ механізм утворення подвійного електричного шару на електроді X;
- ✓ місце металу електрода X в ряду напруг металів та його властивості.

№	Електрод X	Ступінь дисоціації $\alpha, \%$	Концентрація електроліту	
			Молярна C(X), моль/л	Еквівалентна C(1/zX), моль/л
1	Zn	95	--	0,004 (Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
2	Zn	80	0,2 (ZnSO <sub>4</sub> )	--
3	Co	90	0,003 (CoSO <sub>4</sub> )	--
4	Pb	75	--	0,2 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
5	Sn	77	--	0,04 (Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
6	Ag	86	0,55 (AgNO <sub>3</sub> )	--
7	Hg	70	--	0,01 (Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
8	Cu	92	--	0,005 (CuSO <sub>4</sub> )
9	Cr	89	0,2 (CrCl <sub>3</sub> )	--
10	Pb	94	0,05 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	--
11	Fe	70	--	1,0 FeSO <sub>4</sub>
12	Ni	80	0,01 NiSO <sub>4</sub>	--
13	Co	85	--	0,8 CoSO <sub>4</sub>
14	Cd	90	--	0,09 Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
15	Mg	65	0,05 MgCl <sub>2</sub>	--

3. Розрахувати уявний ступінь дисоціації електроліту, якщо потенціал електрода X, зануреного в цей електроліт з концентрацією C дорівнює E, В. Пояснити:

- ✓ як виміряти стандартний електродний потенціал електрода X – скласти схему відповідного гальванічного елемента, дати визначення поняття “стандартний електродний потенціал”;
- ✓ механізм утворення подвійного електричного шару на електроді X;
- ✓ місце металу електрода X в ряду напруг металів та його властивості.

№	Електрод X	Електродний потенціал		Концентрація електроліту	
		$E^0, В$	$E, В$	Молярна C(X), моль/л	Еквівалентна C(1/zX), моль/л
1	Zn	-0,76	-0,799	--	0,004 (Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
2	Zn	-0,76	-0,77	0,2 (ZnSO <sub>4</sub> )	--
3	Co	-0,277	-0,31	0,003 (CoSO <sub>4</sub> )	--
4	Pb	-0,126	-0,129	--	0,2 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
5	Sn	-0,141	-0,145	--	0,04 (Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )

6	Ag	+0,799	+0,722	0,55 (AgNO <sub>3</sub> )	--
7	Hg	+0,852	+0,8	--	0,01 (Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
8	Cu	+0,34	+0,29	--	0,005 (CuSO <sub>4</sub> )
9	Cr	-0,852	-0,867	0,2 (CrCl <sub>3</sub> )	--
10	Pb	-0,126	-0,131	0,05 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	--
11	Fe	-0,44	-0,45	--	0,1 FeCl <sub>2</sub>
12	Ni	-0,234	-0,244	0,03 NiSO <sub>4</sub>	--
13	Co	-0,277	-0,29	--	0,02 CoSO <sub>4</sub>
14	Cd	-0,404	-0,42	--	0,1 Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
15	Mg	-2,37	-2,41	0,05 MgCl <sub>2</sub>	--
16	Al	-1,70	-1,75	--	0,02 Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
17	Ba	-2,905	-3,0	--	0,6 Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
18	Be	-1,847	-1,9	0,25 Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	--
19	Ir	+1,00	+0,97	0,15 Ir(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	--
20	Mn	-1,192	-1,2	--	0,001 MnSO <sub>4</sub>
21	Mo	-0,200	-0,225	--	0,005 Mo(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
22	Pd	+0,915	+0,88	0,55 PdCl <sub>2</sub>	--
23	Pb	-0,126	-0,13	0,04 Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	--
24	Tl	-0,336	-0,342	--	0,002 TlCl

4. В результаті пропускання певного струму  $I$  (або кількості електрики  $Q$ ) через електроліт  $X$  протягом часу ( $t$ ) на катоді виділилась відповідна маса  $m$  металу ( $M$ ). Визначити:

- ✓ Послідовність катодних і анодних процесів, якщо використовували електроди  $A$ ;
- ✓ Продукти електролізу та склад електроліту після електролізу;
- ✓ Електрохімічний еквівалент металу (експериментальне та теоретичне значення), що виділяється на катоді;
- ✓ Масу електроліту, що розклався під час електролізу;
- ✓ Об'єми газів, які (можливо) виділяються на катоді та аноді (н.у.);
- ✓ Напругу розкладу електроліту (теоретичну);
- ✓ Вихід за струмом (де це можливо).

№	Струм		Тривалість процесу $t$ , год.	Електроліт $X$	Вихід за струмом, $\eta\%$	Маса металу		Електроди $A$	
	$I$ , А	$Q$ , Кл				$m(M)$	$M$	Катод	Анод
1	0,9	--	3	AgNO <sub>3</sub>	--	12,32	Ag	Ag	Ag
2	25	--	4	CuSO <sub>4</sub>	--	112	Cu	Графіт	Cu
3	--	1800	--	NiSO <sub>4</sub>	--	5	Ni	Fe	Ni
4	--	1100	--	FeSO <sub>4</sub>	70	?	Fe	Графіт	графіт
5	3	--	1	FeCl <sub>2</sub>	65	?	Al	Графіт	Графіт
6	2,5	--	0,75	MnSO <sub>4</sub>	50	?	Mn	Fe	Mn
7	0,8	--	2	CdCl <sub>2</sub>	85	?	Cd	Pt	Pt

8	1,5	--	0,25	$\text{BiCl}_3$	80	?	Bi	Графіт	Pt
9	--	16666	--	$\text{FeCl}_2$	--	4	Fe	Fe	Fe
10	2	--	0,667	?	100	1,542	?	Pt	Pt
11	2,5	--	1,5	$\text{MnSO}_4$	55	?	Mn	Al	Pt
12	1,8	--	1	$\text{NiSO}_4$	80	?	Ni	Графіт	графіт
13	1,1	--	1,5	$\text{Cd(NO}_3)_3$	90	?	Cd	Fe	Ca
14	--	1450	--	$\text{ZnSO}_4$	88	?	Zn	Pb	Zn
15	--	1570	--	$\text{Sn(NO}_3)_3$	92	?	Sn	Al	Sn
16	--	2000	--	$\text{Pb(NO}_3)_2$	96	?	Pb	Графіт	графіт

### РІВЕНЬ Б

1. Скласти схему гальванічного елемента, в якому проходить хімічна реакція

A. Визначити:

- ✓ які реакції відбуваються на електродах, типи електродів та принцип роботи такого гальванічного елемента;
- ✓ стандартну електрорушійну силу елемента;
- ✓ електрорушійну силу елемента, якщо розчини мають певні концентрації  $C$ , моль/л;
- ✓ константу рівноваги  $K_p$  та вільну енергію Гіббса реакції  $\Delta G_r^0$ .

№	Хімічна реакція	Концентрації розчинів $C(1/zX)$ , моль/л			
1	$\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$	0,02 $\text{Fe}^{3+}$	0,003 $\text{Zn}^{2+}$	0,1 $\text{Fe}^{2+}$	--
2	$2\text{Au}^{3+} + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{Au} + 6\text{H}^+$	0,01 $\text{Au}^{3+}$	$P(\text{H}_2) = 1 \text{ атм}$	0,02 $\text{H}^+$	--
3	$\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$	0,03 $\text{Zn}^{2+}$	$P(\text{H}_2) = 1 \text{ атм}$	0,01 $\text{H}^+$	--
4	$\text{Cu} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2$	0,3 $\text{Cu}^{2+}$	$P(\text{H}_2) = 1 \text{ атм}$	0,03 $\text{H}^+$	--
5	$\text{Ni} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{H}_2$	0,06 $\text{Ni}^{2+}$	$P(\text{H}_2) = 1 \text{ атм}$	0,015 $\text{H}^+$	--
6	$\text{Al} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + \text{H}_2$	0,2 $\text{Al}^{3+}$	$P(\text{H}_2) = 1 \text{ атм}$	0,15 $\text{H}^+$	--
7	$\text{Cd} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + \text{Cu}$	0,02 $\text{Cu}^{2+}$	0,01 $\text{Cd}^{2+}$	--	--
8	$\text{Mg} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{Ni}$	0,01 $\text{Ni}^{2+}$	0,02 $\text{Mg}^{2+}$	--	--
9	$\text{Mg} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{Sn}$	0,03 $\text{Sn}^{2+}$	0,3 $\text{Mg}^{2+}$	--	--
10	$\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$	0,3 $\text{Sn}^{2+}$	0,03 $\text{Fe}^{2+}$	0,1 $\text{Sn}^{4+}$	0,15 $\text{Fe}^{3+}$
11	$\text{Sn}^{4+} + \text{Ti}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ti}^{4+} + \text{Sn}^{2+}$	0,06 $\text{Sn}^{2+}$	0,04 $\text{Ti}^{2+}$	0,12 $\text{Sn}^{4+}$	0,12 $\text{Ti}^{4+}$
12	$\text{Cu} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$	0,5 $\text{Ag}^+$	0,2 $\text{Cu}^{2+}$	--	--
13	$\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	0,45 $\text{Cu}^{2+}$	0,05 $\text{Cu}^+$	--	--
14	$\text{Co}^{3+} + \text{Cr}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Cr}^{3+}$	0,45 $\text{Co}^{2+}$	0,5 $\text{Co}^{3+}$	0,55 $\text{Cr}^{2+}$	0,2 $\text{Cr}^{3+}$
15	$\text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cr}^{3+}$	0,025 $\text{Cr}^{2+}$	0,05 $\text{Cr}^{3+}$	0,01 $\text{Fe}^{2+}$	0,03 $\text{Fe}^{3+}$

(7)

2. Скласти схему гальванічного елемента, утвореного електродами X та Y, якщо використані певні концентрації електролітів  $C_X$  та  $C_Y$ . Визначити:
- ✓ які реакції відбуваються на електродах, типи електродів та принцип роботи такого гальванічного елемента;
  - ✓ стандартну електрорушійну силу елемента;
  - ✓ електрорушійну силу елемента, якщо йони характеризуються певними активностями, що відповідають заданим концентраціям електролітів ( $C$ , моль/л);
  - ✓ константу рівноваги  $K_p$  та вільну енергію Гіббса реакції  $\Delta G_r^0$ .

№	Електрод X				Електрод Y			
	X	Концентрація $C(X)$ , моль/л	$f(X^{z+})$	$\alpha$ , %	Y	Концентрація $C(Y)$ , моль/л	$f(Y^{z+})$	$\alpha$ , %
1	Ag	0,01 (AgNO <sub>3</sub> )	0,924	--	Pt,H/H <sup>+</sup>	0,02 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,88	--
2	Ag	0,05 (AgNO <sub>3</sub> )	--	--	Ni	0,0004(NiSO <sub>4</sub> )	0,4	--
3	Mg	0,018 (MgSO <sub>4</sub> )	--	--	Zn	0,025 (ZnSO <sub>4</sub> )	--	--
4	Zn	0,01(ZnSO <sub>4</sub> )	--	66	Pt,H/H <sup>+</sup>	0,01 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	--	--
5	Cd	0,01(CdSO <sub>4</sub> )	--	70	Pt,H/H <sup>+</sup>	0,0125 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	--	--
6	Cu	0,02 (CuSO <sub>4</sub> )	--	75	Ag,AgCl/KCl	KCl – насичен.	--	--
7	Mg	1,0 (MgSO <sub>4</sub> )	--	70	Mg	0,001 (MgSO <sub>4</sub> )	--	87
8	Co	0,04(CoCl <sub>2</sub> )	--	60	Ag,AgCl/KCl	KCl – насичен.	--	--
9	Pt,H/H <sup>+</sup>	0,01 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	--	--	Ag,AgCl/KCl	KCl – насичен.	--	--
10	Mn	0,2 MnSO <sub>4</sub>	0,4	--	Pt,H/H <sup>+</sup>	0,5 NH <sub>4</sub> OH, $p(H_2)=0,5$ атм.	--	--
11	Ni	0,05 NiSO <sub>4</sub>	0,57	--	Pt,H/H <sup>+</sup>	1,0 NH <sub>4</sub> OH $p(H_2)=0,7$ атм.	--	--
12	Cd	Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	--	77	Ag,AgCl/KCl	0,35 KCl	--	--
13	Zn	0,005 ZnSO <sub>4</sub>	0,81	--	Ag,AgCl/KCl	0,01 KCl	--	--
14	Sn	0,1 Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,485	--	Sn	0,003Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,59	--
15	Pb	1,5 Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	--	89	Pb	0,075 Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	--	--
16	Al	1,1 CrSO <sub>4</sub>	--	78	Cr	0,0004 CrSO <sub>4</sub>	--	--

3. Електрорушійна сила гальванічного елемента, складеного з електродів X та Y дорівнює  $D$ . Визначити:
- ✓ які реакції протікають на електродах, типи електродів та принцип роботи такого гальванічного елемента;
  - ✓ концентрацію електроліта для електрода X (або уявний ступінь дисоціації електроліта);
  - ✓ електрорушійну силу елемента, якщо розчини мають певні концентрації  $C$ , моль/л;
  - ✓ константу рівноваги  $K_p$  та вільну енергію Гіббса реакції  $\Delta G_r^0$ .

№	E, В (Д)	Електрод Х			Електрод Y		
		Концентрація C(X), моль/л	X	A, %	Концентрація C(Y), моль/л	Y	a, %
1	0,085	? AgNO <sub>3</sub>	Ag	95	0,005(AgNO <sub>3</sub> )	Ag	98
2	0,103	2,0 MgSO <sub>4</sub>	Mg	?	0,001(MgSO <sub>4</sub> )	Mg	87
3	0,03	? H <sup>+</sup>	Pt, H/H <sup>+</sup>	89	0,05(HCl)	Pt, H/H <sup>+</sup>	92
4	1,108	? AgNO <sub>3</sub>	Ag	90	0,0001(NiSO <sub>4</sub> )	Ni	88
5	1,06	? ZnSO <sub>4</sub>	Zn	67	KCl насич.	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	--
6	0,83	? CuSO <sub>4</sub>	Cu	65	KCl насич.	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	--
7	0,894	? HJ	Pt, J <sub>2</sub> /HJ	95	1,00(HCl)	Pt, H/H <sup>+</sup>	--
8	1,14	? HCl	Pt, Cl <sub>2</sub> /HCl	91	1,00(HCl)	Pt, H/H <sup>+</sup>	--
9	0,013	? AgC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Ag	87	0,1 AgNO <sub>3</sub>	Ag	67
10	0,119	? PbNO <sub>3</sub>	Pb	80	0,033 (HCl)	Pt, H/H <sup>+</sup>	94

3. Метал А вкритий шаром металу В. Визначити, який метал піддається корозії в середовищі Х. Для цього:

- ✓ написати рівняння катодних та анодних реакцій;
- ✓ скласти схему мікрогальванічного елемента та визначити його електрорушійну силу;
- ✓ скласти схему гальванічного елемента, що відповідає корозійному процесу, та розрахувати його електрорушійну силу;
- ✓ зробити висновок, який з гальванічних елементів дає більший струм.

№	Середовище Х	Метал А	Метал В
1	Нейтральне (рН = 7)	Залізо	Нікель
2	Лужне (рН = 8,5)	Олово	Срібло
3	Лужне (рН = 8)	Залізо	Нікель
4	Кисле (рН = 4)	Свинець	Цинк
5	Лужне (рН = 7,5)	Марганець	Свинець
6	Лужне (рН = 9)	Нікель	Срібло
7	Нейтральне (рН = 7)	Нікель	Срібло
8	Лужне (рН 8,5)	Цинк	Свинець
9	Кисле (рН = 5)	Нікель	Олово
10	В середовищі H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub>	Залізо	Хром
11	В середовищі H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub>	Мідь	Свинець
12	В середовищі H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub>	Нікель	Золото
13	В середовищі HCl, рН = 4	Мідь	Олово
14	Лужне (рН = 7,8)	Залізо	Цинк
15	Нейтральне	Олово	Мідь
16	В середовищі хлору	Свинець	Кобальт

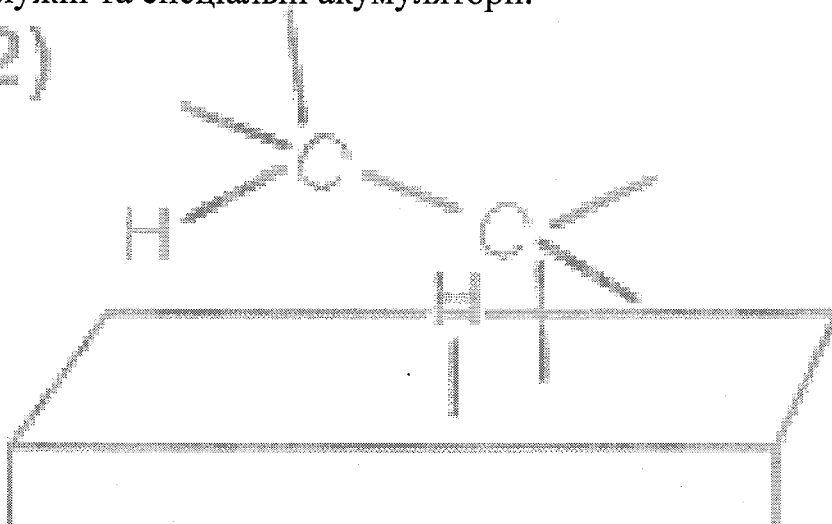
#### 4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поняття про електрод. Електродний стрибок потенціалу та механізм утворення подвійного електричного шару (ПЕШ).
2. Класифікація електродів. Електроди першого роду. Визначення та приклади.
3. Класифікація електродів. Електроди другого роду. Визначення та приклади.
4. Класифікація електродів. Окисно-відновні електроди, йон-селективні електроди. Визначення та приклади.
5. Рівняння Нернста для розрахунку величини електродного потенціалу різних типів електродів.
6. Електроди порівняння та індикаторні електроди. Приклади.
7. Гальванічні елементи (ГЕ). Визначення, будова ГЕ. Принцип роботи гальванічного елемента.
8. Розрахунок електрорушійної сили гальванічного елемента.
9. Компенсаційний метод визначення електрорушійної сили гальванічного елемента та електродних потенціалів.
10. Елемент Вестона. Принципова схема будови елемента Вестона. Рівняння реакцій на електродних парах.
11. Електроди та ланцюги для визначення рН розчинів. Потенціометричне титрування.
12. Класифікація гальванічних ланцюгів. Прості та складні хімічні гальванічні елементи.
13. Класифікація гальванічних ланцюгів. Концентраційні ланцюги. Приклади. Розрахунок ЕРС концентраційного гальванічного ланцюга.
14. Дифузійні та мембранні потенціали. Природа біопотенціалів. Розрахунок дифузійного та мембранного потенціалів.
15. Термодинаміка роботи ГЕ. Робота, тепловий ефект, константа рівноваги окисно-відновної реакції.
16. Класифікація гальванічних ланцюгів. Окисно-відновні ланцюги. Ряд нормальних окисно-відновних потенціалів.
17. Визначення константи рівноваги окисно-відновної хімічної реакції за допомогою величин окисно-відновних потенціалів.
18. Окисно-відновні потенціали біологічних систем.
19. Корозія металів. Хімічна корозія, приклади.
20. Електрохімічна корозія металів. Основні закономірності.
21. Поняття про водневу та кисневу деполяризацію.
22. Види корозії. Методи захисту від корозії.
23. Електроліз, його термодинамічна характеристика.
24. Закони електролізу (закони Фарадея). Поняття про електрохімічний еквівалент.
25. Числа переносу.
26. Природа хімічної поляризації електродів при електролізі водних розчинів.

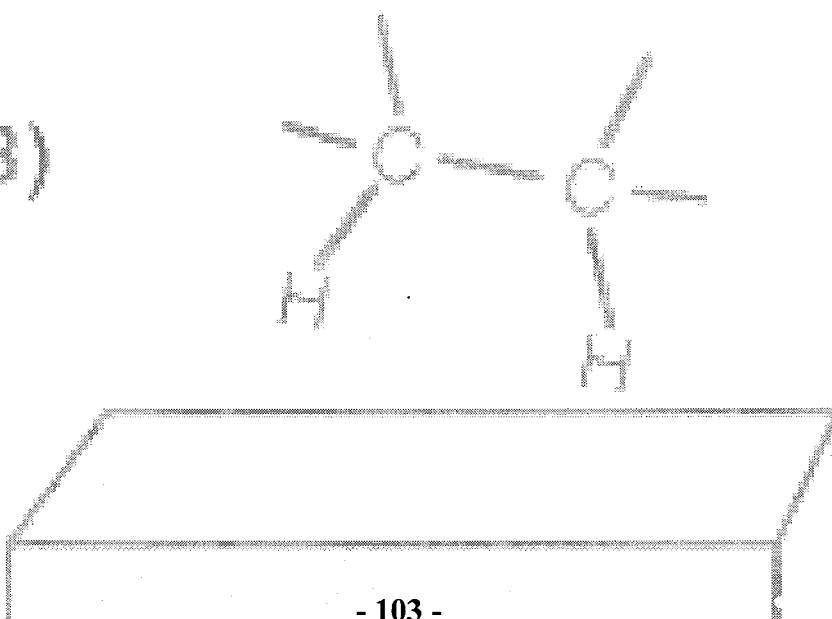


- (1)
27. Природа концентраційної поляризації електродів при електролізі водних розчинів.
  28. Природа фазової поляризації електродів при електролізі водних розчинів.
  29. Напруга розкладу електроліту.
  30. Електролітичний розклад води. Катодне відновлення водню та анодне окиснення кисню. Перенапруга виділення водню та кисню на електродах.
  31. Особливості електролітичного виділення металів. Ряд перенапруги металів у порівнянні з перенапругою водню.
  32. Електроліз водних розчинів солей металів групи заліза. Приклади.
  33. Послідовність катодних та анодних процесів при електролізі водних розчинів та розплавів.
  34. Вплив умов електролізу на характер електрокристалізації металів та тип осадів металів.
  35. Хімічні джерела струму. Класифікація, приклади.
  36. Акумулятори. Принцип дії та практичне застосування.
  37. Кислотні, лужні та спеціальні акумулятори.

(2)



(3)



**МОДУЛЬ V. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА.  
КОЛОЇДНО-ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ**

**ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА**

1. **КЛЮЧОВІ ПОНЯТТЯ ТА МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ**

№	Поняття	Симол	Математична формула
1	Константа седиментації	$S_{\text{седим.}}$	
2	Швидкість осідання часточок в полі гравітації	$v_{\text{седим.}}$	
3	Міра кінетичної стійкості до седиментації	$1/S_{\text{седим.}}$	
4	Агрегативна стійкість		Теорія ДЛФО
5	Електрокінетичний потенціал	$\zeta$	Рівняння Гельмгольца-Смолуховського
6	Швидкість електрофоретичного руху часток	$v_{\text{еф}}$	
7	Об'ємна швидкість руху часток при електроосмосі	$V$	
8	Ліофобні золі		
9	Ліофільні колоїдні розчини		
10	Поріг коагуляції	$C_{\text{кр.}}$	
11	Коагулююча здатність електроліта	$P_{\text{пор}}$	
12	Умови швидкої коагуляції		
13	Умови повільної коагуляції		Рівняння Смолуховського
14	Коефіцієнт стабільності колоїдних систем	$W$	
15			
16	Динамічна в'язкість	$\eta$	Рівняння Ньютона Рівняння Пуазейля
17	В'язкість ліофобних золей		Рівняння Ейнштейна
18	Відносна в'язкість	$\eta_{\text{відн.}}$	
19	Питома в'язкість	$\eta_{\text{пит}}$	
20	Зведена в'язкість	$H_{\text{зв}}$	
21	Характеристична в'язкість	$[\eta]$	
22	В'язкість розчинів ВМС		Рівняння Штаудінгера
23	Критична концентрація міцелотворення в колоїдних розчинах ПАР	ККМ	
24	Гідрофільно-ліпофільний баланс	ГЛБ	
25	Ступінь набухання ВМС	$A$	
26	Дифузія в колоїдних розчинах		Закон Ейнштейна-Смолуховського
	Осмотичний тиск	Ліозолі	

27		Аерозолі	
		Р-ни ВМС	
28	Броунівський рух	$\Delta^2$	Рівняння Ейнштейна
29	Світлорозсіяння	$\tau$	Рівняння Релея
	Нефелометрія		
	Закон Бугера-Ламберта-Бера:	$I$	
	Турбідиметрія		

## 2. ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ

### ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ №1 «ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ ТА АДСОРБЦІЯ В РОЗЧИНАХ ПАР»

Визначити будову мономолекулярного шару речовини *A*, розчиненої у речовині *B* (розчинник), який утворюється на межі розподілу фаз *X-Y* (таблиця).

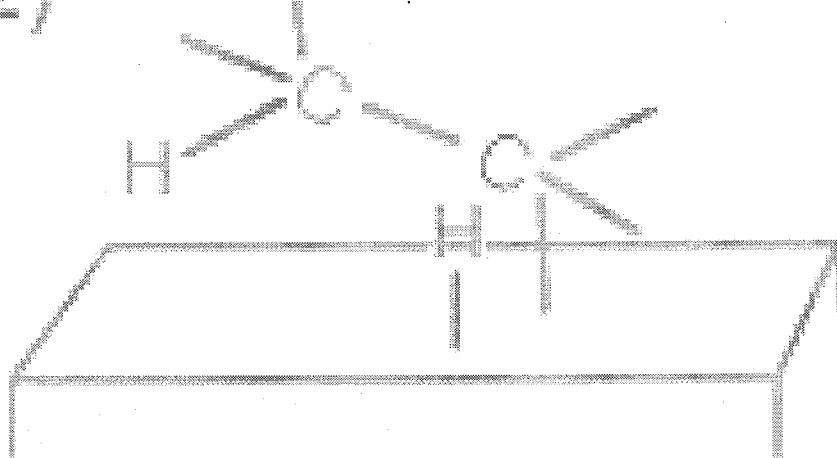
1. За табличними значеннями визначити величини поверхневого натягу речовин *A* та *B*. Показати графічно, як має змінюватись поверхневий натяг розчинів речовини *A* в розчиннику *B* при розбавленні.
2. Дати характеристику полярності молекул *A* та *B*. Визначити тип ПАР.
3. Пояснити механізм розчинення речовини *A* в розчиннику *B*.
4. Дати характеристику гідрофільно-гідрофобних властивостей межі розподілу фаз.
5. Схематично зобразити структуру адсорбційного шару: розміщення молекул речовини *A* в мономолекулярному шарі на межі розподілу фаз, користуючись правилом полярності Ребіндера.
6. Обґрунтувати правила вибору адсорбента.

ТАБЛИЦЯ

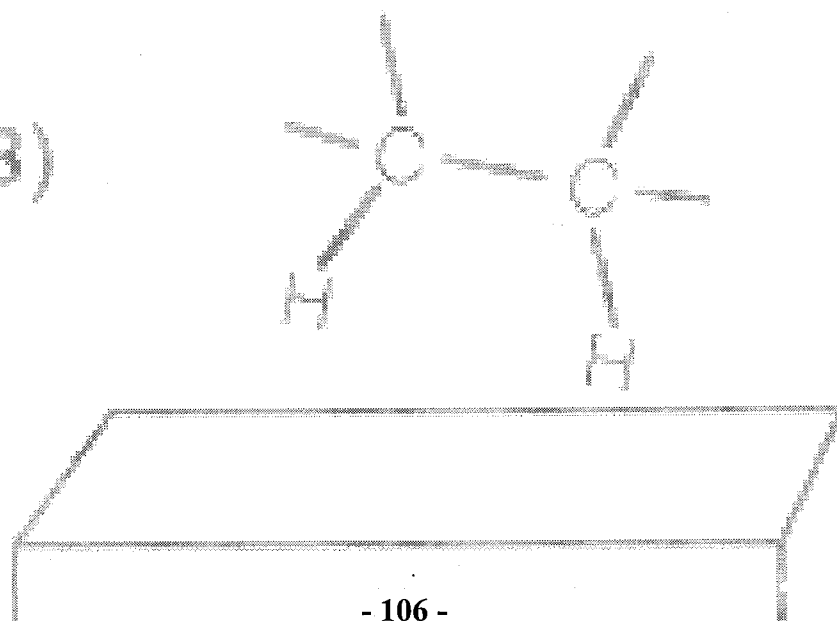
Варіанти завдання

№	Речовини		Межа розподілу фаз	
	A	B	X	Y
1	CH <sub>3</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Повітря	Розчин
2	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Розчин	Активоване вугілля
3	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Розчин	Тваринне вугілля
4	Cl-CH <sub>2</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Розчин	Силікагель
5	Cl-C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Розчин	Алюміній оксид
6	Cl <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> COOH	H <sub>2</sub> O	Повітря	Розчин
7	CH <sub>3</sub> OH	H <sub>2</sub> O	Повітря	Розчин
8	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	H <sub>2</sub> O	Розчин	Активоване вугілля
9	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	Розчин	Тваринне вугілля
10	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> OH	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Розчин	Силікагель
11	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COONa	H <sub>2</sub> O	Розчин	Алюміній оксид
12	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -R-SO <sub>2</sub> ONa	H <sub>2</sub> O	Розчин	Глина
13	[R - N <sup>+</sup> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]OH	H <sub>2</sub> O	Повітря	Розчин

14	$C_{17}H_{35}-CH-COONa$ $SO_3Na$	$H_2O$	Розчин	Активоване вугілля
15	$(iso-C_4H_9)_2C_{10}H_5SO_3Na$	$H_2O$	Розчин	Тваринне вугілля
16	$C_{10}H_{21}OSO_3Na$	$H_2O$	Розчин	Силікагель
17	$C_{16}H_{33}OSO_3Na$	$H_2O$	Розчин	Алюміній оксид
18	$C_{10}H_{21}NH_2 \cdot HCl$	$H_2O$	Повітря	Розчин
19	$C_{10}H_{21}(OCH_2CH_2)_nOH$	$H_2O$	Розчин	Силікагель
20	$C_6H_5(OCH_2CH_2)_nOH$	$H_2O$	Розчин	Алюміній оксид
21	$C_{12}H_{25}N(CH_3)_3Cl$	$H_2O$	Розчин	Глина
22	$C_{17}H_{33}COOH$	$C_6H_{12}$	Розчин	Тваринне вугілля
23	$C_{15}H_{29}COOH$	$C_6H_6$	Розчин	Силікагель
24	$C_{16}H_{31}COOH$	$C_7H_{14}$	Розчин	Алюміній оксид
25	$C_{17}H_{29}COOH$	$C_6H_5CH_3$	Розчин	Глина
26	$C_{17}H_{33}COOH$	$C_6H_{12}$	Повітря	Розчин
27	$C_{15}H_{29}COOH$	$C_6H_6$	Повітря	Розчин
28	$C_{16}H_{31}COOH$	$C_7H_{14}$	Повітря	Розчин
29	$C_{17}H_{29}COOH$	$C_6H_5CH_3$	Повітря	Розчин
30	$C_{10}H_{21}(OCH_2CH_2)_nCl$	$H_2O$	Повітря	Розчин



(3)



ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ № 2  
 “ЛІОФОБНІ ЗОЛІ”

Отримати ліофобні золі, твердою фазою яких є речовина X: один золь заряджений позитивно, а другий – негативно при використанні певних концентрацій (C) та об’ємів (V) вихідних речовин (таблиця).

ТАБЛИЦЯ

Варіанти завдання

№	Осад, X	Вихідні речовини	C, моль/л	V, л	Додаткові умови
1	S	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,008	0,010	
		HCl	0,03	0,010	
2	S	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,008	0,010	
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,03	0,010	
3	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	0,005	0,020	
		H <sub>2</sub> S	0,05	0,020	
4	NiS	Na <sub>2</sub> S	0,01	0,020	
		NiSO <sub>4</sub>	0,003	0,030	
5	AgJ	KJ	0,008	0,050	
		AgNO <sub>3</sub>	0,001	0,020	
6	AgBr	LiBr	0,001	0,040	
		AgNO <sub>3</sub>	0,006	0,040	
7	AgCl	NaCl	0,005	0,100	
		AgNO <sub>3</sub>	0,005	0,050	
8	FeS	Na <sub>2</sub> S	0,01	0,020	
		FeSO <sub>4</sub>	0,003	0,030	
9	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	FeCl <sub>3</sub>	0,001	0,020	
		K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0,0003	0,020	
10	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	HCl	0,02	0,020	
		Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,006	0,030	
11	Fe(OH) <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>	0,001	0,010	Нагрівання
		H <sub>2</sub> O		0,100	
12	Al(OH) <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub>	0,001	0,010	Нагрівання
		H <sub>2</sub> O		0,100	
13	BaSO <sub>4</sub>	BaCl <sub>2</sub>	0,005	0,050	
		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01	0,020	
14	BaSO <sub>4</sub>	BaCl <sub>2</sub>	0,002	0,020	
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,005	0,020	
15	Al(OH) <sub>3</sub>	Al(CH <sub>3</sub> COO) <sub>3</sub>	0,010	0,020	pH > 7
		H <sub>2</sub> O		0,100	
16	Al(OH) <sub>3</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,002	0,020	pH < 7
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,005	0,020	

## ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

1. Пояснити, яким методом (або якими методами) можна отримати золь  $X$

Назва та суть методу	Рівняння та тип хімічної реакції

2. Визначити заряд гранули золя  $X$ , якщо відомі концентрації ( $C_1$ ) та об'єми ( $V_1$ ) розчинів вихідних речовин (вказано у варіантах завдання, *таблиця 1*). Запропонувати концентрації ( $C_2$ ) та об'єми ( $V_2$ ) розчинів вихідних речовин для добування золю  $Y$  з протилежним знаком заряду.
3. Написати схеми будови міцел  $X$ ,  $Y$  та вказати їх складові, якщо гранула заряджена
4. Вказати заряди складових частин міцел  $X$ ,  $Y$  за схемою:
5. Графічно відобразити криву спаду потенціалу у подвійному електричному шарі для міцел  $X$ ,  $Y$ . Показати:
- 1) повний потенціал поверхні частинки -  $\varphi$ ;
  - 2) потенціал на межі адсорбційного та дифузного шарів -  $\varphi_1$ ;
  - 3) електрокінетичний (дзета) потенціал -  $\zeta$ ;
  - 4) товщину дифузного шару -  $\delta$ .

6. Термодинамічна характеристика золь  $X$ ,  $Y$ :

$\Delta G$	$\Delta S$	$\Delta H$

## ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ № 3 “ЛЮФІЛЬНІ КОЛОЇДНІ РОЗЧИНИ”

Визначити, до якої групи належить білок  $A$ , якщо для нього відома величина  $pI$  (*таблиця*).

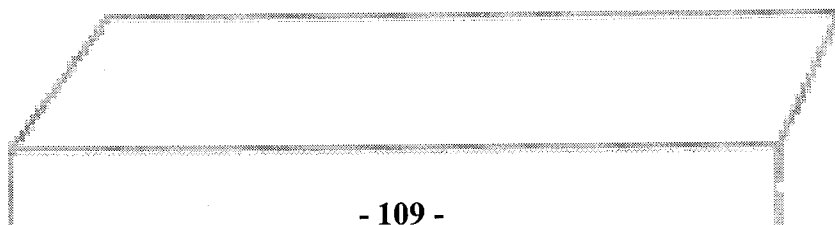
ТАБЛИЦЯ

Варіанти завдання				
№	Білок	$pI$	$pH_1$	$pH_2$
1	Цитохром-С	10,65	9,0	12
2	Міозин	5,4	6,6	5,0
3	Рибонуклеаза	9,45	8,5	11,0
4	Пепсин	1,00	0,5	3,56
5	Казеїн	4,62	5,6	4,0
6	Сальмін	12,0	11,2	13,0
7	Гемоглобін	6,8	7,4	6,1
8	Альбумін	5,2	4,7	6,3
9	Гамаглобулін	7,3	8,0	6,8

10	Уреаза	5,0	5,9	2,55
11	Желатин	4,70	6,6	2,8
12	Альбумін сыворотки	4,64	3,25	5,78
13	Глобулін сыворотки	4,8	5,6	4,35
14	--“--	5,5	3,7	7,0
15	--“--	6,4	7,0	5,69
16	Фібриноген	5,4	2,19	7,0
17	Оксигемаглобін	6,6	5,5	8,45
18	Яечний білок	4,55	7,0	1,55
19	Коллаген	5,0	3,56	6,7
20	СО-гемоглобін	7,1	9,65	4,4
21	Фіброїн	5,0	10,1	2,75
22	Серицин	4,2	5,2	3,21
23	Тироглобулін	4,6	2,54	7,7
24	Пепсин	3,00	1,0	5,8
25	Казеїн	4,62	8,4	3,57
26	Сальмін	12,0	9,2	12,89
27	Гемоглобін	6,8	7,8	5,3
28	Альбумін	5,2	6,9	4,6
29	Гамаглобулін	7,3	9,2	6,5
30	Уреаза	5,0	6,5	4,3
31	Желатин	4,70	3,8	6,1

#### ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

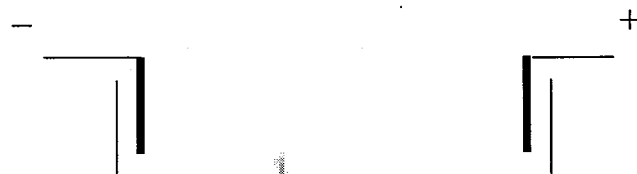
- Визначити співвідношення карбоксильних та аміногруп в молекулі білку.
- Дати схематичне зображення макромолекули білку в ізоелектричному стані.
- Білок А знаходиться у буферному розчині, який має рН<sub>1</sub>:
  - визначити заряд міцели при такому рН;
  - написати рівняння реакцій, які пояснюють виникнення зарядів в молекулі білку при рН<sub>1</sub>;
  - дати схематичне зображення макромолекул в зарядженому стані.
- Білок А розчинили в буферному розчині, який має рН<sub>2</sub>:
  - визначити заряд міцели при такому рН;
  - написати рівняння реакцій, які пояснюють виникнення зарядів в молекулі білку при рН<sub>1</sub>;
  - дати схематичне зображення макромолекул в зарядженому стані.
- Білки А та В характеризуються певними величинами pI(A) та pI(B). Пояснити, як за допомогою електрофорезу можна розділити суміш білків.
- Показати графічно залежність в'язкості розчину білка А від рН середовища його водного розчину.



(1)  
ГРАФІЧНО-РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ № 4  
“СТІЙКІСТЬ ТА КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ”

ЗАВДАННЯ А: Часточки  $X$  колоїдного розчину мають заряд  $Z$  (взяти з графічно-розрахункової роботи № 1). Пояснити умови агрегативної стійкості та коагуляції колоїдного розчину.

- Намалювати графік зміни потенційної енергії взаємодії колоїдних часточок  $X$  за теорією ДЛФО. Пояснити умови:
  - агрегативної стійкості колоїдних часточок;
  - седиментаційної стійкості колоїдних часточок
- Пояснити виникнення дзета-потенціалу при переміщенні зарядженої часточки під впливом зовнішнього електричного поля:



(2)  
ЗАВДАННЯ Б. Для коагуляції 10 мл золю  $X$  під дією електроліту  $A$  необхідно  $V_{мл}$  розчину електроліту  $A$  з молярною концентрацією  $C(X)$ . Дати характеристику процесу коагуляції золю електролітами А, В, С, Д (таблиця).

ТАБЛИЦЯ

Варіанти завдання

№	Золь X	Електроліт А		Електроліти			
		$C(X)$ , моль/л	$V$ , мл	А	В	С	Д
1	S (-)	0,05		Na <sub>2</sub> S	AlCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>
2	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (-)	0,01	49	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>
3	NiS (-)	0,03	35	NaNO <sub>3</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>	KCl
4	AgJ (+)	0,05	4,5	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
5	AgBr (-)	0,02	64	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
6	AgCl (+)	0,001	0,7	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl
7	FeS (-)	0,04	44	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LiCl	CaSO <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>
8	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] (-)	0,002	0,55	AlCl <sub>3</sub>	BaCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	NaNO <sub>3</sub>
9	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (-)	0,05	25	NaCl	CaCl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>
10	Fe(OH) <sub>3</sub> (+)	2,0	7,6	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LiCl	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
11	Al(OH) <sub>3</sub> (-)	0,01	63	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	MgCl <sub>2</sub>	BeCl <sub>2</sub>	KFe[Fe(CN) <sub>6</sub> ]
12	BaSO <sub>4</sub> (+)	0,001	5,2	K <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	KCl
13	BaSO <sub>4</sub> (-)	0,05	4,5	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	NaNO <sub>2</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
14	Al(OH) <sub>3</sub> (+)	0,02	31	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	KCl	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
15	S(-)	0,04		Na <sub>2</sub> S	AlCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>
16	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (-)	0,05	6,5	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	Ca SO <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>
17	NiS (-)	0,01	47	LiCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>
18	AgJ(-)	0,05	5,0	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>



19	AgBr(+)	0,002	62	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	LiNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>
20	AgCl(-)	0,003	0,6	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	KNO <sub>3</sub>
21	FeS(-)	0,02	36	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	TiCl <sub>3</sub>	TiCl
22	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] (+)	0,1	0,1	LiCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]
23	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (-)	0,004	1,1	AlCl <sub>3</sub>	TiCl	NaCl	MgCl <sub>2</sub>
24	Fe(OH) <sub>3</sub> (+)	2,0	62	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]
25	Al(OH) <sub>3</sub> (-)	0,04	0,1	TiCl <sub>3</sub>	KCl	MgCl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>
26	BaSO <sub>4</sub> (-)	0,05	48	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Tl(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
27	BaSO <sub>4</sub> (+)	0,02	7,3	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>
28	Al(OH) <sub>3</sub> (+)	0,005	1,5	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>

### ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

1. Розрахувати поріг коагуляції золю під дією електроліта А:
3. Вказати йони, які приводять до коагуляції золя. Сформулювати правило Шульце-Гарді.
4. Показати послідовну зміну будови міцели при збільшенні концентрації йона-коагулянта: Показати будову міцели в стані повної коагуляції.
4. Графічно відобразити спад потенціалу поверхні при збільшенні концентрації електроліту А.
5. Користуючись правилом Шульце-Гарді, розмістити електроліти в порядку збільшення коагулюючої дії.
6. Користуючись правилом Шульце-Гарді, розмістити електроліти в порядку збільшення величини порогу коагуляції за правилом Шульце-Гарді:
7. Визначити електроліт (А, В, С, Д), додавання якого до золю може викликати його перезарядку. Намалювати графіки спаду потенціалу поверхні міцели золю за умови його перезарядки

Змінюється тільки ζ- потенціал	Змінюються одночасно знак заряду поверхні і ζ- потенціал
-----------------------------------	-------------------------------------------------------------

8. Визначити, які електроліти будуть збільшувати агрегативну стійкість золя. Обґрунтувати свій вибір

### ЗАДАЧІ

#### РІВЕНЬ А

1. Відомий поверхневий натяг водного розчину речовини А з молярною концентрацією С (табл.). Дати характеристику процесу адсорбції:
  - визначити розподіл сил взаємодії між молекулами речовини А та води в розчині;
  - визначити природу сил взаємодії молекул речовини А з повітрям на межі розподілу фаз;

- (1)
- визначити тип адсорбції; схематично показати будову адсорбційного шару.
  - ✓ Розрахувати величину адсорбції молекул речовини А на поверхні розчину;
  - ✓ Визначити величину максимальної адсорбції.

№	Речовина X	Поверхневий натяг		Концентрація	
		$\sigma(A)$ , н/м	$\sigma(H_2O)$ , н/м	C, моль/л	$\omega(A)$ , %
1	Аміловий спирт	0,0617	0,0735	0,0015	
2	Натрій тетрадецилсульфат $C_{14}H_{29}OSO_3Na$	0,034	0,0735	0,00127	
3	Ферум(II) додецилсульфат $(C_{12}H_{25}OSO_3)_2Fe$	0,0413	0,0735	0,043	
4	Натрій гексадецилсульфат $C_{16}H_{33}OSO_3Na$	0,0308	0,0735	0,00261	
5	Діетилкетон	0,0555	0,0735	0,125	
6	Анілін	0,0615	0,0735	0,125	
7	Метилпропіонат	0,0499	0,0735	0,250	
8	Малеїнова кислота $C_4H_4O_4$	0,0698	0,0735	0,250	
9	Етилацетат	0,0615	0,0735	0,0625	
10	$CuSO_4$ ( $\rho = 1,18$ г/см <sup>3</sup> )	0,0735	0,0735		20%
11	$Ca(NO_3)_2$	0,07532	0,0735		15%
12	$KNO_2$ ( $\rho = 1,13$ г/см <sup>3</sup> )	0,070	0,0735		20%
13	$CdCl_2$ ( $\rho = 1,154$ г/см <sup>3</sup> )	0,0744	0,0735		15%
14	$FeSO_4$ ( $\rho = 1,22$ г/см <sup>3</sup> )	0,074	0,0735		15%
15	Капронова кислота $C_5H_{11}COOH$	0,04325	0,07195		

2. Змішали розчини двох електролітів А та В. Концентрації розчинів становлять відповідно C(A) та C(B). Визначити:
- ✓ який золь утвориться в результаті змішування електролітів, написати будову міцели в зарядженому та ізоелектричному стані;
  - ✓ назвати складові частини міцели;
  - ✓ які процеси будуть відбуватись при електрофорезі золя;
  - ✓ запропонувати йони, які здатні викликати коагуляцію золя, використовуючи правило Шульце-Гарді;
  - ✓ пояснити механізм коагуляції золя та зміну дзета-потенціалу колоїдних часточок;
  - ✓ назвати йони, які здатні перезарядити колоїдні часточки.

№	Електроліти		Концентрація C(X), моль/л		Об'єм, V, мл	
	A	B	A	B	A	B
1	$FeCl_2$	$Na_2S$	0,2	0,1	20	50
2	$CuCl_2$	$Na_2S$	0,1	0,4	30	50
3	$CoSO_4$	$H_2S$	0,2	0,04	6	6
4	$MnCl_2$	$H_2S$	0,1	0,2	500	200

5	ZnSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> S	0,02	0,2	400	300
6	CdCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> S	0,6	0,7	300	200
7	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> S	0,02	0,06	600	500
8	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	KCl	0,03	0,06	100	20
9	AlCl <sub>3</sub> *	--	0,2	--	--	--
10	FeCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	0,1	0,2	40	15
11	MnCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> S	0,2	0,3	200	300
12	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	--	--	--	--

\* - золь готують шляхом нагрівання розчину електроліту до температури 90<sup>0</sup>С.

- Визначити величину характеристичної в'язкості розчинів синтетичного каучуку в хлороформі, якщо відомі константи в рівнянні Хаггінса:  $K = 1,86 \cdot 10^{-5}$ ,  $\alpha = 0,56$ , молекулярна маса дорівнює  $3 \cdot 10^5$ .
- Зв'язок між характеристичною в'язкістю розчину поліізобутилену та його молекулярною масою (при 20<sup>0</sup>С) визначається за рівнянням  $[\eta] = 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0,64}$ . Визначити молекулярну масу фракції поліізобутилену в розчині, для якої  $[\eta] = 1,8 \text{ м}^3/\text{кг}$ .
- Розрахувати молекулярну масу нітроцелюлози, якщо характеристична в'язкість дорівнює  $[\eta] = 0,204 \text{ см}^3/\text{кг}$ ,  $K = 0,89 \cdot 10^{-5}$ ,  $\alpha = 0,9$ .
- Однакові зразки каучука, об'ємом  $1,094 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ , помістили в різні розчинники – бензен та воду при 25<sup>0</sup>С. Через 50 год об'єми зразків становили: в бензені –  $1,954 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ , а у воді –  $1,099 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ . Розрахувати ступінь набухання зразків. По відношенню до якого розчинника каучук є ліофільним або ліофобним?
- Зразок вулканізату масою  $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$  виготовлений з синтетичного каучука СКН-26, помістили в бензен при 25<sup>0</sup>С. Через 24 год. маса зразка зросла до  $5,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ . Розрахувати ступінь набухання вулканізату.
- У скільки разів зміниться поріг коагуляції, якщо до золь AgI, об'ємом  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ л}$  додати замість розчину KNO<sub>3</sub> розчини Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> та Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. Концентрації та об'єми розчинів електролітів:  
 $\text{KNO}_3: C = 1 \text{ кмоль/л}, V = 1,50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ,  
 $\text{Ca(NO}_3)_2: C = 0,1 \text{ кмоль/л}, V = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ,  
 $\text{Al(NO}_3)_3: C = 0,01 \text{ кмоль/л}, V = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ .
- Пороги коагуляції негативного золя As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(-) різними електролітами: KNO<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, дорівнюють відповідно 50 : 0,72 : 0,093 ммоль/л. Визначити коагулюючу здатність йонів.
- Розрахувати поріг коагуляції золя Fe(OH)<sub>3</sub>, якщо для початку коагуляції до 5 мл золя додали розчини електролітів: KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], концентрації та об'єми яких дорівнюють:  
 $\text{KCl}: C = 3 \text{ моль/л}, V = 4 \text{ см}^3$ ,  
 $\text{K}_2\text{SO}_4: C = 0,01 \text{ моль/л}, V = 0,5 \text{ см}^3$ ,  
 $\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6]: C = 0,0005 \text{ кмоль/л}, V = 3,9 \text{ см}^3$ .
- Білок характеризується ізоелектричною точкою (ІЕТ) при певному значенні рН. Дати характеристику ліофільного колоїдного розчину:

- (1)
- ✓ пояснити виникнення певного заряду білкової молекули в залежності від умов середовища водного розчину (рН);
  - ✓ навести схему структури макромолекули білку в зарядженому та ізоелектричному станах;
  - ✓ співвідношення основних та кислотних функціональних груп;
  - ✓ пояснити, як впливає кислотність середовища на структуру макромолекули, в'язкість водного розчину білку, ступінь його набухання;
  - ✓ пояснити високу агрегативну та коагуляційну стійкість ліофільних золь.

№	Природа білкової макромолекули	Середовище		
		pI	pH > pI	pH < pI
1	Цитохром-С	10,65	12	9
2	Міозин	5,4	6	3,5
3	Рибонуклеаза	9,45	11	8,75
4	Пепсин	1,00	1,9	0,5
5	Казеїн	4,7	5,5	4,0
6	Сальмін	12,0	12,7	11,2
7	Гемоглобін	6,8	7,3	6,0
8	Альбумін	5,2	6,0	4,77
9	Гамаглобулін	7,3	8,0	7,0
10	Уреаза	5,0	5,8	4,4
11	Желатин	4,75	5,3	3,76

### РІВЕНЬ Б

1. При вивченні адсорбції речовини А на адсорбенті В отримано результати, які зазначені в таблиці. Визначити:
- ✓ Константи в рівнянні Ленгмюра;
  - ✓ Константи в рівнянні Фрейндліха;
  - ✓ Сили взаємодії, що діють між адсорбентом та адсорбатом;
  - ✓ Тип адсорбції;
  - ✓ Схематичне розміщення молекул в мономолекулярному адсорбційному шарі;
  - ✓ Ізотерму адсорбції.

№	Адсорбат А	Адсорбент В	Результати адсорбційних досліджень							
			С(Вг <sub>2</sub> ), моль/л	Г, моль/кг	С(А), моль/л	Г, моль/кг	Р(N <sub>2</sub> ), Па	Г, м <sup>3</sup> /кг		
1	Бром	Вугілля	0,00259	3,10	0,00669	4,27	0,0171	5,44	0,0299	6,8
2	Мурашина кислота	Вугілля	0,0018	0,120	0,0045	0,180	0,015	0,240	0,060	0,270
3	Азот, (90 <sup>0</sup> С)	Слюда	520	0,0140	980	0,0180	1720	0,0240	2360	0,0270

4	Пропіонова кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,028	0,060	0,260	0,820	
			Г, моль/кг	0,620	1,00	1,80	2,40	
5	СО	Вугілля	P(CO), Па	960	4046	7180	11700	
			Г, моль/кг	0,0023	0,0078	0,0118	0,0160	
6	Бензойна кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,005	0,020	0,055	0,115	
			Г, моль/кг	0,40	0,70	0,98	1,640	
7	Оцтова кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,061	0,130	0,270	0,480	2,790
			Г, моль/кг	0,46	1,12	1,58	2,1	4,30
8	Аргон	Вугілля	P(Ar), Па	7200	13090	17180	28950	39250
			Г, м <sup>3</sup> /кг	0,0095	0,0140	0,0168	0,0228	0,0276
9	Азот	Вугілля активоване	P(N <sub>2</sub> ), Па	950	4036	7100	11730	
			Г, м <sup>3</sup> /кг	0,00346	0,0087	0,0125	0,0186	
10	Мурашина кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,002	0,005	0,014	0,055	
			Г, моль/кг	0,124	0,186	0,238	0,267	
11	Азот, (90 <sup>0</sup> С)	Слюда	P(N <sub>2</sub> ), Па	530	990	1730	2370	4530
			Г, м <sup>3</sup> /кг	0,0149	0,0191	0,0243	0,0273	0,0368
12	Пропіонова кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,031	0,062	0,268	0,822	
			Г, моль/кг	0,624	1,01	1,91	2,48	
13	СО	Вугілля	P(CO), Па	973	4052	7200	11750	
			Г, моль/кг	0,0024	0,0079	0,0119	0,0165	
14	Бензойна кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,006	0,025	0,059	0,118	
			Г, моль/кг	0,44	0,78	1,04	1,440	
15	Оцтова кислота	Вугілля	C(A), моль/л	0,018	0,126	0,269	0,471	2,785
			Г, моль/кг	0,47	1,17	1,550	2,041	4,270

- Розрахувати  $\zeta$ - потенціал суспензії кварцу у воді, якщо швидкість зміщення частинок  $2,5 \cdot 10^{-4}$  м/с, різниця потенціалів 200 В, довжина трубки, в якій міститься суспензія 0,2 м, в'язкість середовища  $-1,0 \cdot 10^{-3}$  Па·с,  $\epsilon_r = 80,1$ .
- Розрахувати  $\zeta$ - потенціал поверхні під час електроосмотичного переносу рідини через кварцеву мембрану, якщо сила струму  $I = 2,0 \cdot 10^{-3}$  А, об'ємна швидкість розчину NaCl  $0,02$  м<sup>3</sup>/с, питома електропровідність розчину  $1,2 \cdot 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>, в'язкість середовища  $-1,0 \cdot 10^{-3}$  Па·с,  $\epsilon_r = 80,1$ .
- Розрахувати  $\zeta$ - потенціал поверхні під час електроосмотичного переносу рідини через кварцеву мембрану, якщо сила струму  $I = 8,0 \cdot 10^{-4}$  А, об'ємна швидкість переносу рідини  $0,15 \cdot 10^{-1}$  м<sup>3</sup>/с, питома електропровідність розчину  $1,6 \cdot 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>, в'язкість середовища  $-1,0 \cdot 10^{-3}$  Па·с,  $\epsilon_r = 81$ .
- Розрахувати електрофоретичну швидкість руху часточок золя алюмінію в етилацетаті в електричному полі, градієнт потенціалу якого  $E = 2,0 \cdot 10^3$  В/м.  $\zeta$ - потенціал часточок золя дорівнює 42 мВ, в'язкість  $\eta = 0,43$  мН с/м<sup>2</sup>, діелектрична стала середовища  $\epsilon_r = 6$ . Часточки алюмінію мають сферичну форму, тому  $k = 2/3$ .
- Дано такі золі: Fe(OH)<sub>3</sub>(+), As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(-), AgJ(-), AgJ(+). Які золі необхідно змішати, щоб досягти їх повної взаємної коагуляції. Написати відповідні рівняння реакцій.

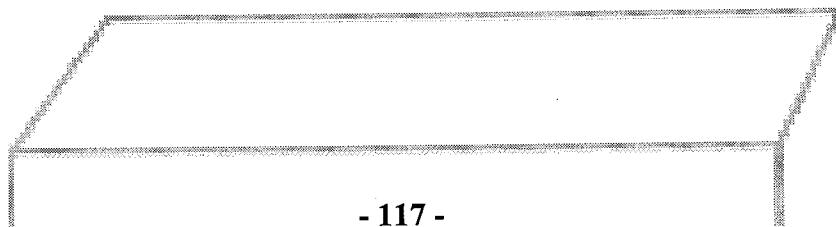
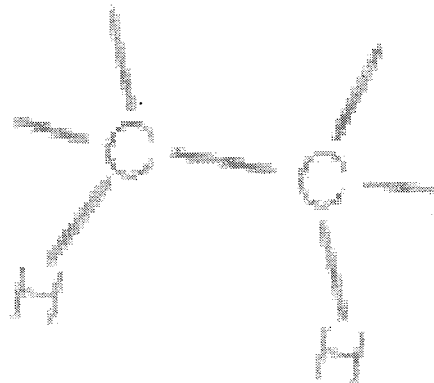
- (1)
7. Дано такі золі: Au, MnO(-), AgCl(-), AgCl(+). Які золі необхідно змішати, щоб досягти їх повної взаємної коагуляції. Написати відповідні рівняння реакцій.
  8. Розрахувати товщину дифузійного йонного шару  $\delta$  частинок дисперсної фази при 298 K у водних розчинах, що містять  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л одного з електролітів: NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>. Вважати, що діелектрична проникність розчинів лінійно змінюється від 87,8 до 69,7 з підвищенням температури від 273 до 323 °K. Побудувати графічну залежність  $\delta$  від  $T$  для розчину NaCl.

#### 4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поверхнева активність речовин. Ізотерма поверхневого натягу. Класифікація ПАВ та ПАР.
2. Адсорбція, абсорбція. Дати визначення і пояснити різницю між цими поняттями.
3. Ефект розклинюючої дії Ребіндера. Де він застосовується.
4. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Навести приклади.
5. Пояснити, які процеси протікають при йонообмінній адсорбції. Навести приклади.
6. Пояснити явище капілярної конденсації.
7. Розподіл сил міжмолекулярної взаємодії на поверхні розподілу фаз. Поверхневий натяг. Методи визначення поверхневого натягу.
8. Визначення понять адсорбент і адсорбат. Навести приклади.
9. Пояснити утворення орієнтованих моношарів на поверхні розподілу фаз. Типи орієнтованих моношарів.
10. Основні положення теорії полімолекулярної адсорбції БЕТ. Графічне зображення ізотерми полімолекулярної адсорбції.
11. Як змінюється дзета-потенціал та товщина дифузійного шару в залежності від заряду протиіонів, радіусу йонів та йонної сили розчину. Ліотропні ряди.
12. Правило полярності Ребіндера. Правило Траубе.
13. Вплив природи адсорбента, розчинника і розчиненої речовини.
14. Ізотерма адсорбції в координатах  $\Gamma - C(x)$ . Розрахункове рівняння Гіббса для визначення величини адсорбційної здатності речовини на межі розподілу фаз Г-Р, Р-Р. Визначення величин максимальної адсорбції та площі поверхні однієї часточки.
15. Рівняння Фрейндліха для визначення величини адсорбційної здатності речовини на межі розподілу фаз Р-Т або Г-Т. Його розрахункова форма.
16. Рівняння Ленгмюра для визначення величини адсорбційної здатності речовини на межі розподілу фаз Р-Т, Р-Р. Його розрахункова форма.
17. В яких випадках адсорбцію на міжфазній поверхні відносять до хемосорбції.
18. Поясніть явище змочування та розтікання. Теплота змочування. Крайовий кут змочування.

- (1)
19. Поняття про гідрофільні та гідрофобні поверхні.
  20. В яких випадках адсорбцію на міжфазній поверхні відносять до фізичної адсорбції.
  21. Явища адгезії та когезії. Робота адгезії та когезії.
  22. Якими рівняннями можна виразити адсорбцію речовин при утворенні мономолекулярного шару на межі розподілу фаз.
  23. Поріг коагуляції. Пояснити на прикладах явище швидкої та повільної коагуляції.
  24. Набухання ВМС на прикладі желатини. Залежність від рН розчинів.
  25. Ліотропні ряди. Адсорбційна здатність та коагулююча дія йонів електролітів.
  26. Адсорбція електролітів на межі розподілу фаз. Будова ПЕШ. Графічне зображення зміни величини потенціалу частинки.
  27. Коагуляція та висолювання ліофільних колоїдних систем. Коацервація.
  28. Як під впливом індиферентних та неіндиферентних електролітів змінюється будова ПЕШ.
  29. Оптичні властивості колоїдних систем. Ефект Тиндаля та явище опалесценції.
  30. Електрофорез. Як розділити суміш білків з різними ізоелектричними точками. Пояснити поняття: ізоелектричний стан білку, ізоелектрична точка.
  31. В'язкість колоїдних розчинів та розчинів ВМС: рівняння Пуазейля, Ейнштейна та Штаудінгера.
  32. Особливості будови ліофільних колоїдних систем. Умови стабільності ліофільних колоїдних систем.
  33. Пояснити правило Шульце-Гарді на прикладах.
  34. Основні положення теорії ДЛФО.
  35. Класифікація дисперсних систем за типом взаємодії дисперсної фази і дисперсійного середовища та їх термодинамічна характеристика.

(3)



## VI. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

### МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

#### 1.1. Термодинамічні функції, перший закон термодинаміки

**Тестове завдання 1.** Вибрати правильні відповіді:

Енергія Гіббса утворення  $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{кр})$  дорівнює зміні енергії Гіббса реакції:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

- $2\text{NH}_3(\text{r}) + \text{H}_2\text{CrO}_4(\text{ж}) = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{кр})$
- $2\text{NH}_3(\text{r}) + \text{CrO}_3(\text{кр}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{кр})$
- $\text{N}_2(\text{r}) + 4\text{H}_2(\text{r}) + \text{Cr}(\text{кр}) + 2\text{O}_2(\text{r}) = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{кр})$
- $2\text{N}(\text{r}) + 8\text{H}(\text{r}) + \text{Cr}(\text{r}) + 4\text{O}(\text{r}) = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{кр})$

**Тестове завдання 2.** Вибрати правильні відповіді:

Ентальпія хімічної реакції дорівнює різниці між сумами:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

- ентальпій утворення вихідних речовин та ентальпій утворення продуктів реакції
- ентальпій утворення продуктів реакції та ентальпій утворення вихідних речовин
- ентальпій згорання вихідних речовин та ентальпій згорання продуктів реакції
- ентальпій згорання продуктів реакції та ентальпій згорання вихідних речовин

**Тестове завдання 3.** Вибрати правильні відповіді:

Суму внутрішньої енергії й добутку об'єму речовини на зовнішній тиск називають

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

- |           |            |                 |                      |
|-----------|------------|-----------------|----------------------|
| 1         | 2          | 3               | 4                    |
| ентропією | ентальпією | енергією Гіббса | енергією Гельмгольца |

**Тестове завдання 4.** Вибрати правильні відповіді:

Енергія Гельмгольца  $F$  дорівнює

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| $H + TS$ | $H - TS$ | $U + TS$ | $U - TS$ | $U + pV$ |

**Тестове завдання 5** Вибрати правильні відповіді:

Хімічний процес може довільно протікати при будь-якій температурі, якщо він супроводжується:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

- зменшенням ентальпії й ентропії
- зростанням ентальпії й ентропії
- зменшенням ентальпії й зростанням ентропії
- зростанням ентальпії й зменшенням ентропії



**Тестове завдання 6** *Вибрати правильні відповіді:*  
 Ентальпія утворення  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$  дорівнює ентальпії реакції:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- $\text{CuSO}_4_{(\text{кр})} + 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$
- $\text{CuO}_{(\text{кр})} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{ж})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$
- $\text{Cu}_{(\text{кр})} + \text{S}_{(\text{г})} + 9\text{O}_{(\text{г})} + 10\text{H}_{(\text{г})} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$
- $\text{Cu}_{(\text{кр})} + \text{S}_{(\text{кр})} + 9/2\text{O}_{2(\text{г})} + 5\text{H}_{2(\text{г})} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$
- $\text{Cu}(\text{OH})_{2(\text{кр})} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{ж})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{кр})}$

**Тестове завдання 7** *Вибрати правильні відповіді:*  
 Властивостями внутрішньої енергії системи в загальному випадку є:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- незалежність від шляху перебігу процесу;
- залежність від шляху перебігу процесу;
- хаотичний спосіб передачі енергії;
- напрявлений спосіб передачі енергії;
- неможливість визначення абсолютного значення.

**Тестове завдання 8** *Вибрати правильну відповідь:*

вирази, справедливі для ізохорної теплоємності  $C_V$  одного моля ідеального газу:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- |                                                   |                                                   |                                                   |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ | 2. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ | 3. $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p$ |
| 4. $\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V$ | 5. $C_p - R$                                      | 6. $\Delta U + W$                                 |

**Тестове завдання 9** *Вибрати правильну відповідь:*

вираз першого закону термодинаміки, записаний з використанням роботи системи  $A$  і теплоти процесу  $q$ , має вигляд:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- |                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 1. $q = \Delta U - A$ | 4. $\Delta H = \Delta U + p \Delta V$ |
| 2. $q = \Delta U + A$ | 5. $\Delta H = \Delta U - p \Delta V$ |
| 3. $\Delta U = q + A$ |                                       |

**Тестове завдання 10** *Вибрати правильні відповіді:*

вирази, справедливі для адіабатичного процесу розширення ідеального газу ( $A$  - робота системи,  $q$  - теплота процесу):

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

- |                                          |                    |
|------------------------------------------|--------------------|
| 1. $P = const$                           | 5. $\Delta U = 0$  |
| 2. $PV = const$                          | 6. $A = 0$         |
| 3. $T = const$                           | 7. $q = 0$         |
| 4. $PV^\gamma = const, \gamma = C_p/C_v$ | 8. $\Delta U = -A$ |

**Тестове завдання 11** *Вибрати правильну відповідь:*

процес, в якому робота оборотного розширення 1 моль ідеального газу від об'єму  $V_1$  до об'єму  $V_2$ , буде найбільшою, є:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1. адіабатичний
2. ізотермічний
3. ізобарний
4. ізотермічний до об'єму  $V_1+0,5V_2$ , потім ізобарний до  $V_2$
5. ізобарний до об'єму  $V_1+0,5V_2$ , потім ізотермічний до  $V_2$

**Тестове завдання 12** *Вибрати правильні відповіді:*

Робота системи при оборотному ізобарному розширенні  $n$  моль ідеального газу від об'єму  $V_1$  до об'єму  $V_2$ :

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1.  $P(V_2 - V_1)$
2.  $nR(\ln V_2 - \ln V_1)$
3.  $nR(T_2 - T_1)$
4.  $-nC_V(T_2 - T_1)$

**Тестове завдання 13** *Вибрати правильну відповідь:*

Теплота процесу при оборотному ізохорному нагріванні  $n$  моль ідеального газу від температури  $T_1$  до температури  $T_2$  виражається як

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1.  $nR(T_2 - T_1)$
2.  $nR(\ln T_2 - \ln T_1)$
3.  $nC_V(T_2 - T_1)$
4.  $nC_P(T_2 - T_1)$

## 1.2. Основи термохімії, закон Гесса, рівняння Кірхгофа

**Тестове завдання 14** *Вибрати правильні відповіді:*

Умовами, що характеризують ізольовану термодинамічну систему, є:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. сукупність тіл, що займають обмежену область простору;
2. сукупність тіл, що займають необмежену область простору;
3. неможливий обмін і речовиною, і енергією з навколишнім середовищем;
4. можливий обмін енергією з навколишнім середовищем, але неможливий обмін речовиною;
5. можливий обмін речовиною з навколишнім середовищем, але неможливий обмін енергією;
6. можливий обмін речовиною й енергією з навколишнім середовищем.

**Тестове завдання 15** *Вибрати правильну відповідь:*

Рівняння хімічної реакції, стандартна зміна ентальпії якої відповідає стандартній ентальпії утворення твердого кальцій карбонату при температурі  $298^0\text{K}$ :

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- $\text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $\text{Ca}_{(тв)} + 1/2 \text{O}_{2(г)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $\text{Ca}_{(тв)} + 3/2 \text{O}_{2(г)} + \text{C}_{(тв, графіт)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $\text{Ca}_{(тв)} + 3/2 \text{O}_{2(г)} + \text{C}_{(тв, алмаз)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $\text{CaCl}_{2(р-р)} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(р-р)} = \text{CaCO}_{3(тв)} + 2\text{NaCl}_{(р-р)}$
- $\text{Ca}(\text{OH})_{2(р-р)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$

**Тестове завдання 16** *Вибрати правильні відповіді:*

реакції, для яких можна знехтувати різницею між зміною ентальпії й зміною внутрішньої енергії:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- $\text{Ca}(\text{OH})_{2(р-р)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
- $\text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $2\text{AsH}_{3(г)} = 2\text{As}_{(тв)} + 3\text{H}_{2(г)}$
- $\text{Pb}_{(тв)} + \text{PbO}_{2(тв)} = 2\text{PbO}_{(тв)}$
- $\text{Sb}_2\text{O}_{4(тв)} + 4\text{C}_{(тв)} = 2\text{Sb}_{(тв)} + 4\text{CO}_{(г)}$
- $\text{Si}_{(тв)} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(тв)} = \text{SiO}_{2(тв)} + 4\text{Li}_{(тв)}$

**Тестове завдання 17** *Вибрати правильні відповіді:*

реакції, тепловий ефект яких при сталих тиску  $P$  і температурі  $T$  менше теплового ефекту при постійному об'ємі  $V$  і тій же температурі:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- $2\text{AsH}_{3(г)} = 2\text{As}_{(тв)} + 3\text{H}_{2(г)}$
- $\text{Ca}(\text{OH})_{2(р-р)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
- $\text{Pb}_{(тв)} + \text{PbO}_{2(тв)} = 2\text{PbO}_{(тв)}$
- $\text{Sb}_2\text{O}_{4(тв)} + 4\text{C}_{(тв)} = 2\text{Sb}_{(тв)} + 4\text{CO}_{(г)}$
- $\text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $\text{Si}_{(тв)} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(тв)} = \text{SiO}_{2(тв)} + 4\text{Li}_{(тв)}$

**Тестове завдання 18** *Вибрати правильну відповідь:*

Термохімічне рівняння Кірхгофа може виражати залежність:

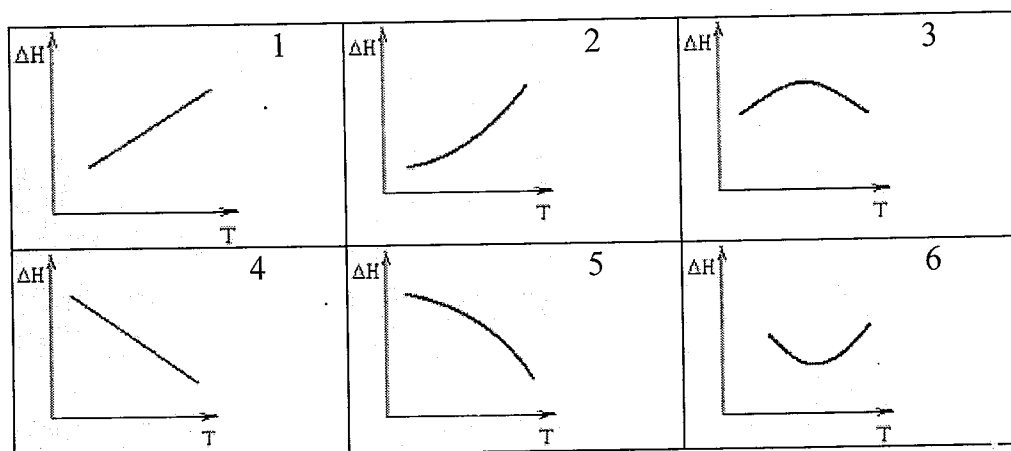
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- ентальпії речовини від температури при постійному тиску;
- теплоємності речовини від температури при постійному тиску;
- ентальпії речовини від тиску при постійній температурі;
- теплоємності речовини від тиску при постійній температурі
- зміни ентальпії процесу від температури при постійному тиску;
- зміни ентальпії процесу від тиску при постійній температурі

**Тестове завдання 19** *Вибрати правильну відповідь:*

Номер графіка, що відповідає температурній залежності зміни ентальпії в хімічній реакції, для якої сумарна теплоємність  $C_p$  продуктів менше від суми теплоємностей вихідних речовин і  $\Delta C_{p \text{ реакції}}$  зменшується з ростом температури:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 20** Вибрати правильну відповідь:

інтегральна форма рівняння Кірхгофа для випадку, коли зміна теплоємності хімічної реакції є приблизно сталою, має вигляд ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  - константи):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298) + \Delta b/2(T^2-298^2) + \Delta c/3(T^3-298^3) - \Delta d(1/T-1/298)$
2.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298) + \Delta b/2(T^2-298^2) + \Delta c/3(T^3-298^3)$
3.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298) + \Delta b/2(T^2-298^2)$
4.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298) + \Delta b/2(T-298)^2$
5.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298)$
6.  $\Delta H_{p,T} = \Delta H_{p,298} + \Delta a(T-298)^2$

**Тестове завдання 21** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

кількість теплоти (кДж), яка виділяється при спалюванні 48,0 г метану згідно термохімічного рівняння реакції горіння метану:  $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} = \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 802$ , становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. 1718 | 4. 3208 |
| 2. 2406 | 5. 241  |
| 3. 1604 | 6. 802  |

**Тестове завдання 22** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

об'єм (л, н.у.) нітроген(II) оксиду, який утворюється при каталітичному окисненні аміаку згідно термохімічного рівняння  $4\text{NH}_{3(g)} + 5\text{O}_{2(g)} = 4\text{NO}_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 902$  кДж, якщо в реакції виділяється 2255 кДж теплоти, становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- |    |      |    |     |
|----|------|----|-----|
| 1. | 22,4 | 4. | 224 |
| 2. | 14   | 5. | 560 |
| 3. | 56   | 6. | 140 |

**Тестове завдання 23** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

кількість теплоти (кДж), що виділяється при випалюванні 720 г FeS<sub>2</sub> згідно термохімічного рівняння реакції  $4\text{FeS}_{2(\text{кр})} + 11\text{O}_{2(\text{г})} = 8\text{SO}_{2(\text{г})} + 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3310 \text{ кДж}$  становить:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

- |    |       |    |        |
|----|-------|----|--------|
| А. | 13240 | Г. | 133324 |
| Б. | 19860 | Д. | 9930   |
| В. | 4965  | Е. | 3310   |

**Тестове завдання 24** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

кількість теплоти, яку необхідно витратити для розкладання 1,02 кг аргентум(I) нітрату згідно термохімічного рівняння реакції:



становить (кДж):

А	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

- |    |     |    |      |
|----|-----|----|------|
| А. | 317 | Г. | 1268 |
| Б. | 634 | Д. | 1902 |
| В. | 951 | Е. | 3804 |

**Тестове завдання 25** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

для реакції  $\text{SnO}_{2(\text{тв})} + 2\text{C}_{(\text{тв})} = \text{Sn}_{(\text{тв})} + 2\text{CO}_{(\text{г})}$  (що відбувається при певній температурі) тепловий ефект при сталому тиску ( $P = \text{const}$ ), відрізняється від теплового ефекта при сталому об'ємі ( $V = \text{const}$ ) на величину  $nRT$ , де число  $n$  дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- |    |    |    |   |
|----|----|----|---|
| А. | -2 | Г. | 1 |
| Б. | -1 | Д. | 2 |
| В. | 0  |    |   |

**Тестове завдання 26** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

стандартна ентальпія утворення етену C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> із простих речовин (кДж/моль), розрахована за табличними значеннями стандартних ентальпій згорання речовин у середовищі кисню (кДж/моль),

	$C_2H_4$	$C_{(тв,графіт)}$	$H_{2(г)}$
$\Delta H^0_{згор}$ :	-1411	-393	-286

СТАНОВИТЬ:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
83	78,5	52,3	104,6

**Тестове завдання 27** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

Зміна стандартного теплового ефекту ( $\kappa Дж$ ) реакції  $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} = 2SO_{3(г)}$ , обчисленого в інтервалі температур від  $T_1 = 300 \text{ } ^\circ K$  до  $T_2 = 700 \text{ } ^\circ K$  за середніми ізобарними теплоємностями речовин (таблиця),

Речовина	$SO_{2(г)}$	$SO_{3(г)}$	$O_{2(г)}$
$C_p, Дж/(моль \cdot K)$	46	63	31

дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
2	-1,2	0	1,2	-2

**Тестове завдання 28** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

теплота процесу оборотного ізобарного нагрівання ідеального двохатомного газу ( $Дж$ ) в кількості 2 моль при підвищенні температури на 50 градусів дорівнює:

А.	Б.	В.	Г.
----	----	----	----

А	Б	В	Г
2908,5	2077,5	1454,2	1038,7

**Тестове завдання 29** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

Робота системи ( $\kappa Дж$ ) при оборотному адіабатичному розширенні ідеального одноатомного газу в кількості 3 моль при зменшенні температури на 40 градусів дорівнює:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

А	Б	В	Г
-0,45	1,34	-1,34	0,45

### 1.3. Другий закон термодинаміки, властивості ентропії

**Тестове завдання 30** Вибрати правильну відповідь:  
термічний розклад калій нітрату...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. супроводжується збільшенням ентропії
2. супроводжується зменшенням ентропії
3. не приводить до зміни ентропії
4. по рівнянню реакції неможливо зробити висновок про характер зміни ентропії

**Тестове завдання 31** Вибрати правильну відповідь:

окиснення нітроген(II) оксиду до нітроген(IV) оксиду киснем повітря...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. супроводжується збільшенням ентропії
2. супроводжується зменшенням ентропії
3. не приводить до зміни ентропії
4. по рівнянню реакції неможливо зробити висновок про характер зміни ентропії

**Тестове завдання 32** Вибрати правильну відповідь:

термічний розклад вапняку...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. супроводжується збільшенням ентропії
2. супроводжується зменшенням ентропії
3. не приводить до зміни ентропії
4. по рівнянню реакції неможливо зробити висновок про характер зміни ентропії

**Тестове завдання 33** Вибрати правильну відповідь:

окиснення сульфур(IV) оксиду до сульфур(VI) оксиду киснем повітря...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. супроводжується збільшенням ентропії
2. супроводжується зменшенням ентропії
3. не приводить до зміни ентропії
4. по рівнянню реакції неможливо зробити висновок про характер зміни ентропії

**Тестове завдання 34** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії  $\Delta S$  реакції  $4\text{NH}_{3(\text{r})} + 5\text{O}_{2(\text{r})} = 4\text{NO}_{(\text{r})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$  характеризується:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1.  $\Delta S > 0$
2.  $\Delta S < 0$
3.  $\Delta S = 0$
4. за рівнянням цієї реакції неможливо оцінити знак зміни ентропії

**Тестове завдання 35** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії  $\Delta S$  реакції  $2\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} + 3\text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{SO}_{2(\text{r})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$  характеризується:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1.  $\Delta S > 0$
2.  $\Delta S < 0$
3.  $\Delta S = 0$
4. за рівнянням цієї реакції неможливо оцінити знак зміни ентропії

**Тестове завдання 36** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії  $\Delta S$  реакції  $C_4H_{8(g)} + 6O_{2(g)} = 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(ж)}$  характеризується:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1.  $\Delta S > 0$
2.  $\Delta S < 0$
3.  $\Delta S = 0$
4. за рівнянням цієї реакції неможливо оцінити знак зміни ентропії

**Тестове завдання 37** Вибрати правильну відповідь:

максимальною ентропією характеризується

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1	2	3
$H_2O_{(тв.)}$	$H_2O_{(рідина.)}$	$H_2O_{(газ)}$

**Тестове завдання 38** Вибрати правильну відповідь:

з наведених газоподібних речовин найменшу ентропію має

	1.	2.	3.
--	----	----	----

1	2	3	4
NO	$N_2O$	$N_2O_3$	$N_2O_4$

**Тестове завдання 39** Вибрати правильну відповідь:

з наведених газоподібних речовин найбільшу ентропію має речовина:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1	2	3	4
HCl	HBr	HF	HI

**Тестове завдання 40** Вибрати правильну відповідь:

з наведених речовин, що перебувають при  $298\text{ }^{\circ}\text{K}$ , найменшу ентропію має речовина:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1	2	3	4
$H_2O_2$	$H_2O$	$H_2SO_4$	$SO_2$

**Тестове завдання 41** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії при протіканні рівноважного ізотермічного процесу дорівнює

1	2	3	4	1.
---	---	---	---	----

- |    |                           |    |             |
|----|---------------------------|----|-------------|
| 1. | $(\Delta H - \Delta G)/T$ | 4. | $S/T$       |
| 2. | $(\Delta G - \Delta H)/T$ | 5. | $\Delta ST$ |
| 3. | $\Delta H/T$              |    |             |



**Тестове завдання 42** Вибрати правильну відповідь:

екзотермічні процеси, що супроводжуються зменшенням ентропії, довільно...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. протікати не можуть
2. можуть протікати при будь-якій температурі
3. можуть протікати тільки при низьких температурах
4. можуть протікати тільки при високих температурах

**Тестове завдання 43** Вибрати правильну відповідь:

ендотермічні процеси, що супроводжуються збільшенням ентропії довільно...

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. протікати не можуть
2. можуть протікати при будь-якій температурі
3. можуть протікати тільки при низьких температурах
4. можуть протікати тільки при високих температурах

**Тестове завдання 44** Вибрати правильну відповідь:

математичний вираз другого закону термодинаміки в найбільш загальному вигляді:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1	$\Delta S > 0$	5	$\Delta S = Q/T$
2	$\Delta S = \Delta H/T$	6	$\Delta S < 0$
3	$dS = \delta Q/T$	7	$dS \geq \delta Q/T$
4	$TdS = dU + PdV$	8	$TdS = dH - VdP$

**Тестове завдання 45** Вибрати правильну відповідь:

математичні вирази об'єднаного рівняння першого і другого законів термодинаміки для оборотних рівноважних процесів у простих системах (при відсутності корисної роботи):

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1	$TdS = dU + PdV + \delta A_{\text{кор}}$	5	$TdS = dU + PdV$
2	$TdS \geq dU + PdV + \delta A_{\text{кор}}$	6	$dS \geq \delta Q/T$
3	$TdS = dH - VdP + \delta A_{\text{кор}}$	7	$TdS = dH - VdP$
4	$TdS \geq dH - VdP + \delta A_{\text{кор}}$	8	$dS = \delta Q/T$

**Тестове завдання 46** Вибрати правильну відповідь:

при довільному наближенні до стану рівноваги ентропія ізольованої системи...:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1. прагне до нуля
2. прагне до нескінченності
3. досягає мінімуму
4. досягає максимуму
5. лінійно зменшується

**Тестове завдання 47** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії при ізохорному нагріванні 1 моль ідеального одноатомного газу в інтервалі температур  $T_1 - T_2$  ( $C_V = const$ ) розраховується за рівнянням:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1	$\frac{3}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$	5	$\frac{3}{2} R \frac{T_2}{T_1}$
2	$\frac{7}{2} R (T_2 - T_1)$	6	$\frac{3}{2} R (T_2 - T_1)$
3	$\frac{5}{2} R \frac{T_2}{T_1}$	7	$\frac{7}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$
4	$\frac{5}{2} R (T_2 - T_1)$	8	$\frac{5}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$

**Тестове завдання 48** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії при ізотермічному розширенні 1 моль ідеального двоатомного газу в інтервалі об'ємів  $V_1 - V_2$  розраховується за рівнянням:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1	2	3	4	5	6	7	8
$R \ln \frac{V_2}{V_1}$	$P_2 V_2 - P_1 V_1$	$\frac{5}{2} R \ln \frac{V_2}{V_1}$	$\frac{7}{2} R \ln \frac{V_2}{V_1}$	$\frac{3}{2} R \ln \frac{V_2}{V_1}$	$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$	$RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$R \frac{V_2}{V_1}$

**Тестове завдання 49** Вибрати правильну відповідь:

залежність ентропії речовини від температури при сталому тиску в диференціальній формі виражається рівнянням:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \frac{C_P}{T}$     2.  $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$     3.  $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$   
 4.  $\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P = T$     5.  $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \frac{C_V}{T}$     6.  $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = T$

**Тестове завдання 50** Вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії ідеального газу є найбільшою в процесі:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- ізотермічного розширення 2 моль гелію від 300л до 400л;
- ізобарного нагрівання 1 моль аргону від 300 °К до 400 °К;
- ізохорного нагрівання 1 моль аргону від 300 °К до 400 °К;
- ізобарного нагрівання 2 моль азоту від 300 °К до 400 °К;
- ізохорного нагрівання 2 моль азоту від 300 °К до 400 °К.

**Тестове завдання 51** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії (Дж/К) при ізотермічному розширенні 3 моль ідеального газу, при якому об'єм збільшився у 10 разів, дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
24,95	8,31	57,4	19,1

**Тестове завдання 52** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

зміна ентропії (Дж/К) при ізобарному нагріванні 2 моль гелію від 300 до 600 °К становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
3,45	1,5	1,72	1,25

**Тестове завдання 53** Провести відповідні розрахунки та вибрати правильну відповідь:

Стандартна зміна ентропії хімічної реакції  $\text{CaC}_{2(\text{тв})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{тв})} + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$  (298 °К), розрахована за табличними значеннями стандартної ентропії речовин,

Речовина	$\text{CaC}_{2(\text{тв})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{тв})}$	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$
$S_{298}^0$ Дж/(моль·°К)	70	70	83	201

дорівнює:

А	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

А	Б	В	Г
-144	-74	74	144

#### 1.4. Енергія Гіббса, енергія Гельмгольца, хімічний потенціал

**Тестове завдання 54** Вибрати правильну відповідь:

повний диференціал енергії Гіббса  $dG$  індивідуальної речовини має вигляд:

1. $TdS + VdP$	2. $VdP - SdT$	3. $\frac{C_p}{T}dT - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dP$
4. $TdS - PdV$	5. $-PdV - SdT$	6. $\frac{C_V}{T}dT + \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dV$

**Тестове завдання 55** Вибрати правильну відповідь:

власна похідна енергії Гельмгольца індивідуальної речовини по температурі при сталому об'ємі дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $-P$  | 2.  $V$  | 3.  $-S$  | 4.  $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$  | 5.  $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$  | 6.  $\frac{C_V}{T}$

**Тестове завдання 56** Вибрати правильну відповідь:

зміна енергії Гіббса при ізотермічному розширенні 1 моль ідеального двохатомного газу в інтервалі об'ємів  $V_1 - V_2$  при температурі  $T$ :

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1. $-\frac{3}{2}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	2. $-\frac{5}{2}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	3. $-\frac{7}{2}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	4. $RT \ln \frac{V_2}{V_1}$
5. $P_2V_2 - P_1V_1$	6. $\frac{P_2V_2}{P_1V_1}$	7. $RT \frac{V_2}{V_1}$	8. $-RT \ln \frac{V_2}{V_1}$

**Тестове завдання 57** Вибрати правильну відповідь:

рівняння Гіббса-Гельмгольца має вигляд:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
----	----	----	----	----	----	----	----	----

1. $Q = \Delta U + W$	2. $dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T dp$	3. $G = H + T \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P$
4. $dG = VdP - SdT$	5. $\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T = -p$	6. $\Delta G = \Delta F + \Delta n R T$
7. $S = k \ln W$	8. $\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = V$	9. $dF = \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T dV$

**Тестове завдання 58** Вибрати правильну відповідь:

хімічні реакції, для яких стандартна зміна енергії Гіббса більше за стандартну зміну енергії Гельмгольца (зміною об'єму конденсованих фаз можна зневажити):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- $\text{Ca(OH)}_{2(p-p)} + \text{CO}_{2(r)} = \text{CaCO}_{3(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
- $\text{CaO}_{(тв)} + \text{CO}_{2(r)} = \text{CaCO}_{3(тв)}$
- $2\text{AsH}_{3(r)} = 2\text{As}_{(тв)} + 3\text{H}_{2(r)}$
- $\text{Pb}_{(тв)} + \text{PbO}_{2(тв)} = 2\text{PbO}_{(тв)}$
- $\text{Sb}_2\text{O}_{4(тв)} + 4\text{C}_{(тв)} = 2\text{Sb}_{(тв)} + 4\text{CO}_{(r)}$
- $\text{Si}_{(тв)} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(тв)} = \text{SiO}_{2(тв)} + 4\text{Li}_{(тв)}$

**Тестове завдання 59** Вибрати правильну відповідь:

властивості хімічного потенціалу компонента системи в загальному випадку:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

- функція стану системи;
- функція процесу;
- екстенсивна функція;
- інтенсивна функція;
- функція, рівна теплоті процесу;
- функція, рівна роботі процесу;
- абсолютне значення функції дорівнює парціальної мольної енергії Гіббса

**Тестове завдання 60** *Вибрати правильну відповідь:*

система, в якій хімічний потенціал деякого ідеального газу буде мати найбільше значення:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. чистий ідеальний газ у кількості 4 моль при тискові 0,5 атм і температурі 300<sup>0</sup>К
2. той же газ в еквімолярній ідеальній суміші (1:1) з іншим газом при температурі 300<sup>0</sup>К і загальному тискові 0,5 атм;
3. чистий ідеальний газ у кількості 0,5 моль при тискові 2 атм і температурі 300<sup>0</sup>К;
4. той же газ в еквімолярній ідеальній суміші (1:1) з іншим газом при температурі 300<sup>0</sup>К і загальному тискові 2 атм

**Тестове завдання 61** *Вибрати правильну відповідь:*

при ізотермічному стисканні 3 моль ідеального газу при температурі  $T$  тиск збільшився в 10 разів. Зміна енергії Гіббса газу в цьому процесі можна виразити формулою  $nRT$ , де  $R$  - універсальна газова стала. Визначите число  $n$ , округливши його до найближчого цілого

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

### 1.5. Хімічна рівновага. Рівноважний склад системи

**Тестове завдання 62** *Вибрати правильну відповідь:*

реакції, хімічна рівновага в яких при збільшенні тиску зміщується вправо (убік продуктів):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{p-p})} + \text{CO}_{2(\text{r})} = \text{CaCO}_{3(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
2.  $\text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{r})} = \text{CaCO}_{3(\text{тв})}$
3.  $2\text{AsH}_{3(\text{r})} = 2\text{As}_{(\text{тв})} + 3\text{H}_{2(\text{r})}$
4.  $\text{Pb}_{(\text{тв})} + \text{PbO}_{2(\text{тв})} = 2\text{PbO}_{(\text{тв})}$
5.  $\text{Sb}_2\text{O}_{4(\text{тв})} + 4\text{C}_{(\text{тв})} = 2\text{Sb}_{(\text{тв})} + 4\text{CO}_{(\text{r})}$
6.  $\text{Si}_{(\text{тв})} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(\text{тв})} = \text{SiO}_{2(\text{тв})} + 4\text{Li}_{(\text{тв})}$

**Тестове завдання 63** *Вибрати правильну відповідь:*

реакції, хімічна рівновага в яких при ізобарному розбавленні інертним газом зміщується вправо (убік продуктів):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{p-p})} + \text{CO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
2.  $\text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(\text{тв})}$
3.  $2\text{AsH}_{3(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{As}_{(\text{тв})} + 3\text{H}_{2(\text{r})}$
4.  $\text{Pb}_{(\text{тв})} + \text{PbO}_{2(\text{тв})} \rightleftharpoons 2\text{PbO}_{(\text{тв})}$
5.  $\text{Sb}_2\text{O}_{4(\text{тв})} + 4\text{C}_{(\text{тв})} \rightleftharpoons 2\text{Sb}_{(\text{тв})} + 4\text{CO}_{(\text{r})}$
6.  $\text{Si}_{(\text{тв})} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{SiO}_{2(\text{тв})} + 4\text{Li}_{(\text{тв})}$

**Тестове завдання 64** Вибрати правильну відповідь:

рівняння, справедливі для констант рівноваги хімічних реакцій (в ідеальній газовій фазі), виражених через рівноважні парціальні тиски ( $p'$ ), мольні частки ( $\chi$ ) або молярні концентрації ( $C$ ):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1	$K_p = \frac{K_c}{K_\chi}$	4	$K_p = K_c K_\chi$
2	$K_p = \frac{K_c}{(RT)^{\Delta\nu}}$	5	$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta\nu}}$
3	$K_p = K_\chi P^{\Delta\nu}$	6	$K_p = \frac{K_\chi}{P^{\Delta\nu}}$

**Тестове завдання 65** Вибрати правильну відповідь:

реакції в ідеальній газовій фазі, для яких константи рівноваги, виражені через рівноважні парціальні тиски, мольні частки або молярні концентрації чисельно однакові:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1.  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$
2.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
3.  $\text{H}_2 + \text{I}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})}$
4.  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$
5.  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + 2\text{H}_2$

**Тестове завдання 66** Вибрати правильну відповідь:

реакції в ідеальній газовій фазі, рівновага яких при зменшенні загального тиску зміщується вліво (убік вихідних речовин):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $2\text{NO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$
2.  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(\text{r})}$
3.  $4\text{NH}_{3(\text{r})} + 5\text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(\text{r})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{p})}$
4.  $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$
5.  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})}$
6.  $\text{CaCO}_{3(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{p})}$

**Тестове завдання 67** Вибрати правильну відповідь:

реакції в ідеальній газовій фазі, рівновага яких при зменшенні загального тиску зміщується вправо (убік продуктів):

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

1.  $2\text{NO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(\text{r})}$
2.  $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{r})}$
3.  $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{I}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})}$
4.  $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$
5.  $\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{C}_{(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(\text{r})}$
6.  $\text{Mg}_{(\text{r})} + \text{CO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{MgO}_{(\text{r})} + \text{C}_{(\text{r})}$
7.  $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{p})}$

**Тестове завдання 68** Вибрати правильну відповідь:

реакції в ідеальній газовій фазі, на рівновагу яких не впливає зміна загального тиску:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

- $2\text{NO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$
- $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{r})}$
- $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{J}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HJ}_{(\text{r})}$
- $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$
- $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$
- $4\text{Fe}_{(\text{r})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})}$
- $\text{Cl}_{2(\text{r})} + 2\text{NO}_{(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NOCl}_{(\text{r})}$

**Тестове завдання 69** Вибрати правильну відповідь:

реакції в ідеальній газовій фазі, на рівновагу яких не впливає розведення суміші інертним газом:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

- $2\text{NO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})}$
- $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{r})}$
- $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{J}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HJ}_{(\text{r})}$
- $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$
- $\text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$
- $\text{COCl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$
- $\text{CH}_{4(\text{r})} + \text{CO}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(\text{r})} + 2\text{H}_{2(\text{r})}$

**Тестове завдання 70** Вибрати правильні відповіді:

для збільшення виходу продукту хімічної реакції  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{r})$ , (в ідеальній газовій фазі) стандартна зміна ентальпії якої є негативною величиною і становить близько  $-47 \text{ кДж}$ , необхідно:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
----	----	----	----	----	----	----	----	----

- збільшити температуру й тиск;
- збільшити температуру, зменшити тиск;
- зменшити температуру, збільшити тиск;
- зменшити температуру й тиск;
- збільшити тільки температуру, тому що тиск не впливає на рівноважний вихід;
- зменшити тільки температуру, тому що тиск не впливає на рівноважний вихід;
- збільшити тільки тиск, тому що температура не впливає на рівноважний вихід;
- зменшити тільки тиск, тому що температура не впливає на рівноважний вихід;
- температура й тиск не впливають на рівноважний вихід

**Тестове завдання 71** Вибрати правильну відповідь:

вираз, що пов'язує константу рівноваги  $K_p$  реакції дисоціації газоподібного фосгену  $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$  з рівноважним ступенем дисоціації  $\alpha$  та рівноважним загальним тиском  $P$  (вважати, що газова суміш є ідеальною, а у вихідному стані присутній тільки  $\text{COCl}_2$ ):

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1	3	5
$K_p = \frac{\alpha}{1-\alpha} P$	$K_p = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} P$	$K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} P$
2	4	6
$K_p = \frac{1-\alpha}{\alpha} P$	$K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} P$	$K_p = \frac{1-\alpha}{\alpha^2} P$

**Тестове завдання 72** *Вибрати правильну відповідь:*

хімічна рівновага реакції, що відбувається за участю газоподібних речовин, при підвищенні тиску зміщується:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. убік екзотермічної реакції
2. убік ендотермічної реакції
3. убік реакції, що йде зі збільшенням об'єму
4. убік реакції, що йде зі зменшенням об'єму

**Тестове завдання 73** *Вибрати неправильні відповіді:*

введення каталізатора в систему, що перебуває в стані рівноваги...

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

1. зміщує рівновагу процесу убік утворення продуктів реакції
2. зміщує рівновагу процесу убік утворення вихідних речовин
3. не впливає на стан рівноваги в системі
4. збільшує вихід продукту реакції
5. прискорює переважно прямий процес утворення продукту
6. прискорює переважно зворотній процес
7. прискорює одночасно пряму і зворотню реакції

**Тестове завдання 74** *Вибрати правильну відповідь:*

константа хімічної рівноваги ( $K_p$ ) зв'язана зі стандартною зміною енергії Гіббса співвідношенням  $\Delta G^0 = \dots$ :

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

А.	$RT \lg K$
Б.	$-RT \ln K$
В.	$-RT \lg K$

Г.	$R \ln K$
Д.	$RT \ln K$
Е.	$-R \ln K$

**Тестове завдання 75** *Вибрати правильну відповідь:*

при зниженні температури хімічна рівновага зміщується:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1. убік реакції, що йде зі зменшенням об'єму
2. убік реакції, що йде зі збільшенням об'єму
3. зміщення рівноваги не відбувається
4. убік екзотермічної реакції
5. убік ендотермічної реакції

**Тестове завдання 76** *Вибрати правильну відповідь:*

хімічна рівновага реакції, що йде за участю газоподібних речовин, при зниженні тиску зміщується:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----



1. убік екзотермічної реакції
2. убік ендотермічної реакції
3. убік реакції, що йде зі збільшенням об'єму
4. убік реакції, що йде зі зменшенням об'єму
5. зміщення рівноваги не відбувається

**Тестове завдання 77** *Вибрати правильну відповідь:*

константа хімічної рівноваги залежить

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----

1. від природи реагуючих речовин
2. від температури
3. від концентрації реагуючих речовин
4. від присутності каталізатора

**Тестове завдання 78** *Вибрати правильну відповідь:*

при зниженні температури рівновага ендотермічної реакції:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

1. зміщується вправо
2. зміщується вліво
3. не зміщується
4. прискорюється переважно прямий процес
5. прискорюється переважно зворотній процес
6. прискорюються одночасно прямий і зворотній процеси
7. прискорюються однаково прямий і зворотній процеси

**Тестове завдання 79** *Вибрати правильну відповідь:*

рівняння ізотерми Вант-Гоффа для хімічної реакції (гази - ідеальні, тверда фаза - чиста речовина)  $2\text{AsH}_{3(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{As}_{(\text{тв})} + 3\text{H}_{2(\text{г})}$ :

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{P_{\text{As}} P_{\text{H}_2}}{P_{\text{AsH}_3}}$$

1
2
3

4
5
6

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{P_{\text{AsH}_3}}{P_{\text{As}} P_{\text{H}_2}}$$

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln (P_{\text{As}} P_{\text{H}_2} P_{\text{AsH}_3})$$

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{P_{\text{H}_2}^3}{P_{\text{AsH}_3}^2}$$

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{P_{\text{AsH}_3}^2}{P_{\text{H}_2}^3}$$

$$\Delta G_{p,T} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{P_{\text{As}}^2}{P_{\text{AsH}_3}^2 P_{\text{H}_2}^3}$$

**Тестове завдання 80** *Вибрати правильну відповідь:*

термодинамічна константа рівноваги для хімічної реакції  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$ , що протікає в ідеальній газовій фазі, чисельно дорівнює співвідношенню рівноважних парціальних тисків і має вигляд:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$\frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$ , де тиск виражений в атм	1	4	$\frac{P_{NO_2}^2}{P_{O_2} P_{NO}^2}$ , де тиск виражений в атм
$\frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$ , де тиск виражений в атм	2	5	$\frac{P_{NO_2}^2}{P_{O_2} P_{NO}^2}$ , де тиск виражений у Па
$\frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$ , де тиск виражений у Па	3	6	$\frac{P_{O_2} P_{NO}}{P_{NO_2}}$ , де тиск виражений в атм

**Тестове завдання 81** Вибрати правильну відповідь:

критерієм доцільності перебігу процесу розкладу  $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$  (при сталих  $P, T$  та при заданих парціальних тисках реагентів  $p_i$ ) за умови, що реакція іде в ідеальній газовій фазі, є вираз:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$RT \ln K < RT \ln \frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$	1	4	$RT \ln K < RT \ln \frac{P_{NO_2}}{P_{O_2} P_{NO}}$
$RT \ln K = RT \ln \frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$	2	5	$RT \ln K = RT \ln \frac{P_{NO_2}}{P_{O_2} P_{NO}}$
$RT \ln K > RT \ln \frac{P_{O_2} P_{NO}^2}{P_{NO_2}^2}$	3	6	$RT \ln K > RT \ln \frac{P_{NO_2}}{P_{O_2} P_{NO}}$

**Тестове завдання 82** Вибрати правильну відповідь:

Рівняння ізотерми Вант-Гоффа для хімічної реакції в ідеальній газовій фазі:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$\Delta G = \Delta H + T \left( \frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P$	1	4	$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta V}$
$\Delta G_T^\circ = \Delta H_T^\circ - T \Delta S_T^\circ$	2	5	$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$
$\Delta G_{PT} = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{\prod_i P_i^{v_i}}{\prod_j P_j^{v_j}}$	3	6	$\left( \frac{\partial \frac{\Delta G}{T}}{\partial T} \right)_P = -\frac{\Delta H}{T^2}$

**Тестове завдання 83** Вибрати правильну відповідь:

Для хімічної реакції в ідеальній газовій фазі  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$  термодинамічна константа рівноваги чисельно дорівнює співвідношенню рівноважних парціальних тисків і має вигляд:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$\frac{P^2(SO_3)}{P^2(SO_2) \cdot P(O_2)}$	– де тиск виражений в атм	1	4	$\frac{P^2(SO_2) \cdot P(O_2)}{P^2(SO_3)}$	– де тиск виражений у Па
$\frac{P(SO_3)}{P(SO_2) \cdot P(O_2)}$	– де тиск виражений в атм	2	5	$\frac{P(SO_2) \cdot P(O_2)}{P(SO_3)}$	– де тиск виражений в атм
$\frac{P^2(SO_3)}{P^2(SO_2) \cdot P(O_2)}$	– де тиск виражений у Па	3	6	$\frac{P(SO_3)}{P(SO_2) \cdot P(O_2)}$	– де тиск виражений у Па

**Тестове завдання 84** Вибрати правильну відповідь:

Оскільки термодинамічна константа рівноваги деякої хімічної реакції при заданій температурі дорівнює  $5 \cdot 10^{-25}$ , це свідчить, що:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- перетворення вихідних речовин у продукти в стехіометричній суміші відбувається дуже швидко;
- перетворення вихідних речовин у продукти в стехіометричній суміші відбувається дуже повільно;
- при проведенні реакції в стехіометричній суміші вихідні речовини зрештою практично повністю перетворюються на продукти;
- у рівноважній суміші перетворення вихідних речовин у продукти не буде помітним;
- при будь-якому співвідношенні вихідних речовин, вони будуть відсутні в рівноважній суміші

**Тестове завдання 85** Провести розрахунки та вибрати правильну відповідь:

для реакції  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  що відбувається в ідеальній газовій суміші при заданих (в табл.) початкових умовах ( $P, T$ ), а також величинах енергій Гіббса за різних температур,

$T, ^\circ K$	$\Delta G_{298}^0$ , кДж	$\Delta G_{P,T}$ , кДж	$p(Cl_2)$ , атм	$p(PCl_3)$ , атм	$p(PCl_5)$ , атм
298	36,57	22,89	0,1	0,02	0,5

можна стверджувати, що:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

- кількість  $PCl_5$  в суміші буде зменшуватися в результаті довільної реакції;
- кількість  $PCl_5$  в суміші буде збільшуватися в результаті довільної реакції;
- реакція довільно протікає праворуч;
- реакція довільно протікає ліворуч;
- в даній системі не можливо будь-яке хімічне перетворення;
- термодинамічна константа рівноваги більше одиниці
- термодинамічна константа рівноваги менше одиниці

**Тестове завдання 86** Вибрати правильну відповідь:

у математичній формулі, що пов'язує константи рівноваги  $K_p$  і  $K_c$  ( $K_p = K_c(RT)^n$ ) для хімічної реакції в ідеальній газовій суміші  $CH_4 + CO_2 \rightleftharpoons 2CO + 2H_2$ , число  $n$  становить:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

A.	-2	Г.	1
Б.	-1	Д.	2
В.	0		

**Тестове завдання 87** Вибрати правильну відповідь:

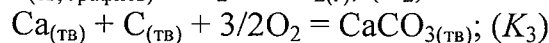
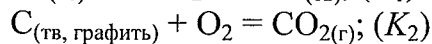
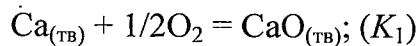
у математичній формулі, що пов'язує константи рівноваги  $K_X$  і  $K_C$  ( $K_X = K_C (RT/P)^n$ ) для хімічної реакції в ідеальній газовій суміші  $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_2$  число  $n$  дорівнює:

A.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

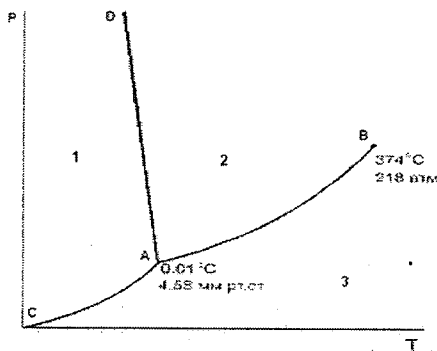
A.	-2	Г.	1
Б.	-1	Д.	2
В.	0		

**Тестове завдання 88** Вибрати правильну відповідь:

математична формула, що виражає зв'язок між термодинамічною константою рівноваги ( $K$ ) реакції  $CaO_{(тв)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(тв)}$  та константами рівноваги ( $K_1 - K_3$ ) наступних реакцій:



1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



$K = K_1 K_2 K_3$	1
$K = (K_1 K_2) / K_3$	2
$K = K_3 / (K_1 K_2)$	3

4	$K = (K_1^2 K_3) / K_2$
5	$K = (K_2^2 K_3) / K_1$
6	$K = (K_1 K_3) / K_2^2$

### І.6. Фазова рівновага в однокомпонентних системах P-T-діаграми стану. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса

**Тестове завдання 89** Вибрати правильну відповідь:

рівняння Клапейрона – Клаузіуса характеризує залежність рівноважного тиску від температури для:

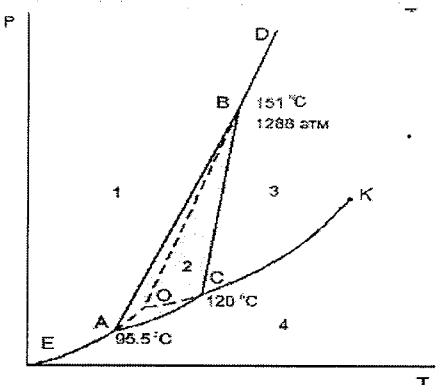
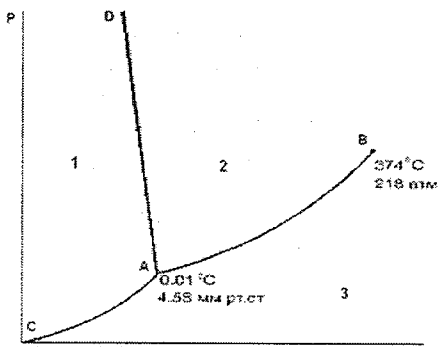
1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

- однокомпонентної однофазної системи
- однокомпонентної двофазної системи
- двокомпонентної однофазної системи
- двокомпонентної двофазної системи
- двокомпонентної трифазної системи

**Тестове завдання 90** Вибрати правильну відповідь:

права частина рівняння, яке описує хід лінії моноваріантної рівноваги на P-T-діаграмі стану для однокомпонентної двофазної системи, ліва частина якого  $dP/dT =$ :

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



1	2	3	4	5	6
$\frac{\Delta H}{T}$	$\frac{\Delta H}{RT}$	$\frac{\Delta H}{RT^2}$	$\frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$	$\frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$	$\frac{\Delta H}{T\Delta V}$

**Тестове завдання 91** *Вибрати правильну відповідь:*

права частина рівняння температурної залежності тиску насиченої пари, що відповідає лівій частині  $\ln(P_2/P_1) = \dots$ :

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1	2	3	4	5	6
$\frac{\Delta H}{T}$	$\frac{\Delta H}{RT}$	$\frac{\Delta H}{RT^2}$	$\frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$	$\frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$	$\frac{\Delta H}{T\Delta V}$

**Тестове завдання 92** *Вибрати правильну відповідь:*

номер області існування рідини на фазовій діаграмі стану води при невисоких тисках:

A.	B.	B.
----	----	----

- A. 1
- B. 2
- B. 3

**Тестове завдання 93** *Вибрати правильну відповідь:*

крива AD на діаграмі стану води при невисоких тисках описує залежність:

1.	2.	3.
----	----	----

1. температури плавлення льоду від тиску;
2. рівноважні тиски водяної пари над льодом від температури;
3. тиски насиченої пари рідкої води від температури;
4. температури кипіння води від тиску.

**Тестове завдання 94** *Вибрати правильну відповідь:*

відповідно до фазової діаграми сірки при підвищенні тиску температура плавлення ромбічної сірки:

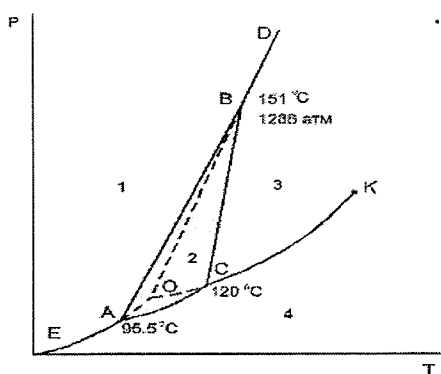
1.	2.	3.
----	----	----

- 1 збільшується;
- 2 зменшується;
- 3 не змінюється;

**Тестове завдання 95** *Вибрати правильну відповідь:*

взаємні переходи кристалічних модифікацій чистої речовини, які можуть протікати як у прямому, так і у зворотному напрямках в умовах рівноваги є:

1.	2.	3.	4.
----	----	----	----



1. монотропними
2. енантіотропними
3. необоротними
4. оборотними

**Тестове завдання 96** Вибрати правильну відповідь:

число стабільних інваріантних рівноваг на фазовій діаграмі сірки

А.	Б.	В.	Г.
----	----	----	----

А	Б	В	Г
1	2	3	4

**Тестове завдання 97** Вибрати правильну відповідь:

область застосовності рівняння, що характеризує двофазні рівноваги в однокомпонентних системах:

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. рівноваги за участю пари поблизу критичної точки;
2. рівноваги за участю пари, розглянутої як ідеальний газ;
3. при умовах, далеких від критичної точки
4. рівноваги твердої й рідкої фаз;
5. рівноваги будь-яких двох фаз

**Тестове завдання 98** Вибрати правильну відповідь:

число ступенів свободи двофазної однокомпонентної системи, на яку із зовнішніх умов впливають тільки температура й тиск:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

А.	0	Г.	3
Б.	1	Д.	4
В.	2	Е.	5

### 1.7. Правило фаз Гіббса

**Тестове завдання 99** Вибрати правильну відповідь:

система  $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_3(\text{г})$ , яка перебуває в стані рівноваги, є

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. гомогенною;   | 4. двофазною;    |
| 2. гетерогенною; | 5. трифазною;    |
| 3. однофазною;   | 6. чотирифазною. |

**Тестове завдання 100.** Вибрати правильну відповідь:

система  $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{к}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ , яка перебуває в стані рівноваги, є:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

- |    |               |    |               |
|----|---------------|----|---------------|
| 1. | гомогенною;   | 4. | двофазною;    |
| 2. | гетерогенною; | 5. | трифазною;    |
| 3. | однофазною;   | 6. | чотирифазною. |

**Тестове завдання 101** Вибрати правильну відповідь:

система  $\text{PCl}_5(\text{ж}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$ , що перебуває в стані рівноваги, є:

- |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|----|----|----|----|----|----|

- |    |               |    |               |
|----|---------------|----|---------------|
| 1. | гомогенною;   | 4. | двофазною;    |
| 2. | гетерогенною; | 5. | трифазною;    |
| 3. | однофазною;   | 6. | чотирифазною. |

**Тестове завдання 102** Вибрати правильну відповідь:

число ступенів свободи (варіантність стану) системи, що складається з  $K$  - компонентів і  $\Phi$  - фаз, на яку із зовнішніх умов впливають тільки тиск і температура:

- |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| А. | Б. | В. | Г. | Д. | Е. |
|----|----|----|----|----|----|

- |    |                |    |                |    |                |
|----|----------------|----|----------------|----|----------------|
| А. | $K + \Phi + 2$ | Б. | $K + \Phi - 2$ | В. | $K - \Phi + 2$ |
| Г. | $K - \Phi - 2$ | Д. | $\Phi - K + 2$ | Е. | $\Phi - K - 2$ |

**Тестове завдання 103** Вибрати правильну відповідь:

число ступенів свободи (варіантність стану) системи, що складається з  $K$  - компонентів і  $\Phi$  - фаз, на яку із зовнішніх умов впливають тільки температура (тиск сталий):

- |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| А. | Б. | В. | Г. | Д. | Е. |
|----|----|----|----|----|----|

- |    |                |    |                |    |                |
|----|----------------|----|----------------|----|----------------|
| А. | $K + \Phi + 2$ | Б. | $K + \Phi - 2$ | В. | $K - \Phi + 2$ |
| Г. | $K - \Phi - 2$ | Д. | $\Phi - K + 2$ | Е. | $\Phi - K - 2$ |

**Тестове завдання 104** Вибрати правильну відповідь:

число незалежних компонентів у рівноважній системі  $\text{N}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}$ , отриманої в результаті змішування 2 моль азоту та 5 моль аміаку:

- |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| А. | Б. | В. | Г. | Д. |
|----|----|----|----|----|

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| А. 0 | Б. 2 | В. 4 | Г. 1 | Д. 3 |
|------|------|------|------|------|

**Тестове завдання 105** Вибрати правильну відповідь:

число фаз у рівноважній системі  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{к})} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{HCl}_{(\text{г})}$ :

- |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| А. | Б. | В. | Г. | Д. |
|----|----|----|----|----|

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| А. 0 | Б. 1 | В. 2 | Г. 3 | Д. 4 |
|------|------|------|------|------|

**Тестове завдання 106** Вибрати правильну відповідь:

число ступенів свободи двофазної однокомпонентної системи, на яку із зовнішніх умов впливають тільки температура й тиск:

- |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| А. | Б. | В. | Г. | Д. |
|----|----|----|----|----|

A. 0 | B. 1 | V. 2 | Г. 3 | Д. 4

**Тестове завдання 107** *Вибрати правильну відповідь:*

найбільше число різних фаз, які можуть співіснувати в рівновазі у двохкомпонентній гетерогенній системі, на яку із зовнішніх умов впливають тільки температура й тиск:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

A. 0 | B. 1 | V. 2 | Г. 3 | Д. 4

**Тестове завдання 108** *Вибрати правильну відповідь:*

число параметрів стану, що визначають в загальному випадку розмірність координатного простору діаграми стану трикомпонентної системи

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

A. 0 | B. 1 | V. 2 | Г. 3 | Д. 4



## VI. 2. МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2

### «КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ»

**Тестове завдання 1:** *Вибрати правильну відповідь:*

Порядком реакції називається –

5.	6.	7.	8.	5	6
----	----	----	----	---	---

1. кількість різних видів часток вихідних речовин;
2. кількість різних видів часток вихідних речовин і продуктів;
3. кількість часток вихідних речовин, що взаємодіють в одному елементарному акті перетворення;
4. кількість часток, що утворюються в одному елементарному акті перетворення;
5. показник ступеня при концентрації в диференціальній формі кінетичного рівняння;
6. показник ступеня при концентрації в інтегральній формі кінетичного рівняння

**Тестове завдання 2:** *Вибрати правильну відповідь:*

Молекулярністю реакції називається –

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. кількість різних видів часток вихідних речовин;
2. кількість різних видів часток вихідних речовин і продуктів;
3. кількість часток вихідних речовин, що взаємодіють в одному елементарному акті перетворення;
4. кількість часток, що утворюються в одному елементарному акті перетворення;
5. показник ступеня при концентрації в диференціальній формі кінетичного рівняння;
6. показник ступеня при концентрації в кінетичному рівнянні

**Тестове завдання 3:** *Вибрати правильну відповідь:*

Молекулярність та порядок реакції співпадають для:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1. реакцій нульового порядку
2. реакцій другого порядку
3. фотохімічних реакцій
4. складних реакцій
5. простих реакцій

**Тестове завдання 4:** *Вибрати правильну відповідь:*

Константа швидкості хімічної реакції залежить від

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

1. температури, концентрації, каталізатора, природи реакції
2. температури, каталізатора, природи реакції, її механізму
3. температури, каталізатора
4. каталізатора, механізму реакції, природи реакції
5. концентрації, природи реакції

**Тестове завдання 5:** Вибрати правильну відповідь:

Інтегральне кінетичне рівняння необоротної реакції другого порядку

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. $c = c_0 - k\tau$	2. $\ln c = \ln c_0 - k\tau$	3. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + k\tau$			
4. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2k\tau$	5. $c = c_0 + k\tau$	6. $c = c_0 e^{-k\tau}$			

**Тестове завдання 6:** Вибрати правильну відповідь:

Період напівперетворення  $\tau_{1/2}$  вихідної речовини в необоротній реакції першого порядку виражається формулою:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. $\tau_{1/2} = \frac{1}{k}$	2. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{k}$	3. $\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_0}$			
4. $\tau_{1/2} = \frac{3}{2kc_0^2}$	5. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{2k}$	6. $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$			

**Тестове завдання 7:** Вибрати правильну відповідь:

Інтегральне кінетичне рівняння необоротної реакції нульового порядку

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. $c = c_0 - k\tau$	2. $\ln c = \ln c_0 - k\tau$	3. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2k\tau$			
4. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + k\tau$	5. $c = c_0 + k\tau$	6. $c = c_0 e^{-k\tau}$			

**Тестове завдання 8:** Вибрати правильну відповідь:

Період напівперетворення  $\tau_{1/2}$  вихідної речовини в необоротній реакції другого порядку виражається формулою:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. $\tau_{1/2} = \frac{1}{k}$	2. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{k}$	3. $\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_0}$			
4. $\tau_{1/2} = \frac{3}{2kc_0^2}$	5. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{2k}$	6. $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$			

**Тестове завдання 9:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції третього порядку, яка схематично записується як «3A = продукти» і відбувається при постійному об'ємі, розмірність константи швидкості становить:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

$1. \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$	$2. \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$	$3. \frac{\text{моль} \cdot \text{с}}{\text{л}}$
$4. \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$	$5. \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{с}}$	$6. \text{с}^{-1}$

**Тестове завдання 10:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції нульового порядку, яка відбувається при постійному об'ємі, розмірність константи швидкості становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$1. \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$	$2. \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$	$3. \frac{\text{моль} \cdot \text{с}}{\text{л}}$
$4. \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$	$5. \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{с}}$	$6. \text{с}^{-1}$

**Тестове завдання 11:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції другого порядку, яка схематично записується як «2А = продукти» і відбувається при постійному об'ємі, розмірність константи швидкості становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$1. \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$	$2. \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$	$3. \frac{\text{моль} \cdot \text{с}}{\text{л}}$
$4. \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$	$5. \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{с}}$	$6. \text{с}^{-1}$

**Тестове завдання 12:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції першого порядку, яка схематично записується як «А = продукти» і відбувається при постійному об'ємі, розмірність константи швидкості становить:

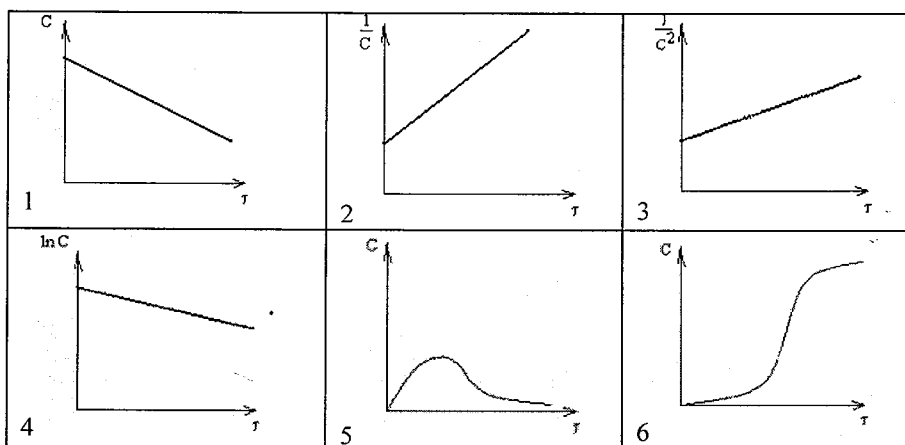
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

$1. \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$	$2. \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$	$3. \frac{\text{моль} \cdot \text{с}}{\text{л}}$
$4. \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$	$5. \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{с}}$	$6. \text{с}^{-1}$

**Тестове завдання 13:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції першого порядку виду «А = продукти» лінеаризована форма кінетичної кривої за зміною концентрації вихідної речовини в ході реакції

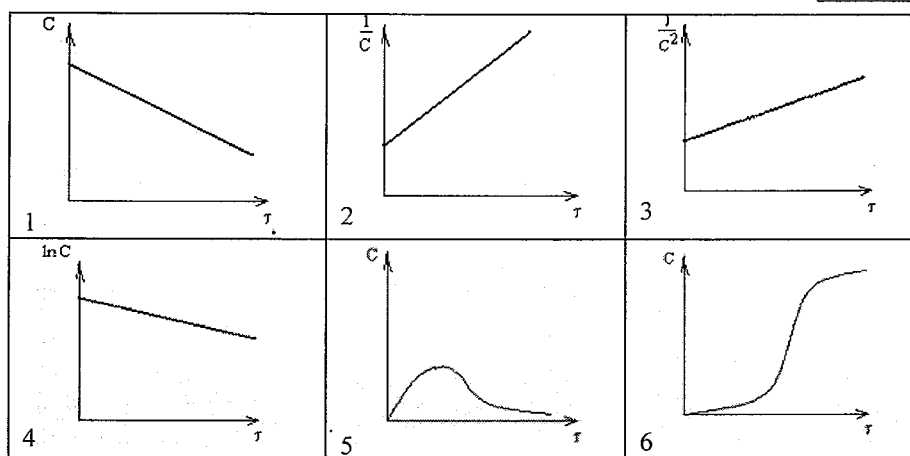
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 14:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції другого порядку виду « $2A = \text{продукти}$ » лінеаризована форма кінетичної кривої за зміною концентрації вихідної речовини в ході реакції

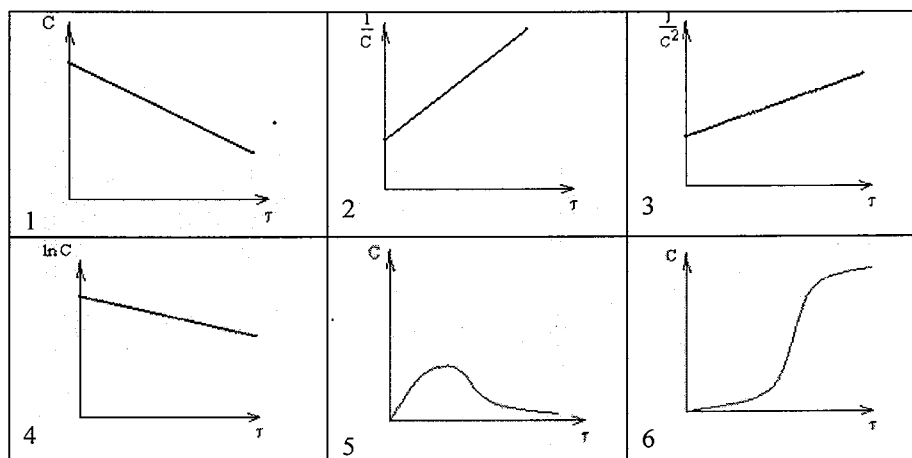
1. 2. 3. 4. 5. 6.



**Тестове завдання 15:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротної реакції нульового порядку виду « $A = \text{продукти}$ » лінеаризована форма кінетичної кривої за зміною концентрації вихідної речовини в ході реакції

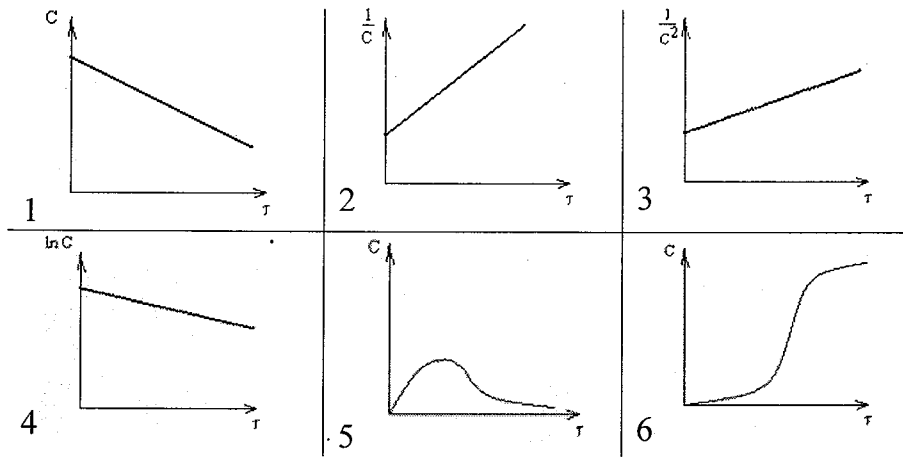
1. 2. 3. 4. 5. 6.



**Тестове завдання 16:** Вибрати правильну відповідь:

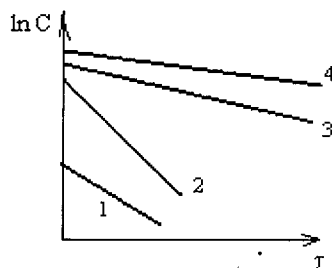
Для необоротної реакції третього порядку виду «3A = продукти» лінеаризована форма кінетичної кривої за зміною концентрації вихідної речовини в ході реакції

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 17:** Вибрати правильну відповідь:

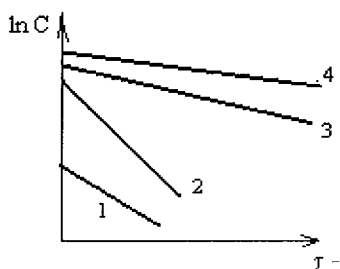
Для необоротних реакцій 1-4 константи швидкості зростають у послідовності:



А.	Б.	В.	Г.

**Тестове завдання 18:** Вибрати правильну відповідь:

Для необоротних реакцій 1-4 час напівперетворення зростає у послідовності:



А.	Б.	В.	Г.

**Тестове завдання 19:** Вибрати правильну відповідь:

Для двостадійної реакції першого порядку «A → P → B» з константами швидкостей стадій  $k_1$  і  $k_2$  диференціальне кінетичне рівняння зміни концентрації проміжного продукту P за одиницю часу становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. $\frac{dc_P}{d\tau} = k_1 c_A - k_2 c_B$	2. $\frac{dc_P}{d\tau} = -k_1 c_A + k_2 c_P$	3. $\frac{dc_P}{d\tau} = (k_1 + k_2) c_A c_B$
4. $\frac{dc_P}{d\tau} = k_1 c_A + k_2 c_B$	5. $\frac{dc_P}{d\tau} = k_1 c_A - k_2 c_P$	6. $\frac{dc_P}{d\tau} = k_1 c_P - k_2 c_B$

**Тестове завдання 20:** Вибрати правильну відповідь:

Для двостадійної реакції першого порядку «A → P → B» з константами швидкостей стадій  $k_1$  і  $k_2$  диференціальне кінетичне рівняння зміни концентрації вихідної речовини A за одиницю часу становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. $\frac{dc_A}{d\tau} = k_1 c_A - k_2 c_B$	2. $\frac{dc_A}{d\tau} = -k_1 c_A + k_2 c_P$	3. $\frac{dc_A}{d\tau} = -k_1 c_A$
4. $\frac{dc_A}{d\tau} = k_1 c_A + k_2 c_B$	5. $\frac{dc_A}{d\tau} = -k_1 c_A - k_2 c_P$	6. $\frac{dc_A}{d\tau} = k_1 c_P - k_2 c_B$

**Тестове завдання 21:** Вибрати правильну відповідь:

Для двостадійної реакції першого порядку «A → P → B» з константами швидкостей стадій  $k_1$  і  $k_2$  диференціальне кінетичне рівняння зміни концентрації продукту реакції B за одиницю часу становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. $\frac{dc_B}{d\tau} = -k_1 c_A + k_2 c_P$	2. $\frac{dc_B}{d\tau} = k_2 c_P$	3. $\frac{dc_B}{d\tau} = k_2 c_B$
4. $\frac{dc_B}{d\tau} = k_1 c_A + k_2 c_B$	5. $\frac{dc_B}{d\tau} = -k_1 c_A - k_2 c_P$	6. $\frac{dc_B}{d\tau} = (k_1 + k_2) c_P$

**Тестове завдання 22:** Вибрати правильну відповідь:

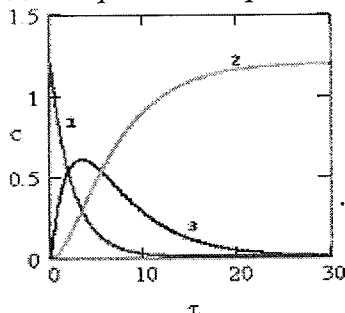
Для оборотної реакції першого порядку «A ⇌ B» з константами швидкостей стадій  $k_1$  і  $k_{-1}$  диференціальне кінетичне рівняння становить:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1. $\frac{dC(B)}{dt} = v_A - v_B$	2. $\frac{dx}{dt} = k_1(C(A) - x_1) + k_2(C(A) - x_2)$	3. $\frac{dx}{dt} = K_1[A][B_1] - K_2[B_2][X]$
4. $v_2 = k_1(A - X) - k_2(X - Y)$	5. $v_3 = k_2(X - Y)$	6. $v_1 = k_1(A - X)$
7. $K = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{C(B)}{C_0(A) - C_0(B)}$	8. $\frac{-c[A]}{dt} = -\frac{d[B_1]}{dt} = K_1[A][B_1]$	9. $\frac{-d[B_2]}{dt} = \frac{d[C]}{dt} = K_2[B_2][X]$

**Тестове завдання 23:** Встановити відповідність між:

Номером кінетичної кривої та природою речовин у системі, у якій відбуваються дві послідовні реакції першого порядку A → P → B:

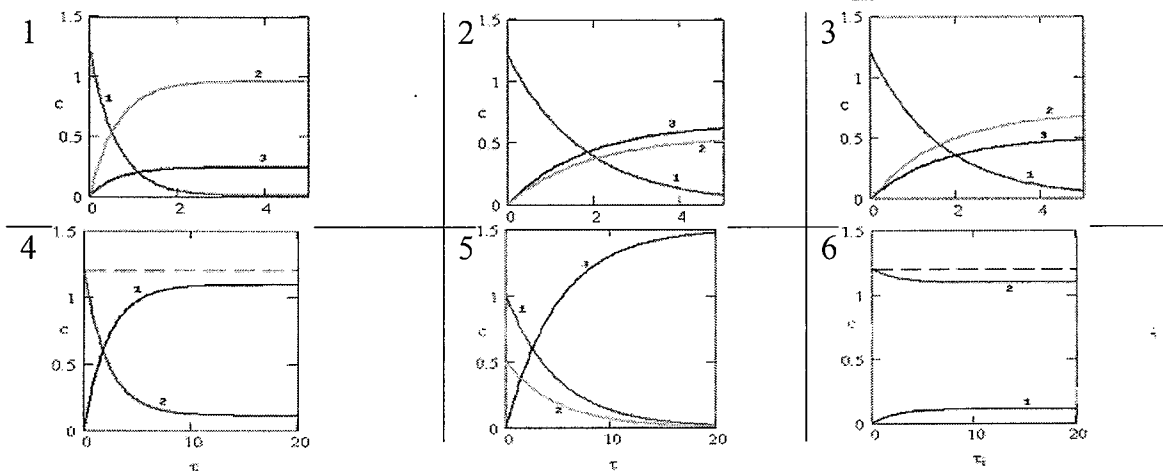


1	2	3

**Тестове завдання 24:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичні криві концентрації речовин у системі, у якій відбувається оборотна реакція першого порядку  $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$ , константа рівноваги якої більше одиниці, показані на графіку:

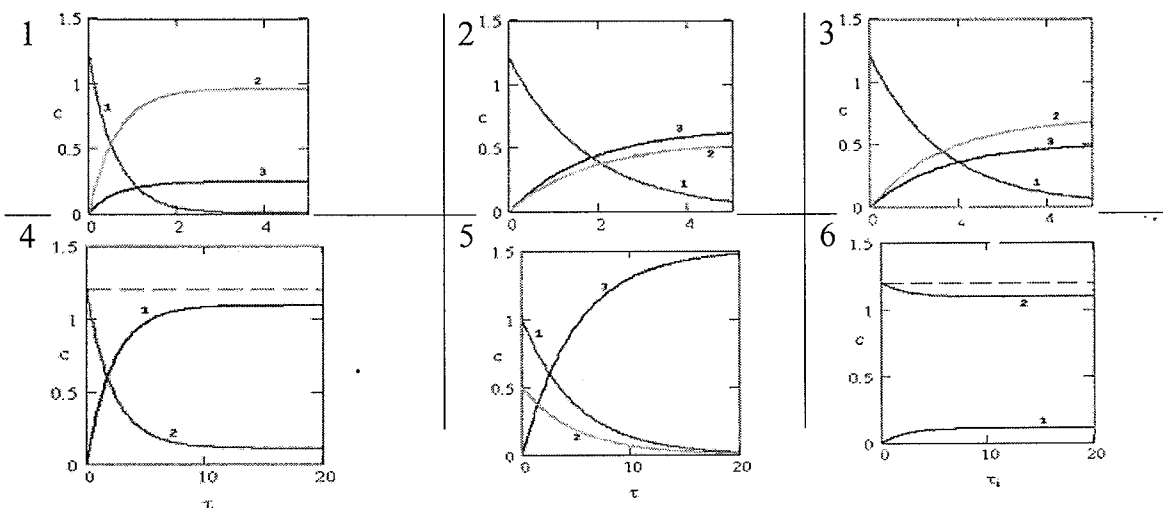
1. 2. 3. 4. 5. 6.



**Тестове завдання 25:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичні криві концентрації речовин у системі, у якій відбувається оборотна реакція першого порядку  $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$ , константа рівноваги якої менше одиниці, показані на графіку:

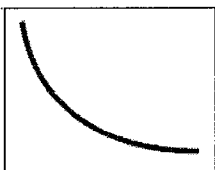
1. 2. 3. 4. 5. 6.



**Тестове завдання 26:** Вибрати правильні відповіді:

Графік може виражати:

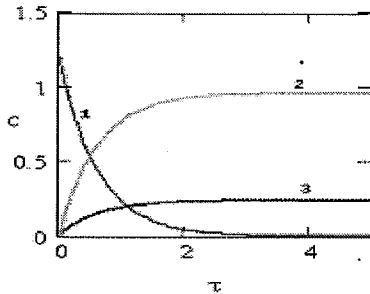
1. 2. 3. 4. 5. 6.



1. зменшення концентрації реагента з часом
2. зменшення енергії активації реакції при охолодженні
3. зміну константи швидкості прямої реакції з часом
4. зміну константи швидкості зворотної реакції з часом
5. зміну швидкості прямої хімічної реакції з часом
6. зміну швидкості зворотної хімічної реакції з часом

**Тестове завдання 27:** Встановити відповідність між:

Номером кінетичної кривої та природою речовин у системі, у якій відбуваються дві паралельні реакції першого порядку  $A \rightarrow B$  (з константою швидкості  $k_1$ ) і  $A \rightarrow C$  (з константою швидкості  $k_2$ ), причому  $k_1 \gg k_2$ :

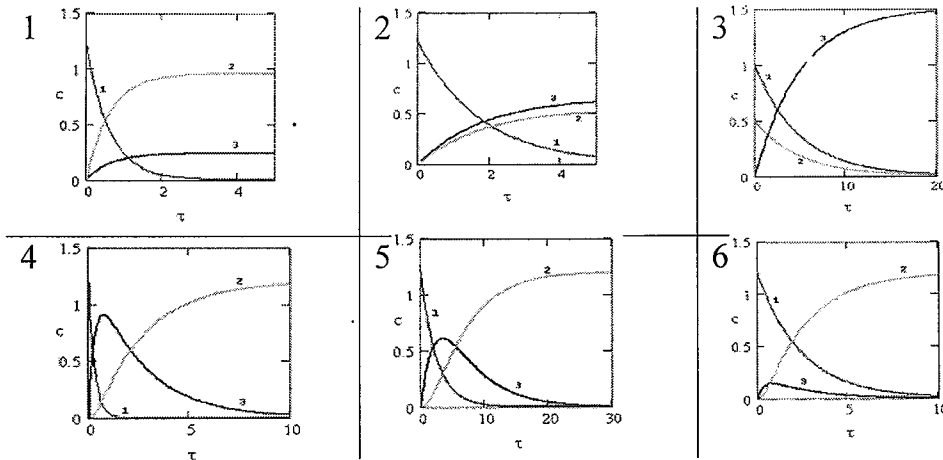


1	2	3
---	---	---

**Тестове завдання 28:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичні криві зміни концентрації речовин у послідовній реакції першого порядку  $A \rightarrow P \rightarrow B$  з константами швидкостей відповідно  $k_1$  і  $k_2$ , за умови, що  $k_1 = k_2$ , показані графіком:

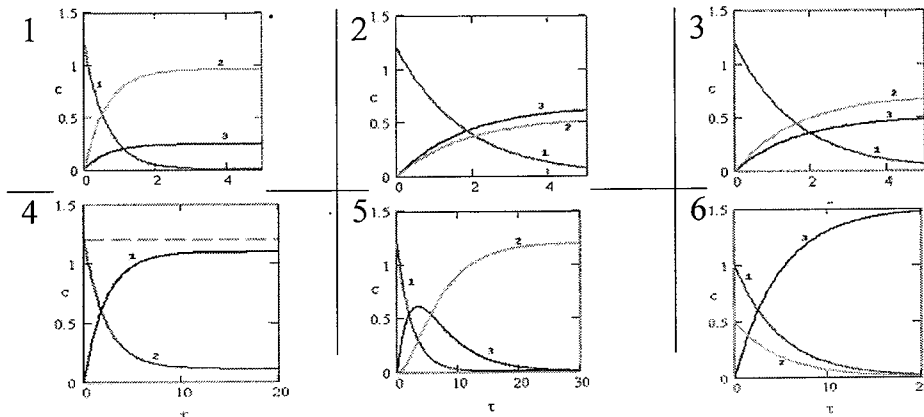
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 29:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичні криві зміни концентрації речовин у паралельній реакції першого порядку  $A \rightarrow B$  (з константою швидкості  $k_1$ ) і  $A \rightarrow C$  (з константою швидкості  $k_2$ ), для якої  $k_1 \gg k_2$ , показані графіком:

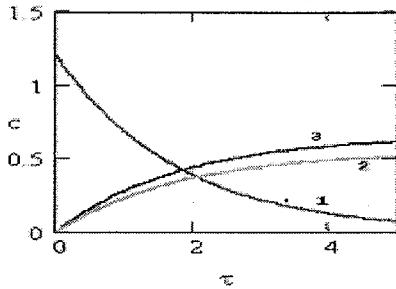
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----





**Тестове завдання 30:** Встановити відповідність між:

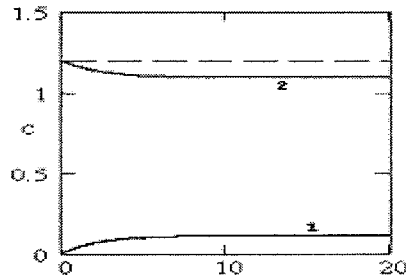
Номером кінетичної кривої та природою речовин у системі, у якій відбуваються дві паралельні реакції першого порядку  $A \rightarrow B$  (з константою швидкості  $k_1$ ) і  $A \rightarrow C$  (з константою швидкості  $k_2$ ), причому  $k_1 < k_2$ :



1	2	3

**Тестове завдання 31:** Встановити відповідність між:

Номером кінетичної кривої та природою речовин у системі, у якій відбувається оборотна реакція першого порядку  $A \rightleftharpoons B$  з константами швидкостей  $k_1, k_{-1}$ , причому  $k_1 < k_{-1}$ :



1	2

**Тестове завдання 32:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичне рівняння швидкості зворотної реакції для оборотної хімічної реакції

$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$  (де  $k_1$  і  $k_{-1}$  відповідно константи швидкостей прямої і зворотної реакцій) дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $C(NO_2)^2$
2.  $k_{-1} \cdot C(NO) \cdot C(O_2)^2$
3.  $k_1 \cdot C(NO_2)^2$
4.  $k_{-1} [C(NO)^2 + C(O_2)]$
5.  $k_{-1} \cdot C(NO)^2 \cdot C(O_2)$
6.  $k_{-1} \cdot C(NO) \cdot C(O_2)$

**Тестове завдання 33:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичне рівняння швидкості прямої реакції для оборотної хімічної реакції

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  (де  $k_1$  і  $k_{-1}$  відповідно константи швидкостей прямої і зворотної реакцій) дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
----	----	----	----	----	----	----	----

1.  $C(N_2) + C(H_2)^3$
2.  $k_1 \cdot C(N_2) \cdot 3C(H_2)$
3.  $C(N_2) \cdot 3C(H_2)$
4.  $k_{-1} \cdot C(NH_3)^2$
5.  $k_1 [C(N_2) + C(H_2)^3]$
6.  $k_{-1} \cdot 2C(NH_3)$
7.  $k_1 \cdot C(N_2) \cdot C(H_2)^3$
8.  $k_1/k_{-1}$

**Тестове завдання 34:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичне рівняння швидкості зворотної реакції для оборотної хімічної реакції

$2\text{NCl}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2$  (де  $k_1$  і  $k_{-1}$  відповідно константи швидкостей прямої і зворотної реакцій) дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $C(\text{NCl}_3)^2$
2.  $k_{-1} \cdot C(\text{N}_2) \cdot C(\text{Cl}_2)^3$
3.  $k_1 \cdot 2C(\text{NCl}_3)$
4.  $k_{-1} [C(\text{N}_2) + C(\text{Cl}_2)^3]$
5.  $k_{-1} \cdot C(\text{N}_2) \cdot 3C(\text{Cl}_2)$
6.  $C(\text{N}_2) \cdot C(\text{Cl}_2)^3$

**Тестове завдання 35:** Вибрати правильну відповідь:

Кінетичне рівняння швидкості прямої реакції для оборотної хімічної реакції

$2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  (де  $k_1$  і  $k_{-1}$  відповідно константи швидкостей прямої і зворотної реакцій) дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

1.  $C(\text{N}_2\text{O})^2$
2.  $k_{-1} \cdot C(\text{N}_2)^2 \cdot C(\text{O}_2)$
3.  $k_1 \cdot C(\text{N}_2\text{O})^2$
4.  $k_{-1} [C(\text{N}_2)^2 + C(\text{O}_2)]$
5.  $k_{-1} \cdot 2C(\text{N}_2) \cdot C(\text{O}_2)$
6.  $k_{-1} C(\text{N}_2\text{O})^2$

**Тестове завдання 36:** Встановити відповідність:

Між порядком прямої хімічної реакції та номером хімічного рівняння, що її відображає:

А.	Б.	В.	Г.

- |             |    |                                                                                                  |
|-------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Нульовий | 1. | $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Б. Перший   | 2. | $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$                                           |
| В. Другий   | 3. | $2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$                                |
| Г. Третій   | 4. | $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$                                        |
|             | 5. | $\text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}$                                                      |

**Тестове завдання 37:** Встановити відповідність:

Між порядком зворотної хімічної реакції та номером хімічного рівняння, що її відображає:

А.	Б.	В.	Г.

- |             |    |                                                                                                  |
|-------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Нульовий | 1. | $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Б. Перший   | 2. | $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$                                           |
| В. Другий   | 3. | $2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$                                |
| Г. Третій   | 4. | $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$                                        |
|             | 5. | $\text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}$                                                      |

**Тестове завдання 38:** Встановити відповідність:

Між порядком зворотної хімічної реакції та номером хімічного рівняння, що її відображає:

А.	Б.	В.	Г.

- |             |                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| А. Нульовий | 1. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$                     |
| Б. Перший   | 2. $2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$             |
| В. Другий   | 3. $2\text{NCl}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2$                  |
| Г. Третій   | 4. $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$                    |
|             | 5. $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$ |

**Тестове завдання 39:** Встановити відповідність:

Між порядком прямої хімічної реакції та номером хімічного рівняння, що її відображає:

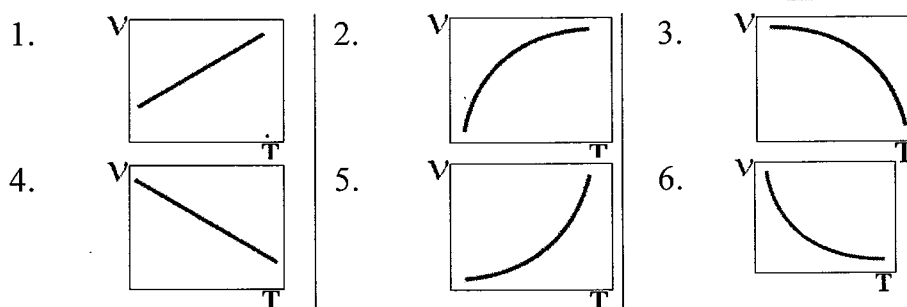
А.	Б.	В.	Г.

- |             |                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| А. Нульовий | 1. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$                     |
| Б. Перший   | 2. $2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$             |
| В. Другий   | 3. $2\text{NCl}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2$                  |
| Г. Третій   | 4. $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$                    |
|             | 5. $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$ |

**Тестове завдання 40:** Вибрати правильну відповідь:

Залежність швидкості реакції ( $v$ ) від температури ( $T$ ) виражається графіком:

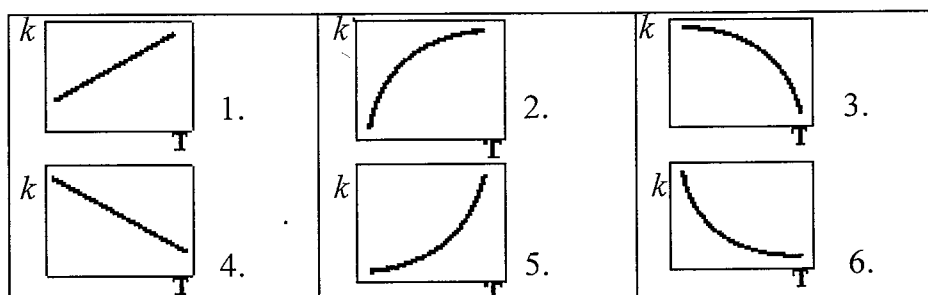
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 41:** Вибрати правильну відповідь:

Залежність константи швидкості реакції ( $k$ ) від температури ( $T$ ) виражається графіком:

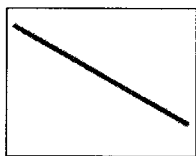
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----



**Тестове завдання 42:** Вибрати правильні відповіді:

Графік може виражати:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

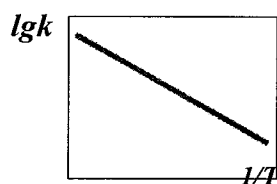


1. зменшення концентрації реагента з часом
2. зменшення енергії активації реакції при охолодженні
3. залежність логарифма константи швидкості реакції від температури
4. залежність логарифма константи швидкості реакції від оберненої величини по температурі
5. залежність логарифма швидкості хімічної реакції від температури проведення процесу
6. залежність логарифма швидкості хімічної реакції від логарифма концентрації реагента

**Тестове завдання 43:** Вибрати правильні відповіді:

За тангенсом кута нахилу прямої лінії до осі абсцис (графік) можна визначити:

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

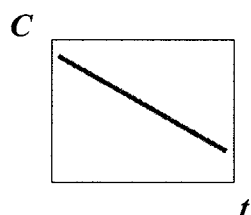


1. відношення  $-E_a/R$
2. відношення  $E_a/R$
3. швидкість хімічної реакції
4. константу швидкості хімічної реакції  $k$
5. константу  $k_0$  в рівнянні Арреніуса

**Тестове завдання 44:** Вибрати правильні відповіді:

За тангенсом кута нахилу прямої лінії до осі абсцис (графік) можна визначити:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

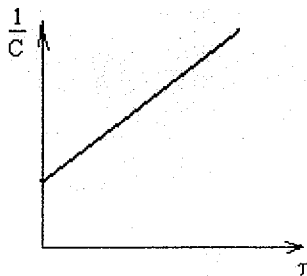


1. відношення  $-E_a/R$
2. відношення  $E_a/R$
3. швидкість будь-якої хімічної реакції
4. константу швидкості хімічної реакції нульового порядку  $k$
5. порядок реакції
6. молекулярність реакції

**Тестове завдання 45:** Вибрати правильні відповіді:

За тангенсом кута нахилу прямої лінії до осі абсцис (графік) можна визначити:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
----	----	----	----	----	----	----

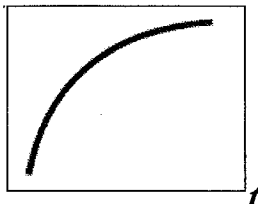


1. відношення  $-E_a/R$
2. відношення  $E_a/R$
3. порядок реакції
4. молекулярність реакції
5. швидкість будь-якої хімічної реакції
6. константу швидкості хімічної реакції першого порядку  $k$
7. константу швидкості хімічної реакції нульового порядку  $k$

**Тестове завдання 46:** Вибрати правильні відповіді:

За тангенсом кута нахилу прямої лінії до осі абсцис (графік) можна визначити:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---



1. зміну концентрації продукту реакції з часом
2. зміну концентрації однієї з вихідних речовин з часом
3. зміну константи швидкості прямої реакції з часом
4. зміну константи швидкості зворотної реакції з часом
5. зміну швидкості прямої хімічної реакції з часом
6. зміну швидкості зворотної хімічної реакції з часом

**Тестове завдання 47:** Вибрати правильну відповідь:

Розклад гідроген пероксиду в присутності марган(IV) оксиду є:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. прикладом гетерогенного каталізу
2. некаталітичною реакцією
3. прикладом гомогенного каталізу
4. ланцюговою реакцією
5. автокаталітичного процесу

**Тестове завдання 48:** Вибрати правильну відповідь:

Окиснення сульфур(IV) оксиду до сульфур(VI) оксиду у присутності оксидів Нітрогену є:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. прикладом гетерогенного каталізу
2. некаталітичною реакцією
3. прикладом гомогенного каталізу
4. ланцюговою реакцією
5. автокаталітичним процесом

**Тестове завдання 49:** Вибрати правильні відповіді:

Введення каталізатора в реакційну суміш:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. підвищує енергію активації
2. знижує енергію активації
3. не впливає на хімічну рівновагу
4. збільшує швидкість тільки прямої реакції
5. збільшує швидкість тільки зворотної реакції
6. збільшує швидкість як прямої, так і зворотної реакції

**Тестове завдання 50:** Вибрати правильну відповідь:

На перебіг хімічного каталітичного процесу промотор впливає таким чином:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. зміщує хімічну рівновагу
2. підсилює дію каталізатора
3. є каталітичною отрутою
4. не впливає на активність каталізатора
5. послаблює дію каталізатора

**Тестове завдання 51:** Вибрати правильну відповідь:

Найбільшу енергію активації має реакція:

1	2	3	4
---	---	---	---

1.  $\text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{M}$
2.  $\text{HJ} + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{J}$
3.  $\text{H}^\cdot + \text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CH}_3^\cdot$
4.  $\text{N}_2 + \text{M} \rightleftharpoons \text{N} + \text{N} + \text{M}$

**Тестове завдання 52:** Вибрати правильну відповідь:

Найменшу енергію активації має реакція:

1	2	3	4
---	---	---	---

1.  $\text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{M}$
2.  $\text{HJ} + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{J}$
3.  $\text{H}^\cdot + \text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CH}_3^\cdot$
4.  $\text{N}_2 + \text{M} \rightleftharpoons \text{N} + \text{N} + \text{M}$

**Тестове завдання 53:** Вибрати правильну відповідь:

Найбільшу енергію активації має реакція:

1	2	3	4
---	---	---	---

1.  $\text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot \rightarrow \text{Cl}_2$
2.  $\text{Na} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CH}_3^\cdot$
3.  $\text{Cl}_2 + \text{M} \rightarrow \text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot + \text{M}$
4.  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$

**Тестове завдання 54:** Вибрати правильну відповідь:

Найменшу енергію активації має реакція:

1	2	3	4
---	---	---	---

1.  $\text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot \rightarrow \text{Cl}_2$
2.  $\text{Na} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CH}_3^\cdot$
3.  $\text{Cl}_2 + \text{M} \rightarrow \text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot + \text{M}$
4.  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$

**Тестове завдання 55:** Вибрати правильні відповіді:

Чисельне значення температурного коефіцієнта швидкості реакції визначається:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Відношенням констант швидкостей прямої і зворотної реакцій
2. Відношенням швидкостей прямої і зворотної реакцій
3. Енергією активації та температурою реакції
4. Тепловим ефектом реакції
5. Швидкістю реакції при даній температурі

**Тестове завдання 56:** Вибрати правильну відповідь:

Зміна швидкості простої елементарної реакції при підвищенні температури зумовлена:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Збільшенням швидкості руху часточок в системі
2. Збільшенням енергії часточок в системі
3. Збільшенням загального числа зіткнень часточок в системі
4. Збільшенням числа зіткнень активних часточок в системі
5. Зменшенням енергії активації

**Тестове завдання 57** Вибрати правильну відповідь:

Енергія активації – це енергія, яка необхідна для підвищення:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Кінетичної енергії поступального руху часточок
2. Кінетичної енергії обертального руху часточок
3. Кінетичної енергії коливального руху атомів у молекулах
4. Енергії електронів у молекулах, атомах або радикалах
5. Енергії ядер в атомах

**Тестове завдання 58** Вибрати зайві відповіді:

Зміна швидкості простої елементарної реакції при підвищенні температури зумовлена:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Зміною константи швидкості реакції
2. Зміною концентрації реагентів
3. Зміною механізму реакції
4. Зміною порядку реакції

**Тестове завдання 59:** Вибрати правильну відповідь:

Температурний коефіцієнт швидкості реакції, яка при  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  закінчується повністю за  $270\text{ с}$ , а при  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  – за  $30\text{ с}$ , дорівнює:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д	Е
2	2,5	3	3,5	4	4,5

**Тестове завдання 60:** Вибрати правильну відповідь:

Збільшення температури на  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  призводить до збільшення швидкості хімічної реакції (для якої температурний коефіцієнт дорівнює 3) у  $n$  разів:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д	Е
2	2,5	3	3,5	4	4,5

**Тестове завдання 61:** Вибрати правильну відповідь:

Збільшення швидкості реакції у 27 разів (при температурному коефіцієнті 3) відбувається при підвищенні температури на  $n$  градусів:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.	Ж.
----	----	----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
10	15	20	25	30	35	40

**Тестове завдання 62:** Вибрати правильну відповідь:

Зменшення швидкості хімічної реакції при зниженні температури на 40 °С (якщо температурний коефіцієнт дорівнює 2) відбувається у *n* разів:

А.	Б.	В.	Г.	Д.	Е.
----	----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д	Е
20	24	32	16	8	4

**Тестове завдання 63** Вибрати правильну відповідь:

Стадія квадратичного обриву ланцюга у сукупності стадій нерозгалуженої ланцюгової реакції утворення фосгену  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$  є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.	$\text{Cl}_2 + \text{M} \rightarrow 2\text{Cl}\cdot + \text{M}$	2.	$\text{Cl}\cdot + \text{X}(\text{стінка}) \rightarrow \text{XCl}(\text{стінка})$
3.	$2\text{Cl}\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{M}$	4.	$\text{Cl}\cdot + \text{CO} + \text{M} \rightarrow \text{COCl}\cdot + \text{M}$
5.	$\text{COCl}\cdot \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{CO}$	6.	$\text{COCl}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2 + \text{Cl}\cdot$

**Тестове завдання 64** Вибрати правильні відповіді:

Стадіями розвитку ланцюга у сукупності стадій нерозгалуженої ланцюгової реакції утворення фосгену  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$  є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.	$\text{Cl}_2 + \text{M} \rightarrow 2\text{Cl}\cdot + \text{M}$	4.	$\text{Cl}\cdot + \text{X}(\text{стінка}) \rightarrow \text{XCl}(\text{стінка})$
2.	$2\text{Cl}\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{M}$	5.	$\text{Cl}\cdot + \text{CO} + \text{M} \rightarrow \text{COCl}\cdot + \text{M}$
3.	$\text{COCl}\cdot \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{CO}$	6.	$\text{COCl}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2 + \text{Cl}\cdot$

**Тестове завдання 65** Вибрати правильні відповіді:

Стадіями розвитку ланцюга у сукупності стадій нерозгалуженої ланцюгової реакції утворення гідроген хлориду з простих речовин є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.	$\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$	2.	$\text{Cl}\cdot + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}$
3.	$\text{H}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{Cl}\cdot$	4.	$\text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{M}$

**Тестове завдання 66** Вибрати правильні відповіді:

Стадіями розвитку ланцюга у сукупності стадій нерозгалуженої ланцюгової реакції утворення гідроген хлориду з простих речовин є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.	$\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}\cdot + \text{Br}\cdot$	2.	$\text{Br}\cdot + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{HBr} + \text{C}_2\text{H}_5\cdot$
3.	$\text{C}_2\text{H}_5\cdot + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{Br}\cdot$	4.	$\text{Br}\cdot + \text{Br}\cdot + \text{M} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{M}$
		5.	$2\text{Br}\cdot \rightarrow \text{Br}_2$

**Тестове завдання 67** Вибрати правильні відповіді:

при збільшенні концентрацій реагентів для реакції  $\text{H}_2 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  у три (3) рази, швидкість реакції зростає в *n* разів:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----



А	Б	В	Г	Д
3	9	12	27	6

**Тестове завдання 68** Вибрати правильні відповіді:

Константа швидкості реакції  $\text{SO}_2 + \text{O} \rightarrow \text{SO}_3$  при концентрації сульфур(IV) оксиду 0,25 моль/л, кисню 0,56 моль/л і швидкості реакції  $2,78 \cdot 10^{-3}$  моль/(л·с) становить:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д
0,011	0,02	0,005	0,03	0,04

**Тестове завдання 69** Встановити відповідність між:

Порядком та інтегральним кінетичним рівнянням необоротної реакції:

А	Б	В	Г

- |             |                                               |                              |
|-------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
|             | 1. $c = c_0 - k\tau$                          | 2. $\ln c = \ln c_0 - k\tau$ |
| А. Третій   | 3. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2k\tau$ | 4. $c = c_0 + k\tau$         |
| Б. Другий   | 5. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + k\tau$      | 6. $c = c_0 e^{-k\tau}$      |
| В. Перший   |                                               |                              |
| Г. Нульовий |                                               |                              |

**Тестове завдання 70** Встановити відповідність між:

Порядком та періодом напівперетворення  $\tau_{1/2}$  вихідної речовини в необоротній реакції:

А	Б	В	Г

- |            |                                     |                                   |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|            | 1. $\tau_{1/2} = \frac{1}{k}$       | 2. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{k}$   |
| А Третій   | 3. $\tau_{1/2} = \frac{3}{2kc_0^2}$ | 4. $\tau_{1/2} = \frac{c_0}{2k}$  |
| Б Другий   | 5. $\tau_{1/2} = \frac{1}{kc_0}$    | 6. $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$ |
| В Перший   |                                     |                                   |
| Г Нульовий |                                     |                                   |

**Тестове завдання 71** Встановити відповідність між:

Порядком та розмірністю константи швидкості необоротної хімічної реакції:

А	Б	В	Г

- |            |                                                  |                                                      |                                                  |
|------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| А Третій   | 1. $\frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$ | 2. $\frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{с}}$ | 3. $\frac{\text{моль} \cdot \text{с}}{\text{л}}$ |
| Б Другий   | 4. $\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$ | 5. $\frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{с}}$     | 6. $\text{с}^{-1}$                               |
| В Перший   |                                                  |                                                      |                                                  |
| Г Нульовий |                                                  |                                                      |                                                  |

**Тестове завдання 72** Встановити відповідність між:

Стадіями гетерогенного процесу, що виражається схемою «кристал  $\rightleftharpoons$  розчин», та кінетичними рівняннями, що їх характеризують:

А	Б	В	Г

- А Дифузійна стадія процесу кристалізації
- Б Дифузійна стадія процесу розчинення
- В Стаціонарний стан для процесу розчинення
- Г Стаціонарний стан для процесу кристалізації

$$1. v_{\text{д}} = \beta(C_0 - C_n)$$

$$3. v_p = k \frac{\beta}{\beta - k} C_0$$

$$5. v = \beta \cdot C_0,$$

$$7. v = k \cdot C_0,$$

$$2. v_p = k \frac{\beta}{k + \beta} C_0$$

$$4. v_{\text{д}} = \beta(C_n - C_0)$$

$$6. v = k S \cdot C_n$$

**Тестове завдання 73** Встановити відповідність між:

Стадіями гетерогенного процесу, що виражається схемою «кристал  $\rightleftharpoons$  розчин», та кінетичними рівняннями, що їх характеризують:

А	Б	В	Г

- А Кінетичну стадію процесу
- Б Швидкість процесу при  $k \gg \beta$
- В Швидкість процесу при  $k \ll \beta$
- Г Швидкість процесу при  $v_{\text{кін}} = v_{\text{д}}$

$$1. v_{\text{д}} = \beta(C_0 - C_n)$$

$$3. v_p = k \frac{\beta}{\beta - k} C_0$$

$$5. v = \beta \cdot C_0,$$

$$7. v = k \cdot C_0,$$

$$2. v_p = k \frac{\beta}{k + \beta} C_0$$

$$4. v_{\text{д}} = \beta(C_n - C_0)$$

$$6. v = k S \cdot C_n$$

$$8. v = k \cdot C_n,$$

**Тестове завдання 74** Встановити відповідність між:

Певними поняттями теорії активних співударів та відповідними математичними формулами:

А	Б	В	Г	Д

- А частка активних співударів
- Б загальне число співударів
- В число активних співударів
- Г зміст константи А у рівнянні Арреніуса
- Д константа швидкості реакції за рівнянням Арреніуса

$$1. A \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

$$3. p \cdot Z_0 \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

$$5. \ln A - \frac{Ea}{RT}$$

$$2. \frac{Z_a}{Z_0} = e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

$$4. Z_0 \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

$$6. \left( \frac{2\pi kT}{M_{\text{с.т}}} \right)^{\frac{1}{2}} r_{1,2}$$

**Тестове завдання 75** Встановити відповідність між:

Певними поняттями теорії активованого комплексу та відповідними математичними формулами:

А	Б	В	Г	Д

- А частка активних взаємодій  
 Б зміст константи А рівняння Арреніуса  
 В константа швидкості реакції за Арреніусом  
 Г імовірність утворення активованого комплексу  
 Д константа швидкості за теорією активованого комплексу

$$1. \left(\frac{2\pi kT}{M_{3B}}\right)^{\frac{1}{2}} r_{1,2}$$

$$3. \frac{RT}{N_A h} e^{-\Delta H^*/RT} \cdot e^{\Delta S^*/R},$$

$$5. p \cdot Z_0 \cdot e^{-Ea/RT}$$

$$2. A \cdot e^{-Ea/RT}$$

$$4. e^{\frac{\Delta S^*}{R}}$$

$$6. e^{-\Delta H^*/RT}$$

**Тестове завдання 76** Встановити відповідність між:

Константами швидкості хімічної реакції за теоріями молекулярної кінетики та відповідними математичними формулами:

А	Б	В

- А Теорія перехідного стану  
 Б Теорія активних зіткнень  
 В Рівняння Арреніуса

$$1. \left(\frac{2\pi kT}{M_{ci}}\right)^{\frac{1}{2}} r_{1,2}$$

$$3. \frac{RT}{N_A h} e^{-\Delta H^*/RT} \cdot e^{\Delta S^*/R},$$

$$5. p \cdot Z_0 \cdot e^{-Ea/RT}$$

$$2. A \cdot e^{-Ea/RT}$$

$$4. \frac{Z_a}{Z_0} = e^{-Ea/RT}$$

$$6. \ln A - \frac{Ea}{RT}$$

**Тестове завдання 77** Встановити відповідність між:

Теоріями каталізу та основними положеннями, що їх виражають:

А	Б	В

- А. Електронна теорія  
 Б. Мультиплетна теорія  
 В. Теорія активних ансамблей
- 1 Розміщення силових активних центрів поверхні відповідає розміщенню атомів індексної групи;  
 2. Енергія утворення поверхневого комплексу дорівнює енергії його руйнування;  
 3. Втягування валентного електрона в зону провідності каталізатора веде до утворення слабкого гоіеоплярного зв'язку;  
 4. Активні ансамблі є сукупністю кількох активних центрів, що містять оптимальну кількість атомів;  
 5. Перехід електрона з зони провідності к-ра до атома веде до утворення міцного гомоплярного зв'язку.

**Тестове завдання 79** Встановити відповідність між:

Типом каталітичного процесу і схемою рівняння, що його відображає, та написати стадії автокаталітичного процесу:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

- А. Кислотний
- Б. Основний
- В. Каталіз пероксид-іонами
- Г. Автокатализ
- Д. Каталіз простими йонами
- Е. Гомогенний
- Ж. Гетерогенний

1.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{NO}_2} 2\text{SO}_3$
2.  $\text{SH} + \mathbf{B} \rightarrow \text{BH}^+ + \text{S}^- \rightarrow \text{B} + \text{H}^+ + \text{S}^- \rightarrow \text{B} + \text{P}_1 + \text{P}_2$ .
3.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{2+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
4.  $\text{S} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{SH}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{P} + \text{H}_3\text{O}^+$
5.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MoO}_4^{2-}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6.  $2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2\uparrow$
7.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
8.  $\text{S} + \mathbf{HA} \rightarrow \text{SH}^+ + \text{A}^- \rightarrow \text{P}_1 + \text{P}_2 + \text{A}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{P}_1 + \text{P}_2 + \text{HA}$ .
9.  $\text{E} + \text{S} \rightleftharpoons \text{ES} \rightleftharpoons \text{E} + \text{P}$

**Тестове завдання 80** Встановити відповідність між:

Типом каталітичного процесу і схемою рівняння, що його відображає, та написати стадії каталітичного процесу простими йонами:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

- А. Кислотний
- Б. Основний
- В. Каталіз пероксид-іонами
- Г. Автокатализ
- Д. Каталіз простими йонами
- Е. Гомогенний
- Ж. Гетерогенний

1.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{NO}_2} 2\text{SO}_3$
2.  $\text{SH} + \mathbf{B} \rightarrow \text{BH}^+ + \text{S}^- \rightarrow \text{B} + \text{H}^+ + \text{S}^- \rightarrow \text{B} + \text{P}_1 + \text{P}_2$ .
3.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{2+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
4.  $\text{S} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{SH}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{P} + \text{H}_3\text{O}^+$
5.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MoO}_4^{2-}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6.  $2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2\uparrow$
7.  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
8.  $\text{S} + \mathbf{HA} \rightarrow \text{SH}^+ + \text{A}^- \rightarrow \text{P}_1 + \text{P}_2 + \text{A}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{P}_1 + \text{P}_2 + \text{HA}$ .
9.  $\text{E} + \text{S} \rightleftharpoons \text{ES} \rightleftharpoons \text{E} + \text{P}$

**Тестове завдання 81** Встановити відповідність між:

Природою речовини і активного центру каталізатора та схематично пояснити механізм дії кислотних центрів:

А	Б	В	Г

- А. Дисперсні метали
- Б. Силікатні мінерали
- В. Оксиди металів
- Г. Мінеральні кислоти

1. Кислотний центр Льюїса
2. Вільні *d*-атомних орбіталей
3. Кислотний центр Бренстеда
4. Аніонні вакансії
5. Основний центр
6. Катіонні вакансії

**Тестове завдання 82** Встановити відповідність між:

Певним поняттям в галузі ферментативного каталізу та відповідним математичним рівнянням для його обрахунку:

А	Б	В	Г	Д

- А. Константа Міхаеліса та її числове значення  
 Б. Рівняння Міхаеліса-Ментен  
 В. Швидкість ферментативного процесу  
 Г. Константа рівноваги розкладу ферментативного процесу  
 Д. Швидкість ферментативного процесу при повному зв'язуванні фермента

1. $v_{\max} = k_2 \cdot C(E_0)$	2. $v = k_2 \cdot \frac{C(E_0) \cdot C(S)}{K_S + C(S)}$	3. $v = \frac{v_{\max}}{K_M} \cdot C(S)$	4. $K_S = \frac{C(E) \cdot C(S)}{C(ES)}$
5. $v = \frac{v_{\max}}{2}$	6. $K_M = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$	7. $v = k_2 \cdot C(ES)$	8. $\frac{1}{v} = \frac{1}{v_{\max}} + \frac{K_M}{v_{\max}} \cdot C(S)$

**Тестове завдання 83** Встановити відповідність між:

Величиною константи Міхаеліса та математичною формулою для визначення швидкості ферментативного процесу:

А	Б	В

- А.  $K_M = C(S)$ ;                      1.  $v = \frac{v_{\max}}{2}$   
 Б.  $K_M \ll C(S)$ ;                    2.  $v = \frac{v_{\max}}{K_M} \cdot C(S)$   
 В.  $K_M \gg C(S)$                     3.  $v_{\max} = k_2 \cdot C(E_0)$

**Тестове завдання 84:** Визначити та навести розрахунки:

Відомо, що хімічна реакція  $2NO + Br_2 \rightarrow 2NOBr$  відбувається за умов, коли

Концентрації реагентів, моль/л			Константа швидкості прямої реакції
$C_0(NO)$	$C_0(Br_2)$	$\Delta C_t(Br_2)$ ,	$k_1$
0,6	0,4	0,2	0,8

ТОДІ швидкості цієї хімічної реакції  $v_0$  та  $v_t$  становлять:

1	2	3	4	5
0,115	0,0256	0,192	0,0064	0,008

$v_0$	$v_t$

**Тестове завдання 85:** Визначити та навести розрахунки:

Відомо, що хімічна реакція  $2NO + Cl_2 \rightarrow 2NOCl$  відбувається за умов, коли

Концентрації реагентів, моль/л			Константа швидкості прямої реакції
$C_0(NO)$	$C_0(Cl_2)$	$\Delta C_t(NO)$ ,	$k_1$
1,2	0,8	0,3	0,7

ТОДІ швидкості цієї хімічної реакції  $v_0$  та  $v_t$  становлять:

1	2	3	4	5
0,315	0,21	0,8	0,126	0,672

$v_0$	$v_t$

**Тестове завдання 86:** *Визначити та навести розрахунки:*

Відомо, що хімічна реакція  $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$  відбувається за умов, коли

Концентрації реагентів, моль/л			Константа швидкості прямої реакції	$T, ^\circ\text{C}$
$C_0(\text{H}_2)$	$C_0(\text{J}_2)$	$\Delta C_t(\text{HJ}),$	$k_1, \text{ моль/л}^{-1} \text{ хв}^{-1}$	500
0,06	0,07	0,04	0,14	

ТОДІ швидкості цієї хімічної реакції  $v_0$  та  $v_t$  становлять:

	$v_0$	$v_t$		
1	2	3	4	5
$58,8 \cdot 10^{-5}$	$42 \cdot 10^{-4}$	$60 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$2,47 \cdot 10^{-6}$

**Тестове завдання 87:** *Визначити та навести розрахунки:*

Відомо, що хімічна реакція  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  відбувається за умов, коли

Концентрації реагентів, моль/л			Константа швидкості прямої реакції
$C_0(\text{NO})$	$C_0(\text{O}_2)$	$\Delta C_t(\text{NO}),$	$k_1$
0,7	0,7	0,3	0,9

ТОДІ швидкості цієї хімічної реакції  $v_0$  та  $v_t$  становлять:

	$v_0$	$v_t$		
1	2	3	4	5
0,144	0,0036	0,31	0,036	0,44

**Тестове завдання 88:** *Визначити та навести розрахунки:*

Для реакції  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ , яка відбувається в газовій фазі і характеризується порядками по речовинам:

для  $\text{NO} - 2$     для  $\text{O}_2 - 1$

при збільшенні загального тиску у 3 рази швидкість зміниться у  $n$  разів:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8
у 64 рази	у 3 рази	у 27 разів	у 9 разів	у 64 рази	у 3 рази	у 27 разів	у 9 разів
Збільшиться				Зменшиться			

**Тестове завдання 89:** *Визначити та навести розрахунки:*

Для реакції  $\text{A} + 2\text{B} + 3\text{D} \rightleftharpoons 2\text{M} + \text{P}$ , яка відбувається в газовій фазі і характеризується порядками по речовинам:

для  $\text{A} - 1$     для  $\text{B} - 0$     для  $\text{D} - 2$

при збільшенні загального тиску у 4 рази швидкість зміниться у  $n$  разів:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8
у 64 рази	у 32 рази	у 16 разів	у 4 рази	у 64 рази	у 32 рази	у 16 разів	у 4 рази
Збільшиться				Зменшиться			

**Тестове завдання 90:** *Визначити та навести розрахунки:*

Для реакції  $2A + B + 3D \rightleftharpoons M + 2P$ , яка відбувається в газовій фазі і характеризується порядками по речовинам: 

для А – 1	для В – 0	для Д – 0
-----------	-----------	-----------

 при збільшенні загального тиску у 2 рази швидкість зміниться у  $n$  разів:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8
у 64 рази	у 2 рази	у 8 разів	у 4 рази	у 64 рази	у 2 рази	у 8 разів	у 4 рази
Збільшиться				Зменшиться			

**Тестове завдання 91:** *Визначити та навести розрахунки:*

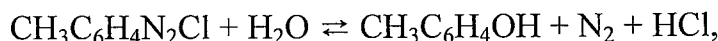
При збільшенні загального тиску у 5 разів для реакції  $2C + O_2 \rightleftharpoons 2CO$ , яка характеризується власним порядком по речовині  $O_2$  – один, швидкість зміниться у  $n$  разів:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7
у 5 разів	у 25 разів	у 125 разів	у 64 рази	у 3 рази	у 27 разів	Не зміниться
Збільшиться			Зменшиться			

**Тестове завдання 92:** *Визначити та навести розв'язок задачі:*

В реакції гідролізу діазонійхлориду за рівнянням



яка за певної температури характеризується константою швидкості  $k = 0,013 \text{ год}^{-1}$ , розкладеться 20 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
7,46	17,17	53,77	96,15	123,8

**Тестове завдання 93:** *Визначити та навести розв'язок задачі:*

В реакції інверсії цукру, яка при  $25^\circ C$  характеризується константою швидкості  $k = 9,67 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$ , розкладеться 28 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
131,6	57	34	369	14,8

**Тестове завдання 94:** *Визначити та навести розрахунки*

В реакції інверсії цукру, яка характеризується константою швидкості  $k = 73,4 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$  (при  $40^\circ C$ ), розкладеться 60 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
43,9	12,5	7,0	5,4	3,0

**Тестове завдання 95:** *Визначити та навести роз'язок задачі:*

В реакції гідролізу натрій перборату,  $\text{NaBO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaH}_2\text{BO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ , яка характеризується першим порядком і константою швидкості  $k = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$  (при  $30^\circ\text{C}$ ), розкладеться 90 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
17,4	7,6	0,8	0,33	8,4

**Тестове завдання 96:** *Визначити та навести роз'язок задачі:*

В реакції гідролізу натрій перборату  $\text{NaBO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaH}_2\text{BO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ , яка характеризується першим порядком і константою швидкості  $k = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$  ( $35^\circ\text{C}$ ), розкладеться 10 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
8,1	9,4	0,2	4,5	0,4

**Тестове завдання 97:** *Визначити та навести роз'язок задачі:*

В реакції розкладу  $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ , яка характеризується першим порядком і константою швидкості  $k = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$  ( $35^\circ\text{C}$ ), розкладеться 20 % речовини за  $n$  годин, де  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
0,85	3,68	3056,8	22047,1	6,1

**Тестове завдання 98:** *Визначити та навести роз'язок задачі:*

Для реакції інверсії цукру відомо, що

При температурах, $^\circ\text{C}$	25	40
Константи швидкостей реакції	$9,67 \cdot 10^{-3}$	$73,4 \cdot 10^{-3}$

ТОДІ енергія активації реакції (кДж) становить:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
1,123	2,586	104,8	68,7	241,3

**Тестове завдання 99:** *Визначити та навести розрахунки*

Для реакції омилення етилацетату (у великому надлишку води) відомо, що

При температурах, $^\circ\text{C}$	20	40
Константи швидкостей реакції, $\text{хв}^{-1}$	0,00099	0,0043

ТОДІ енергія активації реакції (кДж) становить:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
0,5	0,2	56	24,3	18,4



**Тестове завдання 100:** *Визначити та навести роз'язок задачі:*

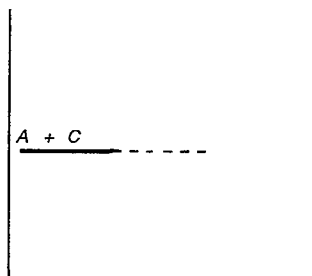
Для реакції розкладу органічної кислоти у її водному розчині відомо, що

Температура, °C	20	40
Константи швидкостей реакції, хв <sup>-1</sup>	47,5·10 <sup>-5</sup>	57,6·10 <sup>-5</sup>

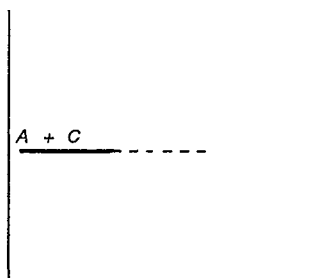
Тоді енергія активації реакції (кДж) становить:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

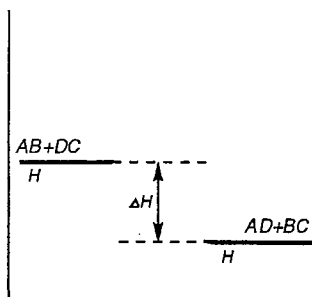
1	2	3	4	5
7,4	3,2	0,06	0,03	14,2



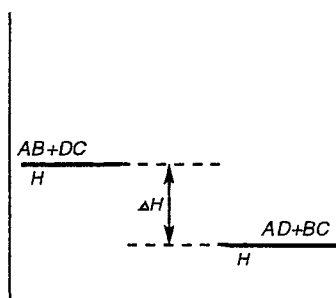
**Тестове завдання 101:** *Показати графічно (доповнивши наведений графік) зміну енергії системи, в якій відбувається екзотермічна хімічна реакція, що характеризується певною енергією активації; поставити відповідні підписи на графіку та пояснити їх фізичну суть:*



**Тестове завдання 102:** *Показати графічно (доповнивши наведений графік) зміну енергії системи, в якій відбувається ендотермічна хімічна реакція, що характеризується певною енергією активації процесу; поставити відповідні підписи на графіку та пояснити їх фізичну суть:*



**Тестове завдання 103:** *Показати графічно механізм дії каталізатора одностадійного каталітичного процесу (користуючись наведеним графіком); поставити відповідні підписи на графіку та пояснити їх фізичну суть.*



**Тестове завдання 104:** *Показати графічно (користуючись наведеним графіком) механізм дії каталізатора каталітичного процесу, який відбувається з утворенням інтермедіати; поставити відповідні підписи на графіку та пояснити їх фізичну суть.*

**Тестове завдання 105:** *Розв'язати задачу та навести розрахунки*

Для окисно-відновної реакції  $2\text{Co}^{3+} + \text{Tl}^+ \rightleftharpoons 2\text{Co}^{2+} + \text{Tl}^{3+}$  залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин характеризується даними (табл.)

Концентрація речовин, моль/л	Co <sup>3+</sup> (A)	0,10	0,30	0,40	0,30	0,30
	ПІ <sup>+</sup> (B)	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30
Швидкість реакції, $v$ , моль/(л·хв)		1	3	4	6	9

ТОДІ:

1. Перший ( $v = k C$ )
2. Другий ( $v = k C^2$ )
3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
4. Третій ( $v = k C^3$ )
5. Третій ( $v = k C^2(A) \cdot C(B)$ )
6. Нульовий ( $v = k$ )

**A. Порядок прямої реакції дорівнює:**

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

A	10
Б	100
В	1000
Г	4,6

**B. Середня величина константи швидкості прямої реакції дорівнює**

A	Б	В	Г
---	---	---	---

**D. За умови взаємодії речовин з однаковими молярними концентраціями 0,5 моль/л (об'єми також однакові)**

A	1,15
Б	250
В	2,5
Г	25

**C. Швидкість прямої реакції дорівнює:**

A	Б	В	Г
---	---	---	---

**Тестове завдання 106: Розв'язати задачу та навести розрахунки**

Для реакції, яка відбувається згідно рівняння  $2A + 3B \rightleftharpoons A_2B_3$ , залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин характеризується даними (табл.)

Концентрація речовин, моль/л	A	0,30	0,60	0,90	0,30
	B	0,30	0,30	0,60	0,60
Швидкість, $v \cdot 10^3$ , моль/(л·хв)		0,45	0,90	5,40	1,80

ТОДІ:

1. Перший ( $v = k C$ )
2. Другий ( $v = k C^2$ )
3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
4. Третій ( $v = k C^3$ )
5. Третій ( $v = k C(A) \cdot C^2(B)$ )
6. Третій ( $v = k C^2(A) \cdot C(B)$ )

**A. Порядок прямої реакції дорівнює:**

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

A	$2,37 \cdot 10^{-3}$
Б	$5,0 \cdot 10^{-3}$
В	$17,3 \cdot 10^{-3}$
Г	$16,7 \cdot 10^{-3}$
Д	$21,0 \cdot 10^{-3}$
Е	$7,3 \cdot 10^{-3}$

**B. Середня величина константи швидкості прямої реакції дорівнює**

A	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

C. За умови взаємодії речовин з однаковими молярними концентраціями 0,8 моль/л (об'єми також однакові):

A	$8,6 \cdot 10^{-3}$
Б	$10,7 \cdot 10^{-3}$
В	$8,9 \cdot 10^{-3}$
Г	$4,7 \cdot 10^{-3}$
Д	$12,1 \cdot 10^{-3}$
Е	$2,6 \cdot 10^{-3}$

Швидкість прямої реакції дорівнює:

A	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

**Тестове завдання 107:** Розв'язати задачу та навести розрахунки

Для реакції йодування ацетону  $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{J}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{J} + \text{HJ}$ , залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин характеризується даними (табл.)

Концентрація речовин, моль/л	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$ (A)	1,60	1,60	0,80	0,80
	$\text{J}_2$ (B)	0,002	0,001	0,001	0,0005
Швидкість, $v \cdot 10^6$		34,0	16,4	8,7	4,3

ТОДІ:

- Перший ( $v = k C$ )
- Другий ( $v = k C^2$ )
- Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
- Третій ( $v = k C^3$ )
- Третій ( $v = k C^2(A) \cdot C(B)$ )
- Третій ( $v = k C(A) \cdot C^2(B)$ )

A. порядок прямої реакції дорівнює:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

A	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Б	$1,1 \cdot 10^{-2}$
В	11,2
Г	$3,6 \cdot 10^{-2}$
Д	5,2

B. середня величина константи швидкості прямої реакції дорівнює

A	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

D. За умови взаємодії речовин з однаковими молярними концентраціями 0.5 моль/л (об'єми також однакові)

A	$2,8 \cdot 10^{-2}$
Б	6.5
В	1,3
Г	$2,5 \cdot 10^{-6}$
Д	$2,75 \cdot 10^{-3}$

швидкість прямої реакції дорівнює:

A	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 108:** Розв'язати задачу та навести розрахунки

Для реакції  $\text{HgCl}_2 + \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин характеризується даними (табл.)

Концентрація речовин, моль/л	$\text{HgCl}_2$ (A)	0,020	0,048	0,020	0,075
	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (B)	0,020	0,020	0,033	0,033
Швидкість, $v \cdot 10^{-2}$ , моль/(л·с)		0,624	1,5	1,7	6,37

ТОДІ:

1. Перший ( $v = k C$ )
2. Другий ( $v = k C^2$ )
3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
4. Третій ( $v = k C^3$ )
5. Третій ( $v = k C^2(A) \cdot C(B)$ )
6. Третій ( $v = k C(A) \cdot C^2(B)$ )

А	56,6
Б	$3,2 \cdot 10^5$
В	$8,81 \cdot 10^6$
Г	$7,8 \cdot 10^6$

**А. Порядок прямої реакції дорівнює:**

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

**В. Середня величина константи швидкості прямої реакції дорівнює**

А	Б	В	Г
---	---	---	---

**С. За умови взаємодії речовин з однаковими молярними концентраціями 0,09 моль/л (об'єми також однакові)**

А	$2,6 \cdot 10^3$
Б	$5,7 \cdot 10^3$
В	$4,1 \cdot 10^{-2}$
Г	$6,4 \cdot 10^3$

**С. Швидкість прямої реакції дорівнює:**

А	Б	В	Г
---	---	---	---

**Тестове завдання 109:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Для реакції лужного омилення етилацетатного естеру отримали такі кінетичні результати:

Тривалість реакції, хв	0	3	5	7	10	15	25
Концентрація $C(\text{NaOH})$ , ммоль/л $C_0(\text{NaOH}) = C_0(\text{естеру})$	10	7,4	6,34	5,50	4,64	3,63	2,54
Температура, $^{\circ}\text{C}$	25						

ТОДІ:

- А.  $1,164 \cdot 10^{-2}$
- Б. 2,33
- В.  $5,825 \cdot 10^{-2}$
- Г. 1,95
- Д.  $1,747 \cdot 10^{-2}$

**А. Середнє значення константи швидкості реакції дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

1. Перший ( $v = k C$ )
2. Другий ( $v = k C^2$ )
3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
4. Третій ( $v = k C^3$ )
5. Третій ( $v = k C^2(A) \cdot C(B)$ )
6. Нульовий ( $v = k$ )

**В. Порядок прямої реакції дорівнює:**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

**С. Початкова швидкість прямої реакції моль/(л · с) дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
0,0325	0,029	0,194	0,97	0,388

**Тестове завдання 110:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Для реакції інверсії цукрози отримали такі кінетичні результати:

Тривалість реакції, хв	0	30	90	130	180
Концентрація $C(C_{12}H_{22}O_{11})$ , моль/л [А]	0,500	0,451	0,363	0,315	0,267
Температура, $^{\circ}C$	25				

ТОДІ:

- А.  $1,5 \cdot 10^{-3}$   
 Б.  $3,5 \cdot 10^{-3}$   
 В.  $3,0 \cdot 10^{-3}$   
 Г.  $3,5 \cdot 10^{-2}$   
 Д. 1,5

1. Перший ( $v = k C(B)$ )  
 2. Перший ( $v = k C(A)$ )  
 3. Другий ( $v = k C^2$ )  
 4. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )  
 5. Третій ( $v = k C^3$ )  
 6. Нульовий ( $v = k$ )

А      Б      В      Г      Д  
 10,5   0,105   0,045   0,090   90

**А.** середня величина константи швидкості реакції дорівнює

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**В.** порядок прямої реакції дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

**С.** початкова швидкість прямої реакції моль/(л · год) дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 111:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Для процесу гомогенно-каталітичного розкладу гідроген пероксиду отримали такі кінетичні результати:

Тривалість реакції, $t \cdot 10^2$ , с	0	5	10,4	12,84	19,50	31,08	97,0
Концентрація $C(H_2O_2)$ , моль/л	0,550	0,451	0,363	0,315	0,267	0,025	0,0114
Температура, $^{\circ}C$	25						

ТОДІ:

- А.  $4,5 \cdot 10^{-2}$   
 Б.  $3,99 \cdot 10^{-2}$   
 В.  $1,7 \cdot 10^{-2}$   
 Г.  $1 \cdot 10^{-2}$   
 Д.  $1,5 \cdot 10^{-2}$

1. Перший ( $v = k C$ )  
 2. Другий ( $v = k C^2$ )  
 3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )  
 4. Третій ( $v = k C^3$ )  
 5. Нульовий ( $v = k$ )

**А.** середня величина константи швидкості реакції дорівнює

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**В.** порядок прямої реакції дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
$2,1 \cdot 10^{-3}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2,19 \cdot 10^{-2}$

С. початкова швидкість  
прямої реакції моль/(л·с)  
дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 112:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Для реакції розкладу нітроген(V) оксиду за рівнянням  $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$  отримали такі кінетичні результати:

Тривалість реакції, хв	0	1	2	3	4	5
Концентрація $C(\text{N}_2\text{O}_5)$ , моль/л	1,00	0,705	0,497	0,349	0,246	0,173
Температура, °С	67					

ТОДІ:

- А. 0,65
- Б. 0,43
- В. 0,351
- Г. 0,95
- Д. 0,153

1. Перший ( $v = k C$ )
2. Другий ( $v = k C^2$ )
3. Другий ( $v = k C(A) \cdot C(B)$ )
4. Третій ( $v = k C^3$ )
5. Нульовий ( $v = k$ )

А	Б	В	Г	Д
21,06	9,18	5,21	3,08	1,11

А. Середня величина  
константи швидкості реакції  
(л/(моль хв)) дорівнює

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

В. Порядок прямої реакції  
дорівнює:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

С. Початкова швидкість  
прямої реакції (моль/(л·год))  
дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 113:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Для реакції першого порядку  $\text{N}_2\text{O} = \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$  за експериментальними результатами отримали дані зміни константи швидкості реакції ( $\text{с}^{-1}$ ) від температури (табл.):

Константа швидкості реакції	$7,9 \cdot 10^{-7}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	$3,38 \cdot 10^{-5}$	$1,35 \cdot 10^{-4}$	$2,47 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$
Температура, °К	273	288	293	298	308	313	323	338

ТОДІ:

А. Енергія активації реакції, дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
45,2	41,3	95	104	112

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**В. Температурний коефіцієнт Вант-Гоффа дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
3,5	6,0	2,0	4,0	5,6

**Тестове завдання 114:** Розв'язати задачу графічним і аналітичним методами та навести розрахунки:

Для реакції другого порядку  $2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_2$  за експериментальними результатами отримали дані зміни константи швидкості реакції ( $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \text{с}^{-1}$ ) від температури (табл.)

Константа швидкості реакції	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
температура, $^{\circ}\text{K}$	556	575	629	647	666	693	700	784

ТОДІ:

**А. Енергія активації дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
80	185	198	379	172

**В. Температурний коефіцієнт Вант-Гоффа дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
1,5	1,8	2,5	3,2	4,8

**Тестове завдання 115:** Розв'язати задачу графічним і аналітичним методами та навести розрахунки:

Для реакції третього порядку  $2\text{NO} + \text{Br}_2 = 2\text{NOBr}$  за експериментальними результатами отримали дані зміни константи швидкості реакції ( $\text{л} \cdot \text{моль}^{-2} \text{с}^{-1}$ ) від температури (табл.)

Константа швидкості реакції	$2,12 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,68 \cdot 10^{-3}$
Температура, $^{\circ}\text{K}$	265	274	288

ТОДІ:

**А. Енергія активації дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
1,70	10,9	2,80	5,56	6,65

**В. Температурний коефіцієнт Вант-Гоффа дорівнює:**

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
1,0	2,5	3,8	3,1	1,2

**Тестове завдання 116:** Розв'язати задачу графічним та аналітичним методами та навести розрахунки:

Для прямої реакції третього порядку  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{CH}_3\text{I} = [\text{C}_5\text{H}_5\text{NCH}_3]^+\text{I}^-$  за експериментальними результатами отримали дані зміни константи швидкості реакції ( $\text{см}^6 \cdot \text{моль}^{-2} \text{с}^{-1}$ ) від температури (табл.)

Константа швидкості реакції	0,713	1,50	3,50	5,89
Температура, $^{\circ}K$	293	303	313	323

ТОДІ:

**A.** Енергія активації дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
55	44	67	29	24

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**B.** Температурний коефіцієнт Вант-Гоффа дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
1,7	2,0	1,0	2,33	3,8

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 117:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Реакція  $2HI = I_2 + H_2$  характеризується кінетичними параметрами (табл.):

Температура, $^{\circ}C$	500
Константа швидкості прямої реакції, ( $cm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$ )	23,3
Константа швидкості зворотної реакції, ( $cm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$ )	$1,05 \cdot 10^3$

за якими:

**A.** Константа рівноваги реакції дорівнює:

А	Б	В	Г
$45 \cdot 10^{-2}$	$2,22 \cdot 10^{-2}$	45	2,22

А	Б	В	Г
---	---	---	---

**B.** Енергія Гіббса реакції дорівнює:

А	Б	В	Г	Д	Е
-15,9	-24,5	-10,6	15,9	24,5	10,6

А	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

**Тестове завдання 118:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Реакція  $2HI = I_2 + H_2$  характеризується кінетичними параметрами (табл.):

Температура, $^{\circ}C$	700
Константа швидкості прямої реакції, ( $cm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$ )	$9,05 \cdot 10^3$
Константа швидкості зворотної реакції, ( $cm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$ )	$2,08 \cdot 10^5$

за якими:

**A.** константа рівноваги реакції дорівнює:

А	Б	В	Г
$4,35 \cdot 10^{-2}$	4,35	$2,3 \cdot 10^{-2}$	23,0

А	Б	В	Г
---	---	---	---

**B.** енергія Гіббса реакції дорівнює:

ЕА	Б	В	Г	Д	Е
-11	11	18,24	25,35	-25,35	-18,24

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---



**Тестове завдання 119:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Реакція  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  при певній температурі характеризується кінетичними параметрами (табл.)

Температура, $^{\circ}\text{C}$	5
Константа швидкості прямої реакції, $(\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1})$	0,9
Константа швидкості зворотної реакції, $(\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1})$	0,8

за якими:

**A.** константа рівноваги реакції дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
2,15	0,89	1,125	0,2

**B.** енергія Гіббса реакції дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
-118	272	-272	118	4,9

**Тестове завдання 120:** Розв'язати задачу та навести розрахунки:

Реакція  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  характеризується кінетичними параметрами (табл.)

Температура, $^{\circ}\text{C}$	600
Константа швидкості прямої реакції, $(\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1})$	82,5
Константа швидкості зворотної реакції, $(\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}\text{с}^{-1})$	9,95

за якими:

**A.** константа рівноваги реакції дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
-8,3	0,12	-0,12	8,3

**B.** енергія Гіббса реакції дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
15,35	-10,55	66,68	-66,68	-15,35

## VI. 3. МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

### «РОЗЧИНИ»

#### 3.1. Властивості молекулярних розчинів та розчинів електролітів

**Тестове завдання 1** *Вибрати правильні відповіді:*

Розчинами називають системи, які характеризуються –

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| 1. Гетерогенністю | 5. Багатокомпонентністю      |
| 2. Гомогенністю   | 6. Однокомпонентністю        |
| 3. Однорідністю   | 7. Змінним складом           |
| 4. Неоднорідністю | 8. Термодинамічною стійкістю |

**Тестове завдання 2** *Вибрати правильні відповіді:*

Основні ознаки пересиченого розчину – це

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Термодинамічна стабільність,
2. Термодинамічна нестабільність,
3. Кількість розчиненої речовини відповідає коефіцієнту її розчинності,
4. Кількість розчиненої речовини менше за коефіцієнт її розчинності,
5. Кількість розчиненої речовини більше за коефіцієнт її розчинності.

**Тестове завдання 3** *Вибрати правильну відповідь:*

Основні ознаки насиченого розчину –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Термодинамічна стабільність
2. Термодинамічна нестабільність
3. Кількість розчиненої речовини менше за коефіцієнт її розчинності
4. Кількість розчиненої речовини відповідає коефіцієнту її розчинності
5. Кількість розчиненої речовини більше за коефіцієнт її розчинності
6. динамічна рівновага між розчином і твердою (рідкою) фазою розчиненої речовини

**Тестове завдання 4.** *Вибрати правильну відповідь:*

Основні ознаки ідеального розчину –

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Наявність сил взаємодії між однотипними часточками
2. Наявність сил взаємодії між різними за природою часточками
3. Відсутність сил взаємодії між різними часточками
4. Відсутність сил взаємодії між одно- та різнотипними часточками

**Тестове завдання 5.** *Вибрати зайві відповіді:*

Види взаємодій у водних розчинах неелектролітів:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1  
Диполь-  
дипольна

2  
Електростатична

3  
Дисперсійна

4  
Йон-дипольна  
взаємодія

5  
Індукційна

**Тестове завдання 6.** *Вибрати зайві відповіді:*

Види взаємодій у водних розчинах електролітів

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1  
Диполь-  
дипольна

2  
Електростатична

3  
Дисперсійна

4  
Йон-дипольна  
взаємодія

5  
Індукційна

**Тестове завдання 7** *Вибрати правильні відповіді:*

Основні положення теорії розчинів Аарреніуса

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Речовини у водних розчинах розпадаються з утворенням йонів
2. Йони в розчинах електролітів утворюються під дією молекул розчинника
3. Дисоціація речовини на йони є кінетично оборотним процесом
4. Сили електростатичної взаємодії в розчині відсутні
5. Сили електростатичної взаємодії в розчині впливають на їх властивості
6. В розчинах електролітів йони перебувають у гідратованому стані

**Тестове завдання 8** *Вибрати правильні відповіді:*

Основні положення сучасної теорії розчинів –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Речовини у водних розчинах розпадаються з утворенням йонів
2. Дисоціація електролітів на йони відбувається під дією молекул розчинника
3. Дисоціація речовини на йони є кінетично оборотним процесом
4. Сили електростатичної взаємодії в розчині відсутні
5. Сили електростатичної взаємодії в розчині впливають на їх властивості
6. В розчинах електролітів йони перебувають у гідратованому стані

**Тестове завдання 9** *Вибрати правильну відповідь:*

Гідратною оболонкою називається структура з молекул води, яка характеризується –

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. Молекули води знаходяться під впливом електростатичного поля йонів розчиненої речовини
2. Енергетичний стан молекул розчинника в гідратній оболонці однаковий
3. Найбільшою щільністю і впорядкованістю у первинному шарі молекул води
4. Найбільшою щільністю і впорядкованістю у вторинному шарі молекул води
5. Найбільшою рухливістю у первинному шарі молекул води
6. Найбільшою рухливістю у вторинному шарі молекул води
7. Молекули води знаходяться під впливом електростатичного поля молекул розчиненої речовини

**Тестове завдання 10** Вибрати правильні відповіді:

Фізична суть поняття «концентрація розчину» –

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Відносний вміст компонента в багатокомпонентній системі
2. Кількість компонента, віднесена до кількості всіх компонентів системи
3. Відсоток компонента в системі
4. Кількість компонента, віднесена до одиниці маси (об'єму) розчинника або системи

**Тестове завдання 11** Вивести формулу та встановити відповідність між

Формулою, що пов'язує між собою певні види концентрацій, та пропущеним в ній символом

1	2	3	4

1	$\rho(X) = C(X) \cdot ?$
2	$\rho(X) = b(X) \cdot ?$
3	$C(X) = \frac{b(X) \cdot m(p-ка)}{?}$
4	$C(1/zX) = ? \cdot C(X)$

А	$m_{(p-ка)}$
Б	$z$
В	$V_{(p-ну)}$
Г	$M(X)$

**Тестове завдання 12** Встановити відповідність між

Формулою, що пов'язує між собою певні види концентрацій, та пропущеним в ній символом

1	2	3	4

1	$\rho(X) = \omega(X) \cdot ?$
2	$C(X) = \frac{\rho(X)}{?}$
3	$C(X) = \frac{\omega(X) \cdot ?}{M(X)}$
4	$C(1/zX) = ? \cdot \frac{\rho(X)}{M(X)}$

А	$\rho_{(p-ну)}$
Б	$z$
В	$V_{(p-ну)}$
Г	$M(X)$

**Тестове завдання 13** Вибрати правильну відповідь:

Мольна частка дорівнює об'ємній частці для систем –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Реальні гази
2. Ідеальні гази
3. Ідеальні рідкі системи
4. Реальні рідкі системи
5. Розчини електролітів
6. Молекулярні розчини

**Тестове завдання 14** Вибрати правильну відповідь:

Тиск насиченої пари над рідкою системою залежить від –

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. Атмосферного тиску
2. Парціального тиску компонентів системи
3. Загального тиску пари над системою
4. Складу рідкої системи
5. Температури середовища
6. температури кипіння речовин – компонентів рідкої системи
7. Теплоємності речовин – компонентів рідкої системи
8. Природи речовин – компонентів рідкої системи

**Тестове завдання 15** *Вибрати правильні відповіді:*

Тиском насиченої пари над рідиною називають –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Тиск пари, зумовлений дією сил міжмолекулярного притягання
2. Тиск пари, яка перебуває в стані рівноваги з рідиною або твердим тілом
3. Тиск пари, який в стані рівноваги розвиває один з компонентів рідкої суміші
4. Загальний тиск пари над рідкою системою за певних умов
5. Тиск пари над рідкою системою за умови однакових швидкостей випаровування і конденсації

**Тестове завдання 16** *Вибрати правильну відповідь:*

Температура замерзання розчинів залежить від –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Атмосферного тиску
2. Температури системи
3. Кількості часточок розчиненої речовини
4. Складу системи
5. Природи розчинника
6. Природи речовин, що утворюють розчин

**Тестове завдання 17** *Встановити відповідність між*

Математичною формулою законів Рауля та типом рідких систем

1	2	3	4	5

1	$\frac{P_s^o - P_s}{P_s^o} = \gamma_i \chi_i$
2	$\frac{P_s^o - P_s}{P_s^o} = \frac{in_{(X)}}{in_{(X)} + n_S}$
3	$\frac{\Delta P}{P_s^o} = \frac{P_s^o - P_s}{P_s^o} = \chi_{(X)}$
4	$P_s = P_s^o \cdot \gamma'_s \cdot \chi_s$
5	$P_i = P_i^o \cdot \chi_i$

А	І закон Рауля
Б	Ідеальні молекулярні розчини
В	Реальні молекулярні розчини
Г	Ідеальні розчини електролітів
Д	ІІ закон Рауля

**Тестове завдання 18** Встановити відповідність між

Математичним виразом наслідків законів Рауля та типом рідких систем

1	2	3	4	5	6

1	$\Delta T = K_{\text{еб}} \cdot b(X)$
2	$\Delta T = g \cdot \Delta T_{\text{ід}}$
3	$\Delta T = T^{\circ} - T$
4	$\Delta T = i K_{\text{кр}} b(X)$
5	$\Delta T = K_{\text{кр}} \cdot b(X)$
6	$\Delta T = T - T^{\circ}$

А	Підвищення температури кипіння
Б	Підвищення температури кипіння реальних молекулярних розчинів
В	Підвищення температури кипіння розчинів електролітів
Г	Зниження температури замерзання ідеальних молекулярних розчинів
Д	Зниження температури замерзання розчинів електролітів
Е	Зниження температури замерзання реальних молекулярних розчинів
Ж	Підвищення температури кипіння ідеальних молекулярних розчинів
З	Зниження температури замерзання

**Тестове завдання 19** Вибрати правильну відповідь:

Фізичний зміст криоскопічної сталої –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Молярне зниження температури замерзання ідеального розчину
2. Моляльне зниження температури замерзання іеального розчину
3. Зниження температури замерзання розчину, в якому міститься 1 моль речовини на 1 кг розчину
4. Зниження температури замерзання розчину, в якому міститься 1 г речовини на 1 кг розчинника
5. Зниження температури замерзання розчину, в якому міститься 1 моль речовини на 1 кг розчинника

**Тестове завдання 20** Вибрати правильну відповідь:

Фізичний зміст ебуліоскопічної сталої –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. підвищення температури кипіння розчину, в якому міститься 1 моль речовини на 1 кг розчину
2. підвищення температури кипіння розчину, в якому міститься 1 г речовини на 1 кг розчинника
3. підвищення температури кипіння розчину, в якому міститься 1 моль речовини на 1 кг розчинника
4. Молярне підвищення температури кипіння ідеального розчину
5. Моляльне підвищення температури кипіння іеального розчину

**Тестове завдання 21** *Вибрати правильну відповідь:*

Крію- та ебуліоскопічні константи залежать від –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Природи розчиненої речовини
2. Концентрації розчиненої речовини
3. Природи розчинника
4. Температури
5. Складу рідкої системи

**Тестове завдання 22** *Розмістити в логічній послідовності твердження:*

Які пояснюють процес закипання рідини при певній температурі –

3	5	2	6	7	4	1
---	---	---	---	---	---	---

1. Рідина кипить при сталій температурі
2. Нагрівання рідини зумовлює збільшення швидкості випаровування
3. Нагрівання викликає зменшення дії сил міжмолекулярного притягання в рідині
4. Пара починає утворюватись в об'ємі рідкої фази
5. Нагрівання полегшує процес відриву молекул рідини з поверхні розподілу фаз
6. Над поверхнею рідини утворюється насичена пара
7. Тиск насиченої пари над рідиною зростає і досягає атмосферного тиску

**Тестове завдання 23** *Вибрати правильну відповідь:*

Температура кипіння розчинів у порівнянні з розчинником –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Збільшується
2. Зменшується
3. Не змінюється
4. Залежить від кількості часточок розчиненої речовини
5. Залежить від концентрації розчину
6. Визначається складом системи

**Тестове завдання 24** *Вибрати правильні відповіді:*

Температура замерзання розчинів у порівнянні з розчинником –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Залежить від кількості часточок розчиненої речовини
2. Залежить від концентрації розчину
3. Визначається складом системи
4. Збільшується
5. Зменшується
6. Не змінюється

**Тестове завдання 25** *Вибрати правильні відповіді:*

Речовинами, розбавлені розчини яких з однаковим вмістом розчиненої речовини і розчинника будуть кипіти при однаковій температурі, є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Глюкоза
2. Кальцій хлорид
3. Магній сульфат
4. Натрій хлорид
5. Манноза
6. Ацетатна кислота

**Тестове завдання 26** *Вибрати правильні відповіді:*

Речовинами, розбавлені розчини яких з однаковим вмістом розчиненої речовини і розчинника будуть замерзати при однаковій температурі, є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Магній хлорид
2. Цукроза
3. Купрум(II) сульфат
4. Літій хлорид
5. Лактоза
6. Лимонна кислота

**Тестове завдання 27** *Вибрати найбільш правильні відповіді:*

Явищем осмосу називають:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Дифузію часточок розчиненої речовини через мембрану за градієнтом концентрацій
2. Перехід молекул розчиненої речовини через мембрану проти градієнту концентрації
3. Довільний перехід молекул розчинника за градієнтом концентрацій
4. Довільний перехід молекул розчинника через мембрану за градієнтом концентрацій розчинника
5. Довільний перехід молекул розчинника через мембрану проти градієнту концентрацій розчиненої речовини
6. Довільний перехід молекул розчинника через перегородку за градієнтом концентрацій розчинника

**Тестове завдання 28** *Вибрати правильні відповіді:*

Осмотичним тиском називають –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Тиск, який створює розчинник в результаті осмосу
2. Тиск, який потрібно прикласти зовні, щоб припинити осмос
3. Тиск, який розвивають молекули розчиненої речовини в результаті осмосу
4. Силу, що діє на одиницю поверхні мембрани в стані рівноваги
5. Силу, що діє на одиницю поверхні мембрани в результаті осмосу

**Тестове завдання 29** *Встановити відповідність між:*

Математичним виразом закону Вант-Гоффа та типом системи:

1	2	3	4	5
Г	В	А	Б	Д

1	$\Pi = nCRT$
2	$\Pi = iCRT$
3	$\Pi = CRT$
4	$g = \frac{\Pi_{експ}}{CRT}$
5	$g = \frac{\Pi_{експ}}{nCRT}$

А	Ідеальні молекулярні розчини
Б	Реальні молекулярні розчини
В	Ідеальні розчини слабких електролітів
Г	Ідеальні розчини сильних електролітів
Д	Реальні розчини сильних електролітів



**Тестове завдання 30** Вибрати правильну відповідь:

Ізотоонічними розчинами, які містять однакову кількість розчиненої речовини, будуть наступні системи:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Глюкоза – маноза
2. Натрій йодид – калій йодид
3. Кальцій хлорид – глюкоза
4. Магній сульфат – натрій сульфат
5. Натрій хлорид – цукроза

**Тестове завдання 31** Вибрати правильну відповідь:

З клітинами еритроцитів, поміченими у 9% розчин натрій хлориду, буде відбуватись явище:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1 Плазмолізу	2 Гемолізу	3 Тургору	4 Набухання	5 Змін не відбувається
-----------------	---------------	--------------	----------------	---------------------------

**Тестове завдання 32** Встановити відповідність між:

Математичними формулами та відповідним їм типом функціональної залежності (для законів Дальтона, Рауля і Коновалова):

1	2	3	4	5	6
А	Д	Б	В	Г	В

1	$P_{\text{çàä}} = P_A^o \cdot \chi_{A,p} \cdot \gamma'_{A,p} + P_B^o \cdot \chi_{B,p} \cdot \gamma'_{B,p}$
2	$P_{\text{çàä}} = P_{(A)} + P_{(B)} = P_A^o \chi_{A,\delta} + P_B^o \chi_{B,\delta}$
3	$n_{(A)n} = \frac{P_A}{P_A + P_B}$
4	$P_{\text{çàä}} = P_A^o + (P_B^o - P_A^o) \chi_{B,p}$
5	$\chi_{\text{і,пара}} = \frac{P_i^o}{P_{\text{заг}}} \cdot \chi_{\text{і,р}}$
6	$P_{\text{заг}} = P_A^o \chi_{A,p} + P_B^o (1 - \chi_{A,p})$

А	Загального тиску пари від складу реального розчину
Б	Кількості речовини в парі та її парціального тиску
В	Загального тиску пари від мольної частки компоненту в розчині
Г	Мольної частки компоненту в парі від мольної частки його в розчині
Д	Загального тиску пари від складу ідеального розчину

**Тестове завдання 33** Вибрати правильні відповіді:

Термодинамічні умови утворення систем з позитивними відхиленнями –

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

1. $\Delta H > 0$	4. $\Delta S > 0$	7. $\Delta G > 0$	10. $\Delta V > 0$
2. $\Delta H = 0$	5. $\Delta S = 0$	8. $\Delta G = 0$	11. $\Delta V = 0$
3. $\Delta H < 0$	6. $\Delta S < 0$	9. $\Delta G < 0$	12. $\Delta V < 0$

**Тестове завдання 34** *Вибрати правильні відповіді:*

Термодинамічні умови утворення систем з позитивними відхиленнями –

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

1.	$\Delta H > 0$
2.	$\Delta H = 0$
3.	$\Delta H < 0$

4.	$\Delta S > 0$
5.	$\Delta S = 0$
6.	$\Delta S < 0$

7.	$\Delta G > 0$
8.	$\Delta G = 0$
9.	$\Delta G < 0$

10.	$\Delta V > 0$
11.	$\Delta V = 0$
12.	$\Delta V < 0$

**Тестове завдання 35** *Вибрати правильні відповіді:*

Формулювання I-го закону Коновалова:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. Пара збагачена більш летким компонентом
2. Пара збагачена менш летким компонентом
3. Пара збагачена компонентом, який підвищує загальний тиск
4. Пара збагачена компонентом, який зменшує загальний тиск
5. Пара збагачена компонентом, який знижує температуру кипіння
6. Пара збагачена компонентом, який підвищує температуру кипіння
7. Склад насиченої пари відрізняється від складу рідини
8. Насичена пара і рівноважна з ним рідина мають однаковий склад

**Тестове завдання 36** *Вибрати правильні відповіді:*

Формулювання II-го закону Коновалова –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Максимум на кривій залежності тиску насиченої пари від складу системи відповідає максимальній температурі кипіння
2. Максимум на кривій залежності тиску насиченої пари від складу системи відповідає мінімальному температурі кипіння
3. Максимум на кривій залежності температури кипіння від складу системи відповідає мінімальному тиску насиченої пари
4. Максимум на кривій залежності температури кипіння від складу системи відповідає максимальному тиску насиченої пари
5. В точках екстремуму на функціональних кривих склад рідини і пари є однаковим
6. В точках екстремуму на функціональних кривих склад рідини відрізняється від складу пари.

**Тестове завдання 37** *Вибрати правильні відповіді:*

Азеотропними називають рідкі суміші

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Рідкі системи, які в результаті тривалого кипіння не змінюють свого складу
2. Рідкі системи, в яких в результаті тривалого кипіння накопичується висококиплячий компонент
3. Рідкі системи, в яких в результаті тривалого кипіння накопичується низькокиплячий компонент
4. Рідкі системи, які не можна розділити на чисті компоненти
5. Рідкі системи, які розділяються на чисті компоненти в результаті тривалого кипіння

**Тестове завдання 38** *Встановити відповідність між:*

типом та результатом перегонки рідких систем з необмеженою розчинністю компонентів:

1	2	3	4

1	Перегонка з водяною паром	А	Чистий висококиплячий компонент
2	Фракційна перегонка сумішей, що утворюють азеотроп	Б	Чистий низькокиплячий компонент
3	Фракційна перегонка простих сумішей	В	Чистий висококиплячий компонент + азеотроп
4	Перегонка простих сумішей	Г	Чистий низькокиплячий компонент + азеотроп
		Д	Чистий компонент, температура кипіння якого більша від температури його розкладу

**Тестове завдання 39** *Вибрати правильні відповіді:*

Системи з обмеженою розчинністю рідких компонентів характеризуються:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. Здатністю переходити від гомо- до гетерогенного стану при зміні температури
2. Здатністю переходити від гомо- до гетерогенного стану при зміні тиску
3. Переходом від гомо- до гетерогенного стану в результаті збільшення взаємної розчинності компонентів
4. Переходом від гетеро- до гомогенного стану в результаті збільшення взаємної розчинності компонентів
5. В гетерогенному стані система розшаровується на два взаємонасичені розчини
6. В гетерогенному стані система розшаровується на два чисті компоненти
7. Максимальною або мінімальною критичною температурою

**Тестове завдання 40** *Вибрати правильні відповіді:*

Вплив температури на системи з обмеженою розчинністю рідких компонентів:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. Взаємна розчинність двох рідких компонентів при нагріванні зростає за умови екзотермічності процесу
2. Взаємна розчинність двох рідких компонентів при нагріванні зростає за умови ендотермічності процесу
3. Максимальною критичною температурою для ендотермічних процесів
4. Максимальною критичною температурою для екзотермічних процесів
5. Мінімальною критичною температурою для екзотермічних процесів
6. Мінімальною критичною температурою для ендотермічних процесів

**Тестове завдання 41** *Вибрати та встановити правильну послідовність відповідей:*

Механізм розчинення сполук з полярним ковалентним хімічним зв'язком –

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Утворення йонної пари на стадії крайньої поляризації молекул
2. Утворення гідратованих молекул
3. Утворення в розчині молекул розчиняємої речовини
4. Орієнтація молекул води навколо молекул розчиняємої речовини
5. Дисоціація йонної пари з утворенням гідратованих йонів
6. Поляризація хімічного зв'язку в молекулі

### 3.2. Електролітична дисоціація, розчини сильних електролітів

**Тестове завдання 42** *Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:*

Вираз для повної активності сильного електроліту  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  як компонента водного розчину з моляльністю  $b$  –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$b \gamma_{\pm}$
2	$4b^3 \gamma_{\pm}^3$
3	$108b^5 \gamma_{\pm}^5$

4	$b^2 \gamma_{\pm}^2$
5	$27b^4 \gamma_{\pm}^4$
6	$256b^5 \gamma_{\pm}^5$

**Тестове завдання 43** *Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:*

Вираз для повної активності сильного електроліту  $\text{NaCl}$  як компонента водного розчину з моляльністю  $b$  –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$b \gamma_{\pm}$
2	$4b^3 \gamma_{\pm}^3$
3	$108b^5 \gamma_{\pm}^5$

4	$b^2 \gamma_{\pm}^2$
5	$27b^4 \gamma_{\pm}^4$
6	$256b^5 \gamma_{\pm}^5$

**Тестове завдання 44** *Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:*

Вираз для повної активності сильного електроліту  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  як компонента водного розчину з моляльністю  $b$  –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$b \gamma_{\pm}$
2	$4b^3 \gamma_{\pm}^3$
3	$108b^5 \gamma_{\pm}^5$

4	$b^2 \gamma_{\pm}^2$
5	$27b^4 \gamma_{\pm}^4$
6	$256b^5 \gamma_{\pm}^5$

**Тестове завдання 45** *Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:*

Вираз для повної активності сильного електроліту  $\text{AlCl}_3$  як компонента водного розчину з моляльністю  $b$  –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$b \gamma_{\pm}$
2	$4b^3 \gamma_{\pm}^3$
3	$108b^5 \gamma_{\pm}^5$

4	$b^2 \gamma_{\pm}^2$
5	$27b^4 \gamma_{\pm}^4$
6	$256b^5 \gamma_{\pm}^5$

**Тестове завдання 46** Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:

Йонна сила розведеного водного розчину  $AlCl_3$  з молярністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , де число  $n$  дорівнює:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	15,0
2	3,0
3	9,0

4	1,0
5	6,0
6	2,0

**Тестове завдання 47** Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:

Йонна сила розведеного водного розчину  $Na_2SO_4$  з молярністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , де число  $n$  дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	15,0
2	3,0
3	9,0

4	1,0
5	6,0
6	2,0

**Тестове завдання 48** Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:

Йонна сила розведеного водного розчину  $NaCl$  з молярністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , де число  $n$  дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	15,0
2	3,0
3	9,0

4	1,0
5	6,0
6	2,0

**Тестове завдання 49** Вибрати правильну відповідь та навести роз'язок:

Йонна сила розведеного водного розчину  $Al_2(SO_4)_3$  з молярністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , де число  $n$  дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	15,0
2	3,0
3	9,0

4	1,0
5	6,0
6	2,0

**Тестове завдання 50** Вибрати правильну відповідь:

Йонна сила розчину виражається за формулою –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$\sum b_i z_i$
2	$\sum (b_i z_i)^2$
3	$\sum b_i z_i^2$

4	$1/2 \sum b_i z_i$
5	$1/2 \sum (b_i z_i)^2$
6	$1/2 \sum b_i z_i^2$

**Тестове завдання 51** Вибрати правильну відповідь:

Формула, що пов'язує повну активність електроліту із середніми йонними молярністю та коефіцієнтом активності, якщо формульна одиниця сильного електроліту дисоціює у водному розчині на  $k$  йонів А і  $n$  йонів В, становить –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$a = a_A^k a_B^n$
2	$a = a_{\pm}^{k+n}$
3	$a = (\gamma_{\pm} m_{\pm})^{k+n}$

4	$a_{\pm} = \sqrt[k+n]{a_A^k a_B^n}$
5	$a_{\pm} = m \gamma_{\pm} \sqrt[k+n]{k^k n^n}$
6	$a_{\pm} = \gamma_{\pm} m_{\pm}$

**Тестове завдання 52** Вибрати правильну відповідь:

Формула, що пов'язує середню активність електроліту із середніми йонними молярністю та коефіцієнтом активності, за умови, утворення в результаті дисоціації сильного електроліту у водному розчині  $k$  йонів А і  $n$  йонів В, становить –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$a = a_A^k a_B^n$
2	$a = a_{\pm}^{k+n}$
3	$a = (\gamma_{\pm} m_{\pm})^{k+n}$

4	$a_{\pm} = \sqrt[k+n]{a_A^k a_B^n}$
5	$a_{\pm} = m \gamma_{\pm} \sqrt[k+n]{k^k n^n}$
6	$a_{\pm} = \gamma_{\pm} m_{\pm}$

**Тестове завдання 53** Вибрати правильну відповідь:

Середня йонна молярність розчину сильного електроліту, який дисоціює у водному розчині з утворенням  $k$  йонів А і  $n$  йонів В, виражається через молярності йонів формулою –

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1	$m_{\pm} = \frac{1}{2}(m_A + m_B)$
2	$m_{\pm} = \sqrt{m_A + m_B}$
3	$m_{\pm} = \sqrt{m_A m_B}$
4	$m_{\pm} = \frac{m_A m_B}{2}$

5	$m_{\pm} = \frac{km_A + nm_B}{(k+n)}$
6	$m_{\pm} = \sqrt[k+n]{m_A^k + m_B^n}$
7	$m_{\pm} = \sqrt[k+n]{m_A^k m_B^n}$
8	$m_{\pm} = \sqrt[k+n]{km_A + nm_B}$

**Тестове завдання 54** Вибрати правильну відповідь:

Формула, яка пов'язує середній йонний коефіцієнт активності з коефіцієнтами активності йонів, якщо деякий сильний електроліт дисоціює у водному розчині на  $k$  йонів А і  $n$  йонів В, становить:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1	$\gamma_{\pm} = \frac{\gamma_A + \gamma_B}{2}$	5	$\gamma_{\pm} = \frac{k\gamma_A + n\gamma_B}{(k+n)}$
2	$\gamma_{\pm} = \frac{\gamma_A \gamma_B}{2}$	6	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{\gamma_A^k \gamma_B^n}$
3	$\gamma_{\pm} = \sqrt{\gamma_A + \gamma_B}$	7	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{\gamma_A^k + \gamma_B^n}$
4	$\gamma_{\pm} = \sqrt{\gamma_A \gamma_B}$	8	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{k\gamma_A + n\gamma_B}$

**Тестове завдання 55** Вибрати правильну відповідь і навести роз'язок:

Середня йонна моляльність розбавленого водного розчину  $\text{CaCl}_2$  з моляльністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , і тоді число  $n$  (округлити його до десятих) дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	1,0	3	1,7
2	2,6	4	2,0
3	1,6	5	2,3

**Тестове завдання 56** Вибрати правильну відповідь і навести роз'язок:

Середня йонна моляльність розбавленого водного розчину  $\text{AlCl}_3$  з моляльністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , і тоді число  $n$  (округлити його до десятих) дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	1,0	4	1,7
2	2,6	5	2,0
3	1,6	6	2,3

**Тестове завдання 57** Вибрати правильну відповідь і навести роз'язок:

Середня йонна моляльність розбавленого водного розчину  $\text{CuSO}_4$  з моляльністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , і тоді число  $n$  (округлити його до десятих) дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	1,0	4	1,7
2	2,6	5	2,0
3	1,6	6	2,3

**Тестове завдання 58** Вибрати правильну відповідь і навести роз'язок:

Середня йонна моляльність розбавленого водного розчину  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  з моляльністю  $b$  може бути представлена виразом  $n \cdot b$ , і тоді число  $n$  (округлити його до десятих) дорівнює –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	1,0	4	1,7
2	2,6	5	2,0
3	1,6	6	2,3

**Тестове завдання 59** Вибрати правильну відповідь:

Відповідно до теорії Дебая-Хюккеля середній йонний коефіцієнт активності електроліту АВ у першому наближенні може бути представлений рівнянням

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{\gamma_A^k \gamma_B^n}$
---	----------------------------------------------------

4	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}} + bI$
---	-----------------------------------------------------------------------

2	$\gamma_{\pm} = \frac{a_{\pm}}{m_{\pm}}$
---	------------------------------------------

5	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$
---	------------------------------------------------------------------

3	$\lg \gamma_{\pm} = -A z_A z_B  \sqrt{I}$
---	-------------------------------------------

6	$\lg \gamma_{\pm} = bI$
---	-------------------------

**Тестове завдання 60** Вибрати правильну відповідь:

Відповідно до теорії Дебая-Хюккеля середній йонний коефіцієнт активності електроліту АВ з молярною концентрацією 0,5 моль/л може бути представлений рівнянням:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{\gamma_A^k \gamma_B^n}$
---	----------------------------------------------------

4	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}} + bI$
---	-----------------------------------------------------------------------

2	$\gamma_{\pm} = \frac{a_{\pm}}{m_{\pm}}$
---	------------------------------------------

5	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$
---	------------------------------------------------------------------

3	$\lg \gamma_{\pm} = -A z_A z_B  \sqrt{I}$
---	-------------------------------------------

6	$\lg \gamma_{\pm} = bI$
---	-------------------------

**Тестове завдання 61** Вибрати правильну відповідь:

Відповідно до теорії Дебая-Хюккеля середній йонний коефіцієнт активності електроліту АВ<sub>2</sub> з молярною концентрацією еквівалента 3,0 моль/л може бути представлений рівнянням

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$\gamma_{\pm} = \sqrt[k+n]{\gamma_A^k \gamma_B^n}$
---	----------------------------------------------------

4	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}} + bI$
---	-----------------------------------------------------------------------

2	$\gamma_{\pm} = \frac{a_{\pm}}{m_{\pm}}$
---	------------------------------------------

5	$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A z_A z_B  \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$
---	------------------------------------------------------------------

3	$\lg \gamma_{\pm} = -A z_A z_B  \sqrt{I}$
---	-------------------------------------------

6	$\lg \gamma_{\pm} = bI$
---	-------------------------

### 3.3. Електропровідність розчинів електролітів

**Тестове завдання 62** Вибрати правильну відповідь:

Зменшення еквівалентної провідності водного розчину ацетатної кислоти при підвищенні концентрації електроліту обумовлено головним чином

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---



1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зменшенням в'язкості розчину;
4. зниженням ступеня дисоціації;
5. збільшенням ступеня дисоціації;
6. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 63** *Вибрати правильну відповідь:*

Зменшення еквівалентної провідності водного розчину натрій хлориду при підвищенні концентрації електроліту обумовлено головним чином 2

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зменшенням в'язкості розчину;
4. збільшенням ступеня дисоціації;
5. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 64** *Вибрати правильну відповідь:*

При нескінченному розбавленні еквівалентна електропровідність водного розчину електроліту дорівнює

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. нулю;
2. електропровідності води;
3. сумі граничних рухливостей йонів;
4. різниці граничних рухливостей йонів;
5. добутку граничних рухливостей йонів.

**Тестове завдання 65** *Вибрати правильну відповідь:*

Еквівалентна електропровідність водного розчину електроліту максимальна

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. у його насиченому розчині;
2. у його пересиченому розчині;
3. при нескінченному розбавленні;
4. в його розбавленому розчині;
5. в його концентрованому розчині.

**Тестове завдання 66** *Вибрати правильну відповідь:*

Аномальна рухливість йонів гідроксонію у водних розчинах пояснюється

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зниженням ступеня дисоціації;
4. збільшенням ступеня дисоціації;
5. естафетним механізмом переносу протона;
6. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 67** *Вибрати правильну відповідь:*

Аномальна рухливість гідроксид-іонів у водних розчинах пояснюється

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зниженням ступеня дисоціації;
4. збільшенням ступеня дисоціації;
5. естафетним механізмом переносу протона;
6. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 68** *Вибрати правильну відповідь:*

Збільшення електричної провідності розчинів сильних електролітів з ростом температури може бути обумовлене

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зменшенням в'язкості розчину;
4. зниженням ступеня дисоціації;
5. збільшенням ступеня дисоціації;
6. естафетним механізмом переносу протона;
7. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 69** *Вибрати правильну відповідь:*

Збільшення електричної провідності розчинів слабких електролітів з ростом температури може бути обумовлене

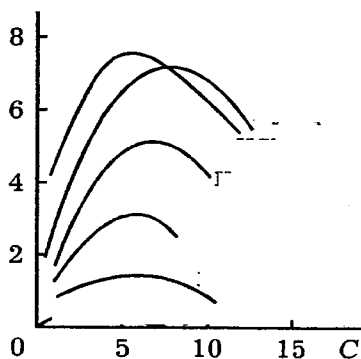
1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. електрофоретичним ефектом;
2. релаксаційним ефектом;
3. зменшенням в'язкості розчину;
4. зниженням ступеня дисоціації;
5. збільшенням ступеня дисоціації;
6. естафетним механізмом переносу протона;
7. збільшенням кінетичної енергії йонів.

**Тестове завдання 70** *Встановити відповідність між*

номером кривої та природою речовини за графіком залежності питомої електричної провідності водних розчинів  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$  від концентрації –

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---



А	Б	В	Г	Д	Е
$\text{KOH}$	$\text{NaOH}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{HCl}$	$\text{LiCl}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$

**Тестове завдання 71** *Вибрати правильну відповідь і навести розрахунки:*

При температурі 25°C і нескінченному розведенні молярна електрична провідність (в системі СІ) водного розчину натрій ацетату ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), дорівнює

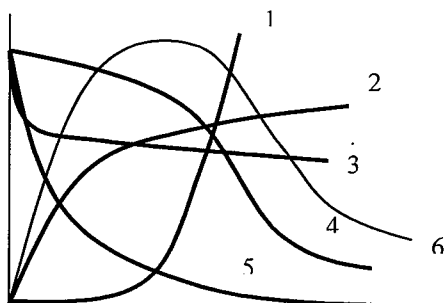
А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д
$91 \cdot 10^4$	$77,8 \cdot 10^4$	91	98	77,8

**Тестове завдання 72** *Вибрати правильну відповідь*

Номером кривої, яка відповідає залежності еквівалентної електричної провідності водних розчинів від їх концентрації, є:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

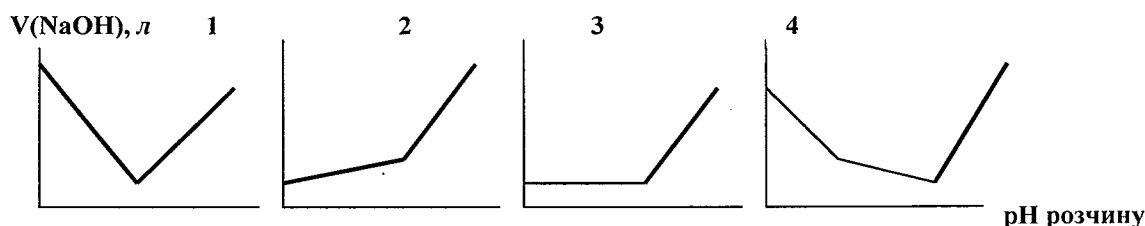


**Тестове завдання 73** *Встановити відповідність між*

Рівнянням наведених реакцій кондуктометричного титрування та номером кривої:

А	$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
Б	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

А	Б



**Тестове завдання 74** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

При температурі 25°C і нескінченному розведенні молярна електрична провідність (в системі СІ) водного розчину хлоридної кислоти дорівнює:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д
$381 \cdot 10^4$	426,15	349,8	381	$426,15 \cdot 10^4$

**Тестове завдання 75** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

При температурі 18°C і нескінченному розведенні молярна електрична провідність (в системі СІ) водного розчину натрій хлориду дорівнює:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д
66	$126,45 \cdot 10^4$	$108,8 \cdot 10^4$	108	126

**Тестове завдання 76** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

При температурі 18°C і нескінченному розведенні молярна електрична провідність (в системі СІ) водного розчину оксалатної кислоти ( $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_4$ ) дорівнює:

А.	Б.	В.	Г.	Д.
----	----	----	----	----

А	Б	В	Г	Д
$389,15 \cdot 10^4$	$423,95 \cdot 10^4$	423,95	389	315

**Тестове завдання 77** Вибрати правильну відповідь:

для розчину сильного електроліту, що дисоціює на два однозарядних йони, рівняння закону незалежного руху йонів Кольрауша має вигляд:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	$\lambda^\infty = \lambda_+^\infty + \lambda_-^\infty$
2	$\lambda = \lambda^\infty - A\sqrt{c}$
3	$\frac{\lambda}{\lambda^\infty} = \alpha$

4	$\lambda^\infty = \frac{\lambda + A\sqrt{c}}{1 - B\sqrt{c}} - Dc$
5	$\lambda = \lambda^\infty - (A + B\lambda^\infty)\sqrt{c}$
6	$\frac{\lambda}{\lambda^\infty} = f_\lambda$

**Тестове завдання 78** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Якщо тиск пари води над водним розчином неелектроліту становить  $3,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) і розчин містить 5,2 г речовини у 117,0 г води ( $P^0(\text{H}_2\text{O}) = 3,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ), то молярна маса розчиненої речовини дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
	44	60	39	49

**Тестове завдання 79** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Якщо в результаті розчинення 27 г речовини у 108,0 г води ( $100^\circ\text{C}$ ) тиск пари над водним розчином становить  $98\,775 \text{ Па}$ , то молярна маса розчиненої речовини дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
146	102	176	90	180

**Тестове завдання 80** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Оскільки розчин містить 10,5 г речовини у 200,0 г ацетону ( $P^0(\text{ацетону}) = 23\,939,4$ ) і тиск пари над цим розчином становить  $21\,854,4 \text{ Па}$ , то молярна маса розчиненої речовини дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
44	39		32	60

**Тестове завдання 81** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

Оскільки тиск пари над водним розчином ( $P^0_{\text{H}_2\text{O}} = 23\,388 \text{ Па}$ ) з мольною часткою розчиненої речовини 63 % становить  $13\,994 \text{ Па}$  ( $20^\circ\text{C}$ ), то ступінь дисоціації (%) невідомої речовини ( $n = 2$ ) в розчині дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
40	2	8	80	20

**Тестове завдання 82** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

Оскільки при розчиненні  $0,6880 \text{ г}$  цукру ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) у  $100 \text{ г}$  води розчин замерзає при температурі  $-0,0374^\circ\text{C}$ , то криоскопічна стала води дорівнює:

А	Б	В	Г
1,86	0,0186	-1,86	-0,0186

**Тестове завдання 83** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

В результаті розчинення  $1,5876 \text{ г}$  лимонної кислоти ( $K_{\text{д},1} = 7,4 \cdot 10^{-4}$ ) у  $125 \text{ г}$  води зниження температури замерзання розчину ( $\rho = 1\,000 \text{ г/л}$ ) становить:

А	Б	В	Г	Д
-0,13	0,131	0,143	-0,143	0,157

**Тестове завдання 84** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

Оскільки розчин, що містить  $8,844 \text{ г}$  оксалатної кислоти ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) у  $1000 \text{ г}$  води, розвиває осмотичний тиск  $4,786 \cdot 10^5 \text{ Па}$  ( $0^\circ\text{C}$ ), то ступінь дисоціації кислоти в розчині (%) дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
33	5,8	63	6,3	58

**Тестове завдання 85** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

Осмотичний тиск розчину, приготованого розчиненням  $8,55 \text{ г}$  цукру ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) у  $100 \text{ мл}$  розчину ( $30^\circ\text{C}$ ), дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
$0,53 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$	$6,3 \cdot 10^3$	$5,3 \cdot 10^5$

**Тестове завдання 86** *Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:*

Оскільки розчин, що містить  $12,987 \text{ г}$  камфори ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ ) у  $399,6 \text{ г}$  діетилового етеру ( $\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ , кипить на  $0,453^\circ$  вище від температури кипіння чистого етеру ( $T_{\text{кип}}^0 = 30^\circ\text{C}$ ;  $K_{\text{еб}} = 1,79$ ), то температура кипіння розчину, приготованого розчиненням  $8,55 \text{ г}$  речовини у  $150 \text{ г}$  етеру, дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
29,6	29,2	0,8	30,8	30,4

**Тестове завдання 87** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Оскільки розчин, що містить 9,2 г гліцеролу у 400,0 г ацетону, кипить при температурі  $56,38^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{кип}}^0 = 56^{\circ}\text{C}$ ,  $K_{\text{еб}} = 1,48$ ), то температура кипіння розчину, приготованого розчиненням 15,5 г речовини у 450 г ацетону, дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
56	56,57	56,56	56,374	0,56

**Тестове завдання 88** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У 100 г водному розчині цукру  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , який за умови атмосферного тиску кипить при температурі  $100,13^{\circ}\text{C}$  ( $K_{\text{еб}} = 0,52$ ), маса розчиненої речовини ( $m$ , г) становить:

А	Б	В	Г
0,099	9,88	7,88	0,8

**Тестове завдання 89** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У 1л водного розчині цукру  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , який при температурі  $27^{\circ}\text{C}$  розвиває осмотичний тиск  $1,56 \cdot 10^5$  Па, вміст цукру ( $m$ , г) становить:

А	Б	В	Г	Д
2,14	21,4	237,7	23,77	2,377

**Тестове завдання 90** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У 100 г водного розчині цукру  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , який за умови атмосферного тиску замерзає при температурі  $-0,119^{\circ}\text{C}$ , вміст цукру ( $m$ , г) становить:

А	Б	В	Г	Д
21,89	2,14	7,3	78,26	73

**Тестове завдання 91** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У розчині бензену масою 8 кг, який замерзає при температурі  $3,45^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{зам}}(\text{бензену}) = 5,4^{\circ}\text{C}$ ;  $K_{\text{кр}} = 5,1$ ), вміст нафталіну  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  ( $m$ , г) становить:

А	Б	В	Г	Д
0,5	48,94	373,25	3,73	5,0

**Тестове завдання 92** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водному розчині  $\text{CaCl}_2$ , який розвиває осмотичний тиск  $5,35 \cdot 10^5$  Па ( $0^{\circ}\text{C}$ ) і має молярну концентрацію 0,1 моль/л, уявний ступінь дисоціації розчиненої речовини (%) дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
0,68	6,8	23,6	2,36	68

**Тестове завдання 93** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водному розчині  $KBr$ , який розвиває осмотичний тиск  $5,63 \cdot 10^5 Pa$  (при  $25^\circ C$ ) і має молярну концентрацію  $0,125$  моль/л, уявний ступінь дисоціації розчиненої речовини дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
0,21	20,7	0,82	82	21,7

**Тестове завдання 94** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водному розчині  $CuSO_4$ , який розвиває осмотичний тиск  $1,62 \cdot 10^5 Pa$  ( $19^\circ C$ ) і у  $0,5$  л якого міститься  $63$  г  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , уявний ступінь дисоціації речовини дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
65,5	0,655	25	24	0,24

**Тестове завдання 95** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водному розчині  $LiCl$ , який розвиває осмотичний тиск  $4,31 \cdot 10^5 Pa$  ( $0^\circ C$ ) і має молярну концентрацію  $0,1$  моль/л, уявний ступінь дисоціації дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
1,89	0,89	8,9	89

**Тестове завдання 96** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні  $1,71$  г натрій формиату ( $HCOONa$ ) до  $200$  мл розчину мурашиної кислоти ( $pK = 3,75$ ) з молярною концентрацією  $0,2$  моль/л, ступінь дисоціації (%) кислоти (А) та  $pH$  (В) буферного розчину дорівнюють:

А	Б
---	---

1	2	3	4	5
0,14	1,4	3,55	3,75	2,8

**Тестове завдання 97** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні  $42$  мл розчину калій нітриту з молярною концентрацією  $2,0$  моль/л до  $20$  мл нітритної кислоти ( $pK = 3,25$ ) з молярною концентрацією  $0,052$  моль/л, ступінь дисоціації (%) кислоти (А) та  $pH$  (В) буферного розчину дорівнюють –

А	Б
---	---

1	2	3	4	5
5,16	87,9	0,013	13	1,34

**Тестове завдання 98** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні  $50$  мл водного розчину натрій ацетату з молярною концентрацією  $0,3$  моль/л до  $30$  мл водного розчину ацетатної кислоти ( $pK = 4,75$ ) з молярною концентрацією  $0,1$  моль/л утворюється буферний розчин, де ступінь дисоціації (%) кислоти (А) і  $pH$  (В) дорівнюють:

А	Б
---	---

1	2	3	4	5
0,89	4,75	3,05	5,45	0,0036

**Тестове завдання 99** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні 0,1 г амоній хлориду  $\text{NH}_4\text{Cl}$  до 100 мл розчину амоній гідроксиду ( $pK = 4,75$ ) з молярною концентрацією 0,05 моль/л утворюється буферний розчин, в якому ступінь дисоціації (%) амоній гідроксиду  $\text{NH}_4\text{OH}$  (А) та рН (В) дорівнюють:

А	Б	В	Г	Д		
0,095	5,18	4,3	9,7	9,5		

**Тестове завдання 100** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні 3,4 г натрій формиату ( $\text{HCOONa}$ ) до 500 мл розчину мурашиної кислоти ( $pK = 3,25$ ) з молярною концентрацією 0,22 моль/л утворюється буферний розчин, в якому ступінь дисоціації кислоти (А) та рН (В) дорівнюють:

А	Б	В	Г	Д		
0,06	0,57	0,0056	4,9	2,9		

**Тестове завдання 101** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

При додаванні 0,982 г калій ацетату до 100 мл водного розчину ацетатної кислоти ( $pK = 4,75$ ) з молярною концентрацією 0,05 моль/л утворюється буферний розчин, в якому ступінь дисоціації кислоти (А) та рН (В) дорівнюють:

А	Б	В	Г	Д		
4,45	0,007	5,05	0,018	0,0056		

**Тестове завдання 102** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

У водному розчині пропанової кислоти з масовою часткою кислоти 1% ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ ) та питомою електропровідністю  $4,79 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  (298 К), величина рН (А) та константа дисоціації (В, %) дорівнюють:

А	Б	В	Г	Д		
0,647	0,009	3,548	0,9	2,91		

**Тестове завдання 103** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

Для водного розчину слабкої кислоти  $\text{HA}$  з молярною електропровідністю  $9,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$  (298 К; розведення 32 л/моль;  $\Lambda_\infty = 389 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ ), молярна концентрація йонів Гідрогену (А) та константа дисоціації кислоти (В) становлять:

А	Б	В	Г	Д		
$3 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-1}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-4}$		

**Тестове завдання 104** Вибрати правильні відповіді і навести розв'язок:

Для розчину з молярною електропровідністю  $6,125 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$  (298 К; розведення 64 л/моль;  $\Lambda_\infty = 247,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ ), величина рН розчину (А) та константа дисоціації етиламіну (В) становлять:



А	Б	В	Г	Д
2,5	3,4	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$9,75 \cdot 10^{-6}$

А	Б

**Тестове завдання 105** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Оскільки розчин КJ з молярною концентрацією 0,002 моль/л має еквівалентну електропровідність  $146,7 \text{ см}^2/(\text{Ом} \cdot \text{моль})$ , то еквівалентна електропровідність розчину КJ з молярною концентрацією 0,001 моль/л становить:

А	Б	В	Г	Д
44,0	115,9	148,4	164,1	101,0

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 106** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Для водного розчину  $\text{KNO}_3$  з молярною концентрацією 0,9 моль/л, що є ізотонічним до водного розчину цукрози з масовою часткою 50 % ( $t = 50^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 1230 \text{ кг/м}^3$ ), ізотонічний коефіцієнт дорівнює:

А	Б	В	Г	Д
1,0	2	1,5	1,8	1,2

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

**Тестове завдання 107** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

Оскільки розчин глюкози є ізотонічним до розчину кальцій хлориду з молярною концентрацією 0,5 моль/л та ізотонічним коефіцієнтом 2,308 (291 К), то молярна концентрація глюкози в розчині становить:

А	Б	В	Г
1,23	0,154	1,154	0,23

А	Б	В	Г
---	---	---	---

**Тестове завдання 108** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водних розчинах глюкози (А,  $\rho = 1017,5 \text{ г/л}$ ) та натрій хлориду (В), які є ізотонічними до крові і розвивають осмотичний тиск  $7,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$  ( $i(\text{розчину NaCl}) = 1,7$ ,  $\rho = 1005 \text{ г/л}$ ), масові частки речовин у розчинах (%) при  $30^\circ\text{C}$  відповідно становлять:

А	Б	В	Г
5,4	1,0	0,09	0,54

А	Б

**Тестове завдання 109** Вибрати правильну відповідь і навести розв'язок:

У водних розчинах глюкози (А,  $\rho = 1017,5 \text{ г/л}$ ) і магній сульфату (В), які є ізотонічними до крові і розвивають осмотичний тиск  $7,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$  ( $i(\text{розчину MgSO}_4) = 1,3$ ;  $\rho = 1028,0 \text{ г/см}^3$ ), масові частки речовин у розчинах (%) відповідно становлять:

А	Б	В	Г
0,027	2,7	5,4	0,154

А	Б

**Тестове завдання 110** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

При розчиненні 0,5 г  $\text{AlBr}_3$  у 200 г бензену розчин замерзає на  $0,025^\circ$  нижче від температури замерзання чистого бензену ( $K_{\text{кр}} = 5,07$ ,  $T_{\text{пл}}^0 = 5,45^\circ\text{C}$ ), тому молекули  $\text{AlBr}_3$  перебувають у стані:

А	Б	В	Г	Д
Мономерів	Димерів	Тримерів	Олігомерів	Полімерів

**Тестове завдання 111** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Якщо перші кристали льоду випадають з океанічної води при її охолодженні до  $-4,6^\circ\text{C}$  ( $\rho = 1,056\text{ г/см}^3$ ), то масова частка натрій хлориду у воді (прийняти, що  $\alpha_{\text{уявн}} = 60\%$ ) становить:

А	Б	В	Г
0,9	1,0	8,0	9,0

**Тестове завдання 112** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Оскільки температура початку кристалізації  $\text{KCl}$  у розчині-розплаві  $\text{KCl}-\text{BaSO}_4$  при вмісті  $\text{BaSO}_4$  8,9% дорівнює  $1024^\circ\text{K}$  ( $T_{\text{пл}}(\text{KCl}) = 1043^\circ\text{K}$ ,  $K_{\text{кр}} = 25,2$ ), то ступінь дисоціації  $\text{BaSO}_4$  становить:

А	Б	В	Г	Д
99	80	75	57	89

**Тестове завдання 113** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Оскільки температура початку кристалізації  $\text{KCl}$  у розчині-розплаві  $\text{KCl}-\text{BaSO}_4$  при вмісті  $\text{BaSO}_4$  17,9% дорівнює  $1006^\circ\text{K}$  ( $T_{\text{пл}}(\text{KCl}) = 1043^\circ\text{K}$ ,  $K_{\text{кр}} = 25,2$ ), то ступінь дисоціації  $\text{BaSO}_4$  становить:

А	Б	В	Г	Д
99	80	75	57	89

**Тестове завдання 114** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Якщо температура замерзання 1% розчину бензенової кислоти у бензені становить  $5,24^\circ\text{C}$  ( $T_{\text{зам}}^0(\text{бензену}) = 5,45^\circ\text{C}$ ,  $K_{\text{кр}}(\text{бензену}) = 5,07$ ), то молекули розчиненої речовини в розчині:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. перебувають у стані мономерів;
2. перебувають у стані димерів;
3. перебувають у стані тримерів;
4. асоційовані за рахунок міждипольної взаємодії;
5. асоційовані за рахунок утворення водневих зв'язків;
6. дисоційовані під впливом молекул розчинника;
7. не асоційовані.

**Тестове завдання 115** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Якщо температура замерзання 1% розчину бензенової кислоти у воді становить  $-0,154^{\circ}\text{C}$  ( $K_{\text{кр(води)}} = 1,86$ ), то молекули розчиненої речовини в розчині:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. перебувають у стані мономерів;
2. перебувають у стані димерів;
3. перебувають у стані тримерів;
4. асоційовані за рахунок міждипольної взаємодії;
5. асоційовані за рахунок утворення водневих зв'язків;
6. дисоційовані під впливом молекул розчинника;
7. не асоційовані.

**Тестове завдання 116** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Якщо температура кипіння розчину 4,455 г сірки у 50 г бензену (розчинник) на  $0,891^{\circ}$  вище від температури кипіння чистого бензену ( $K_{\text{еб}} = 2,60$ ), то кількість атомів, що входять до складу молекули сірки, відповідає такій формульній одиниці:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>

**Тестове завдання 117** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Сполука з елементним складом 40% (С), 6,7%(Н), 53,3%(О), за умови, що її розчин об'ємом 1 л містить 4,054 г речовини і має осмотичний тиск  $3,067 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , відповідає формулі –

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А	Б	В	Г	Д
C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O

**Тестове завдання 118** Вибрати правильні відповідь та навести розв'язок:

Оскільки водні розчини чотирьох сполук з однаковим елементним складом 6,6% (Н), 40,1% (С), 53,33% (О), приготовані розчиненням 0,5 г кожної у 500 мл води, замерзають при температурах відповідно  $-0,062$  (А),  $-0,031$  (Б),  $-0,021$  (В) та  $-0,0103$  (Г)  $^{\circ}\text{C}$ , то їх молекулярними формулами є:

А	Б	В	Г

1	2	3	4	5	6
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> O	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>5</sub>

**Тестове завдання 119** Вибрати правильну відповідь та навести розв'язок:

Якщо розчин містить 9,2 г йоду у 100 г метилового спирту і кипить при температурі  $65^{\circ}\text{C}$  ( $T^{\circ}_{\text{(спирту)}} = 64,7^{\circ}\text{C}$ ,  $K_{\text{еб}} = 0,84$ ), то кількість атомів, що входять до складу молекули йоду, відповідає формульній одиниці –

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
J <sub>2</sub>	J	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>



**a** – має діаграму стану (в координатах *P*-склад), де номер кривої відповідає:

											1	Залежності тиску насиченої пари хлороформу від складу розчину
											2	Залежності тиску насиченої пари діетилового етеру від складу розчину
											3	Залежності загального тиску насиченої пари від складу розчину
											4	Залежності загального тиску насиченої пари від складу пари

**b** – відноситься до такого типу рідких систем:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

- 1 Систем з позитивними відхиленнями
- 2 Систем з негативними відхиленнями
- 3 Ідеальних систем
- 4 Азеотропних систем
- 5 Систем, в яких відбувається асоціація молекул
- 6 Систем, в яких відбувається розрихлення розчину
- 7 Систем, для яких властива контракція розчину
- 8 Систем з обмеженою розчинністю компонентів
- 9 Систем з безмежною взаємною розчинністю компонентів

**c** – характеризується типом міжмолекулярної взаємодії (показати схематично):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 1 Диполь-дипольним
- 2 Йон-дипольним
- 3 Водневими зв'язками
- 4 Взаємодія А-А + В-В є сильнішою за А-В
- 5 Взаємодія А-А + В-В є слабкішою за А-В

**Тестове завдання 122** Вибрати правильні відповіді та навести розв'язок:

Система ацетон (А) – діетиловий етер (В) при температурі 298 °К має:

$\chi$ (CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub> )	0	0,25	0,45	0,6	0,85	1,0
$p$ (CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub> ), мм.рт.ст	0	70	105	127	160	185
$p$ (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -O-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ), мм.рт.ст	444	350	282	224	111	0

**ТОДІ задана рідка система:**

**a** – має діаграму стану (в координатах *P*-склад), де номер кривої відповідає:

											1	Залежності тиску насиченої пари хлороформу від складу розчину
											2	Залежності тиску насиченої пари діетилового етеру від складу розчину
											3	Залежності загального тиску насиченої пари від складу розчину
											4	Залежності загального тиску насиченої пари від складу пари



---

c – характеризується міжмолекулярною взаємодією (показати схематично):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 1 Диполь-дипольним
- 2 Іон-дипольним
- 3 Водневими зв'язками
- 4 Взаємодія А-А + В-В є сильнішою за А-В
- 5 Взаємодія А-А + В-В є слабкішою за А-В

**VI.4. МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 4**  
**ЕЛЕКТРОХІМІЯ**

**Тестове завдання 1.** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Рівноважним електродним потенціалом називають:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – електродний потенціал, що виникає в системі за стандартних умов;
- Б. – різницю потенціалів подвійного електричного шару, що виникає на поверхні металу в стані рівноваги;
- В. – різницю потенціалів подвійного електричного шару, що виникає на межі розподілу фаз метал – розчин в стані рівноваги;
- Г. – електродний потенціал, що виникає на поверхні металічної пластини в стані рівноваги.

**Тестове завдання 2.** *Вибрати дві найбільш правильні відповіді:*

Електродом називають систему:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – розчин електроліту в контакті з металом, на якому виникає електричний струм;
- Б. – електроліт в контакті з металом, на якому виникає подвійний електричний шар;
- В. – електроліт і метал, що контактують між собою;
- Г. – розчин електроліту і метал, на поверхні якого виникає стрибок потенціалу.

**Тестове завдання 3** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Стандартним електродним потенціалом називають такий електродний потенціал, який виникає:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. - за стандартних умов на межі розподілу фаз метал – електроліт і вимірний відносно стандартного водневого електрода;
- Б. - на електроді в стані рівноваги за умов  $T = 273 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ атм}$ ,  $C(X) = 1 \text{ моль/л}$ ;
- В. - за стандартних умов на межі розподілу фаз метал – електроліт;
- Г. - на поверхні контакту металу з розчином електроліту в стані рівноваги по відношенню до водневого електрода.

**Тестове завдання 4** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Електроліз – це процес, в якому:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. - в результаті перебігу хімічних реакцій в системі виникає електричний струм;
- Б. - відбуваються процеси окиснення на аноді та відновлення на катоді;
- В. - хімічні реакції відбуваються в різних об'ємах і виникає потік електронів;
- Г. - окисно-відновні реакції відбуваються під дією зовнішнього електричного струму.



**Тестове завдання 5** *Вибрати дві найбільш правильні відповіді*

Формулювання законів Фарадея:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – маса речовини, що виділяється на електроді під дією електричного струму пропорційна певній кількості електрики, пропущеної через електроліт;
- Б. – маса речовини, що виділяється на електроді пропорційна її електрохімічному еквіваленту;
- В. – маси різних речовин, що виділяються на електродах при проходженні однакової кількості електрики, пропорційні їх хімічним еквівалентам;
- Г. – маси різних речовин, що виділяються на електродах при проходженні певної кількості електрики, дорівнюють їх електрохімічним еквівалентам;

**Тестове завдання 6** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Електроди порівняння – це електроди, електродний потенціал яких:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – виникає на межі метал/електроліт за стандартних умов;
- Б. – характеризується сталим значенням за різних умов середовища;
- В. – має певне значення за стандартних умов;
- Г. – характеризується стійким значенням.

**Тестове завдання 7** *Вибрати дві найбільш правильні відповіді*

Дифузійний потенціал – це різниця потенціалів, яка виникає при контакті двох розчинів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – різної природи;
- Б. – з різною концентрацією;
- В. – різної природи, розділених напівпроникною перегородкою;
- Г. – з різною концентрацією, розділених напівпроникною перегородкою;
- Д. – однакової природи речовини в розчині, але різної природи розчинника.

**Тестове завдання 8** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Гальванічним елементом називають прилад, в якому:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – енергія хімічних реакцій, що відбуваються на електродах, перетворюється в електричну енергію;
- Б. – електричний струм виникає внаслідок перебігу окисно-відновних реакцій на електродах;
- В. – електричний струм створює максимальну різницю потенціалів на електродах;
- Г. – відбуваються процеси окиснення та відновлення на електродах під впливом зовнішнього електричного струму.

**Тестове завдання 9** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Закон незалежного руху йонів Кольрауша:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – питома електропровідність розчину електроліту дорівнює сумі рухливостей катіонів та аніонів
- Б. – еквівалентна електропровідність розчину електроліту при нескінченному розбавленні пропорційна сумі граничних рухливостей катіонів та аніонів;
- В. – еквівалентна електропровідність електроліту при нескінченному розбавленні дорівнює сумі граничних еквівалентних провідностей катіонів та аніонів;
- Г. – еквівалентна електропровідність електроліту при нескінченному розбавленні дорівнює сумі еквівалентних рухливостей йонів електроліту.

**Тестове завдання 10** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Хімічна поляризація електродів при електролізі зумовлена:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – виділенням речовин на катоді та аноді;
- Б. – зміною природи електродів;
- В. – уповільненою дифузією йонів до поверхні електрода;
- Г. – процесами переходу електронів та йонів через поверхню розподілу фаз метал / розчин.

**Тестове завдання 11** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Електродною поляризацією при електролізі називають:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – робочий потенціал електрода, що знаходиться під дією струму;
- Б. – різницю між стандартним та рівноважним електродним потенціалом;
- В. – різницю між робочим та стандартним потенціалом;
- Г. – різницю між потенціалом електрода, що знаходиться під дією струму та його рівноважним потенціалом.

**Тестове завдання 12** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

При електролізі водних розчинів електролітів на аноді в першу чергу відбуваються:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А – процеси відновлення, які мають більш позитивне значення електродного потенціалу;
- Б – процеси окиснення, які мають більш позитивне значення стандартного потенціалу;
- В – процеси відновлення, які мають менше позитивне значення стандартного потенціалу;
- Г – процеси окиснення, які мають менше позитивне значення електродного потенціалу.

**Тестове завдання 13** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

В окисно-відновних процесах окисником буде речовина:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – відновлення якої характеризується меншим значенням окисно-відновного потенціалу;
- Б. – яка містить метал, що в ряді активності металів стоїть за Гідрогеном;
- В. – відновлення якої характеризується більшим значенням окисно-відновного потенціалу
- Г. – яка містить метал, що в ряді активності металів стоїть перед Гідрогеном.

**Тестове завдання 14** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Катодом в електрохімічних процесах буде той електрод:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – який має більше значення електродного потенціалу і позитивний заряд;
- Б. – на якому відбуваються процеси відновлення;
- В. – який має менше значення електродного потенціалу і негативний заряд;
- Г. – на якому відбуваються процеси окиснення.

**Тестове завдання 15** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Анодом в електрохімічних процесах буде той електрод:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – який має більше значення електродного потенціалу і позитивний заряд;
- Б. – на якому відбуваються процеси відновлення;
- В. – який має менше значення електродного потенціалу і негативний заряд;
- Г. – на якому відбуваються процеси окиснення.

**Тестове завдання 16** *Вибрати правильні відповіді*

До електродів першого роду відносяться електроди:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – оборотні відносно аніонів;
- Б. – оборотні відносно катіонів;
- В. – йонселективні електроди, оборотні відносно певного виду йонів;
- Г. – окисно-відновні електроди, в яких метал є переносником електронів;
- Д. – електроди, в яких метал вкрито важкорозчинною сіллю.

**Тестове завдання 17** *Вибрати правильні відповіді:*

До електродів першого роду відносяться електроди:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – кисневий;
- Б. – хлорсрібний;
- В. – каломельний;
- Г. – водневий;
- Д. – хінгідронний.

**Тестове завдання 18** *Вибрати правильні відповіді:*

До електродів другого роду відносяться електроди:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
---	---	---	---	---	---	---	---

- А. – оборотні відносно аніонів;
- Б. – оборотні відносно катіонів;
- В. – йонселективні електроди;
- Г. – окисно-відновні електроди, в яких метал є лише переносчиком електронів;
- Д. – які містять в розчині електроліту одночасно йони – *Ox* та *Redox* форм;
- Е. – електроди, в яких метал вкрито важкорозчинною сіллю тієї ж природи
- Ж. – які в розчині електроліту містять аніони, однойменні до сольового покриття металічної фази електроду;
- З. – які в розчині електроліту містять катіони, однойменні до сольового покриття металічної фази електроду.

**Тестове завдання 19** *Вибрати правильну відповідь*

До електродів другого роду відносяться:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – хлорний електрод;
- Б. – металічний електрод;
- В. – скляний електрод;
- Г. – хлорсрібний електрод;
- Д. – хінгідронний електрод.

**Тестове завдання 20** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Електрорушійною силою гальванічного елемента називають:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- А. – зміну термодинамічного потенціалу під час оборотної електрохімічної реакції за стандартних умов;
- Б. – потік електронів, що виникає в гальванічному елементі між двома електродами з різною величиною потенціалу;
- В. – максимальну різницю рівноважних електродних потенціалів;
- Г. – максимальну роботу окисно-відновної реакції.

**Тестове завдання 21** *Вибрати дві найбільш правильні відповіді*

Буферними розчинами називають:

А	Б	В	Г	Д	Е
---	---	---	---	---	---

- А. – розчин двох речовин, в яких має сталі значення ступінь дисоціації речовин;
- Б. – розчин двох речовин, в яких концентрація речовин не змінюється з часом;
- В. – розчини, які підтримують величину рН сталою в певних межах;
- Г. – розчини, які додатково містять важкорозчинну сіль;
- Д. – розчини, які є слабкими електролітами - кислотою або основою;
- Е. – розчини, які утворені змішуванням слабого електроліту (кислоти або основи) та утвореної ним солі.

**Тестове завдання 22** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними*

Ідеальними розчинами сильних електролітів називають розчини, в яких:

1	2	3	4	5

- А. – речовина частково дисоціює з утворенням гідратованих йонів;
- Б. – речовина повністю дисоціює з утворенням гідратованих йонів;
- В. – йони рухаються незалежно один від одного;
- Г. – між йонами відсутні сили міжмолекулярної взаємодії;
- Д. – між йонами відсутні сили електростатичної взаємодії.

**Тестове завдання 23.** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Властивості розчинів сильних електролітів зумовлюються переважною дією сил взаємодії, які за природою є силами:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. - міжмолекулярної взаємодії Ван дер Ваальса;
- Б. - електростатичної взаємодії;
- В. - дисперсійної взаємодії;
- Г. - йон – дипольної взаємодії;
- Д. - диполь – дипольної взаємодії

**Тестове завдання 24.** *Встановити логічну послідовність:*

Основні положення теорії Дебая – Гюккеля щодо закономірностей орієнтації йонів в розчинах сильних електролітів:

1	2	3	4	5

- А. – навколо центрального йона розміщуються у певному порядку протилежно до нього заряджені йони;
- Б. – виникає «йонна атмосфера»
- В. – виникає взаємодія між йонами, яка зумовлена кулонівськими силами притягання або відштовхування;
- Г. – виникає певна структурна орієнтація йонів відповідно до сил кулонівської взаємодії;
- Д. – сили кулонівської взаємодії ненасичені і ненапрямлені.

**Тестове завдання 25.** *Вибрати найбільш правильну відповідь:*

Закон розведення Оствальда:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – в розчинах слабких електролітів встановлюється динамічна рівновага між процесами дисоціації речовини та молекулізації;
- Б. – при розбавленні електроліту константа його дисоціації зростає;
- В. – константа електролітичної дисоціації характеризує силу електроліту;
- Г. – в розчинах сильних електролітів електролітична дисоціація речовини відбувається повністю;
- Д. – при розбавленні електроліту ступінь його дисоціації в розчині зростає.

**Тестове завдання 26.** *Встановити логічну послідовність*

Йонна атмосфера має таку будову:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – навколо центрального йона розміщуються у певному порядку протилежно до нього заряджені йони;
- Б. – умовна межа йонної атмосфери відповідає умові, коли кількість йонів кожного знаку є однаковою;
- В. – густина йонної атмосфери максимальна біля центрального йона за рахунок певної кількості йонів протилежного знаку;
- Г. – кількість йонів з протилежним до центрального йона знаком визначається силами електростатичної взаємодії;
- Д. – густина йонної атмосфери зменшується з відстанню від центрального йона.

**Тестове завдання 27. Вибрати дві правильні відповіді**

Йонна сила розчинів сильних електролітів - це величина, яка характеризує:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – силу електростатичної взаємодії йонів в розчині;
- Б. – силу розчину електроліту;
- В. – здатність електроліту дисоціювати з утворенням гідратованих йонів;
- Г. – товщину йонної атмосфери;
- Д. – електропровідність розчинів сильних електролітів.

**Тестове завдання 28. Вибрати найбільш правильну відповідь**

Питома електропровідність – це електропровідність розчину при умові, якщо:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – об'єм розчину електроліту, що міститься між електродами становить  $1\text{ м}^3$ ;
- Б. – площа електродів –  $1\text{ см}^2$ , а розчин електроліту стандартної концентрації;
- В. – між електродами міститься певний об'єм електроліту з еквівалентною концентрацією  $1\text{ моль/л}$
- Г. – між електродами міститься певний об'єм електроліту з концентрацією  $1\text{ моль/л}$ ;
- Д. – об'єм електроліту між електродами –  $1\text{ м}^3$ , а еквівалентна концентрація електроліту –  $1\text{ моль/л}$ .

**Тестове завдання 29. Вибрати найбільш правильну відповідь**

Еквівалентна електропровідність - це електропровідність розчину при умові, якщо:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – об'єм розчину електроліту, що міститься між електродами становить  $1\text{ м}^3$ ;
- Б. – площа електродів –  $1\text{ см}^2$ , а розчин електроліту стандартної концентрації;
- В. – між електродами на відстані  $1\text{ м}$  міститься розчин електроліту з  $1\text{ моль}$  речовини;
- Г. – між електродами міститься певний об'єм електроліту з концентрацією  $1\text{ моль/л}$ ;
- Д. – об'єм електроліту між електродами –  $1\text{ см}^3$ , а еквівалентна концентрація електроліту –  $1\text{ моль/л}$

**Тестове завдання 30. Вибрати правильні відповіді**

Ступінь електролітичної дисоціації  $\text{CH}_3\text{COOH}$  зменшується при:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – розбавленні розчину електроліту;
- Б. – збільшенні концентрації електроліту в розчині;
- В. – при додаванні до розчину електроліту (солі) з однойменним йоном;
- Г. – при додаванні до розчину електроліту кристалічної речовини
- Д. – при нагріванні розчину електроліту.

**Тестове завдання 31. Вибрати правильні відповіді**

Електрохімічна корозія відбувається, якщо виконуються умови:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – потенціал катода більше потенціалу анода;
- Б. – потенціал катода менше потенціалу анода;
- В. – контакту металу з електролітом;
- Г. – контакту двох металів різної активності;
- Д. – контакту двох металів різної активності в вологому середовищі

**Тестове завдання 32.** *Вибрати дві правильні відповіді*

Йонна сила - це величина, яка залежить від:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – концентрації розчину електроліту;
- Б. – концентрації катіонів та аніонів в розчині електроліту;
- В. – температури розчину електроліту;
- Г. – електропровідності розчину електроліту;
- Д. – заряду йонів розчину електроліту

**Тестове завдання 33.** *Вибрати найбільш правильну відповідь*

Акумулятори як джерело струму працюють як:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – хімічний гальванічний елемент;
- Б. – електролізер;
- В. – паливний елемент;
- Г. – окисно-відновний гальванічний елемент.

**Тестове завдання 34** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними*

Механізм електролітичної дисоціації речовин з йонним типом хімічного зв'язку:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

- А. – гідратація йонів на межі розподілу фаз кристал/вода з виділенням енергії;
- Б. – гідратація йонів на межі розподілу фаз кристал/вода з поглинанням енергії;
- В. – збільшення кінетичної енергії часточок і руйнування кристалу;
- Г. – максимальна поляризація хімічного зв'язку;
- Д. – перехід поверхневих йонів речовини в розчин;
- Е. – утворення пари йонів, оточених спільною гідратною оболонкою;
- Ж. – утворення йонів з розвиненою гідратною оболонкою.

**Тестове завдання 35.** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність*

Механізм електролітичної дисоціації речовин з полярним ковалентним типом хімічного зв'язку:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

- А. – максимальна поляризація хімічного зв'язку
- Б. – гідратація йонів на межі розподілу фаз кристал/вода з поглинанням енергії;
- В. – гідратація молекул, яка супроводжується виділенням енергії;
- Г. – утворення йонів з розвиненою гідратною оболонкою
- Д. – перехід поверхневих йонів речовини в розчин;
- Е. – утворення пари йонів, оточених спільною гідратною оболонкою;
- Ж. – збільшення кінетичної енергії часточок і руйнування кристалу.

**Тестове завдання 36** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними:*

Механізм виникнення подвійного електричного шару на *Cu*-електроді в розчинах електролітів зумовлений:

А	Б	В	Г	Д	Е

- А. – гідратацією йонів Купруму на межі розподілу фаз з затратою енергії;
- Б. – перевагою  $v$ (розчинення) над  $v$ (кристалізації);
- В. – переходом йонів  $Cu(2+)$  з розчину електроліту до металу зі швидкістю  $v$ (кристалізації);
- Г. – гідратацією поверхневих йонів мідної пластинки з виділенням енергії;
- Д. – виходом йонів  $Cu(2+)$  у розчин електроліту з швидкістю  $v$ (розчинення);
- Е. – перевагою  $v$ (кристалізації) над  $v$ (розчинення).

**Тестове завдання 37** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними:*

Механізм виникнення подвійного електричного шару на *Zn*-електроді в розчинах електролітів зумовлений:

А	Б	В	Г	Д	Е

- А. – гідратацією поверхневих йонів цинкової пластинки з виділенням енергії;
- Б. – гідратацією йонів Цинку на межі розподілу фаз з затратою енергії;
- В. – переходом йонів  $Zn(2+)$  з розчину електроліту до металу зі швидкістю  $v$ (кристалізації);
- Г. – перевагою  $v$ (розчинення) над  $v$ (кристалізації);
- Д. – виходом йонів  $Zn(2+)$  у розчин електроліту з швидкістю  $v$ (розчинення);
- Е. – перевагою  $v$ (кристалізації) над  $v$ (розчинення).

**Тестове завдання 38** *Вибрати правильну відповідь:*

Як зміниться еквівалентна електропровідність при зменшенні концентрації розчину електроліту:

А	Б	В	Г	Д

- А. – залишиться незмінною;
- Б. – зменшиться;
- В. – збільшиться;
- Г. – для одних речовин зросте, а для інших зменшиться;
- Д. – проходить через максимум.

**Тестове завдання 39** *Вибрати правильну відповідь:*

Як зміниться питома електропровідність при збільшенні концентрації розчину електроліту:

А	Б	В	Г	Д

- А. – проходить через мінімум;
- Б. – зменшиться;
- В. – збільшиться;
- Г. – для одних речовин зросте, а для інших зменшиться;
- Д. – проходить через максимум.



**Тестове завдання 40** *Вибрати дві правильні відповіді:*

Яку властивість розчину електроліту потрібно експериментально визначити для розрахунку ступеня електролітичної дисоціації в розчині слабкого електроліту:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

- А. – зниження температури замерзання розчину;
- Б. – питому теплоємність;
- В. – електропровідність;
- Г. – температуру кипіння розчинника;
- Д. – коефіцієнт активності.

**Тестове завдання 41** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними:*

Причиною релаксаційного ефекту – гальмування руху йонів в розчині електроліту під впливом зовнішнього електричного поля, є:

А	Б	В	Г	Д

- А. – в електричному полі протилежно заряджені йони рухаються в протилежних напрямках;
- Б. – взаємодія центрального йона з задньою частиною йонної атмосфери;
- В. – взаємодія йонів йонної атмосфери з молекулами розчинника;
- Г. – руйнування передньої частини йонної атмосфери (в напрямі руху центрального йона), виникнення її асиметрії;
- Д. – взаємодія між гідратною оболонкою йонів йонної атмосфери та диполей розчинника.

**Тестове завдання 42** *Вибрати правильні відповіді та встановити логічну послідовність між ними:*

Причиною електрофоретичного ефекту – уповільнення руху йонів в розчині електроліту під впливом зовнішнього електричного поля, є:

А	Б	В	Г	Д

- А. – виникнення ефекту «тертя» між гідратною оболонкою йонів йонної атмосфери та диполей розчинника;
- Б. – в електричному полі протилежно заряджені йони рухаються в протилежних напрямках;
- В. – взаємодія йонів йонної атмосфери з молекулами розчинника;
- Г. – електростатична взаємодія центрального йона з задньою частиною йонної атмосфери;
- Д. – взаємодія між гідратною оболонкою йонів йонної атмосфери та диполей розчинника.

**Тестове завдання 43** *Встановити відповідність між:*

Назвою електрода та рівнянням Нернста для обчислення його рівноважного потенціала:

А	Б	В	Г

- А – металічного електроду  
 Б – хінгідронного електроду  
 В – хлорсрібного електроду  
 Г – амальгамного електроду

- $\varphi = 0,699 + 0,059 \lg a(H^+)$
- $\varphi = \varphi_{\text{он}}^0 - 0,059 \lg a(\tilde{N}l^-)$
- $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{z} \lg a(\frac{Me^{z+}}{Me})$
- $\varphi = 1,23 + 0,059 \lg a(H^+)$
- $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{z} \lg a(Me^{z+})$

**Тестове завдання 44.** Встановити відповідність між:

Типом та схематичним записом певного гальванічного елемента:

А	Б	В	Г

- |                         |   |                                                                                      |
|-------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------|
| А – простого хімічного  | 1 | Zn   NH <sub>4</sub> Cl, ZnCl <sub>2</sub>   MnO <sub>2</sub> , C                    |
| Б – окисно-відновного   | 2 | Pt   Sn <sup>4+</sup> , Sn <sup>2+</sup>    Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>   Pt |
| В – концентраційного    | 3 | Cl <sub>2</sub> , Pt   HCl   Cl <sub>2</sub> , Pt                                    |
| Г – складного хімічного | 4 | Sn   SnCl <sub>2</sub>   Cl <sub>2</sub> , Pt                                        |
|                         | 5 | Ag, AgCl   HCl (a <sub>1</sub> )    HCl (a <sub>2</sub> )   AgCl, Ag                 |

**Тестове завдання 45.** Встановити відповідність між:

Назвою та схематичним записом гальванічного елемента:

А	Б	В	Г

- |                            |   |                                                                                 |
|----------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------|
| А – елемент Вестона        | 1 | Pb, Pb SO <sub>4</sub>   H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   PbO <sub>2</sub> , Pb |
| Б – елемент Даніеля –Якобі | 2 | Zn   NH <sub>4</sub> Cl, ZnCl <sub>2</sub>   MnO <sub>2</sub> , C               |
| В – свинцевий акумулятор   | 3 | Cl <sub>2</sub> , Pt   HCl   Cl <sub>2</sub> , Pt                               |
| Г – Лекланше               | 4 | Cd, Hg   CdSO <sub>4</sub>   Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Hg               |
|                            | 5 | Ag, AgCl   HCl (a <sub>1</sub> )    HCl (a <sub>2</sub> )   AgCl, Ag            |
|                            | 6 | Zn   Zn SO <sub>4</sub>    Cu SO <sub>4</sub>   Cu                              |

**Тестове завдання 46.** Вибрати правильні відповіді при встановленні відповідності між:

Назвою електрода та рівнянням Нернста для обчислення його стандартного потенціалу за результатами експерименту:

А	Б	В	Г	Д

- |                                 |                                              |
|---------------------------------|----------------------------------------------|
| А – кисневого електрода, рН < 7 | 1. $\varphi^0 = \varphi - 0,059 \lg a(H^+)$  |
| Б – кисневого електрода, рН ≥ 7 | 2. $\varphi^0 = 0$                           |
| В – хлорного електрода          | 3. $\varphi^0 = \varphi + 0,059 \lg a(H^+)$  |
| Г – водневого електрода         | 4. $\varphi^0 = \varphi + 0,059 \lg a(OH^-)$ |
| Д – хінгідронного електрода     | 5. $\varphi^0 = \varphi - 0,059 \lg a(OH^-)$ |
|                                 | 6. $\varphi^0 = \varphi - 0,059 \lg a(Cl^-)$ |
|                                 | 7. $\varphi^0 = \varphi + 0,059 \lg a(Cl^-)$ |

**Тестове завдання 47.** Встановити відповідність між:

Встановити відповідність між гальванічним елементом, процесами окиснення (відновлення) на електродах певного гальванічного елемента:

А	Б	В	Г	Д

А	$Pb + SO_4^{2-} - 2\bar{e} = PbSO_4$
Б	$Hg_2SO_4 + 2\bar{e} = 2Hg + SO_4^{2-}$
В	$Zn - 2\bar{e} = Zn^{2+}$
Г	$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} = PbSO_4 + H_2O$
Д	$Cd - 2\bar{e} = Cd^{2+}$

1	Анод елемента Вестона
2	Катод елемента Вестона
3	Анод акумулятора свинцевого
4	Катод акумулятора свинцевого

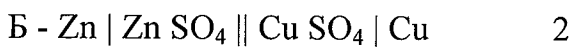
**Тестове завдання 48** Встановити відповідність між:

Гальванічним елементом та формулою Нернста для обчислення його електрорушійної сили:

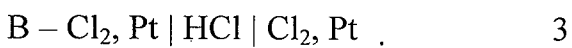
А	Б	В	Г



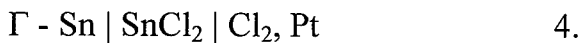
$$E = \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_K}{a_A}$$



$$E = \varphi_K^0 - \varphi_A^0 + \frac{RT}{F} \left[ z \ln \frac{Ox(K^+)}{Red(K^+)} - z \ln \frac{Ox(a^-)}{Red(a^-)} \right]$$



$$E = \varphi_K^0 - \varphi_A^0 - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_-^2}{a_+}$$



$$E = \varphi_K^0 - \varphi_A^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{Me_K^{z+}}{Me_a^{z+}}$$

**Тестове завдання 49** Встановити відповідність між:

Поняттями, які характеризують властивості розчинів сильних електролітів, та формулою для обчислення величини, що їх кількісно оцінює:

А	Б	В	Г

А – активність йонів електроліту

1.  $a_{\pm} = f_{\pm} C_{\pm}(X)$

Б – коефіцієнт активності

2.  $\lg f = -0,5 z^2 \sqrt{I}$

В – йонна сила електроліту

3.  $a_{+} = f_{\pm} C(X_{+})$

Г – середня активність електроліту

4.  $I = \frac{1}{2} \sum z^2 C(X)$

Д. – середню активність електроліту

**Тестове завдання 50.** Встановити відповідність між:

Межами, в яких може змінюватись йонна сила електроліту, та формулою для обчислення коефіцієнта активності електроліту:

А	Б	В

А.  $-I \leq 0,01$

Б.  $I > 0,2$

В.  $0,01 < I < 0,2$

1.  $-\lg f = \frac{0,5z^2\sqrt{I}}{1+1,5\sqrt{I}} - 0,2I$

2.  $-\lg f = \frac{0,5z^2\sqrt{I}}{1+1,5\sqrt{I}}$

3.  $\lg f_+ = -0,5z_+^2\sqrt{I}$

4.  $\lg f_{\pm} = -0,5z_+z_-\sqrt{I}$

**Тестове завдання 51** Встановити відповідність між:

Поняттями, які характеризують властивості розчинів слабких електролітів, та формулою для обчислення величини, що їх кількісно оцінює:

А	Б	В	Г

А – ступінь електролітичної дисоціації

Б – молярна електропровідність

В – молярна електропровідність при нескінченному розбавленні

Г – ізотонічний коефіцієнт

1	$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C(X)}}$
2	$C_{\pm} = \alpha \cdot \nu_{\pm} \cdot C(X)$
3	$\lambda = \alpha (\lambda_{\infty,+} + \lambda_{\infty,-})$
4	$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$
5	$i = 1 + \alpha(n-1)$

**Тестове завдання 52.** Встановити відповідність між:

Умовами та характером змін ступеня та константи дисоціації слабого електроліту:

А	Б	В	Г

А – при розбавленні електроліту

Б – при збільшенні концентрації електроліту

В – при нагріванні електроліту

Г – при додаванні до електроліту солі з однойменним йоном

1. зростає  $\alpha$

2. зменшується  $\alpha$

3. зменшується  $K_{\text{дис}}$

4. зростає  $K_{\text{дис}}$

5. не змінюється  $K_{\text{дис}}$

6. не змінюється  $\alpha$

**Тестове завдання 53.** Встановити відповідність між:

Методом визначення константи дисоціації слабого електроліту та формулою, що лежить в його основі:

А	Б

- А Експериментальне визначення методом кондуктометрії  
 Б Аналітичне визначення

1	2	3	4
$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$	$K_n = \frac{\lambda^2 C(X)}{\lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda)}$	$K_n = \frac{\alpha^2 C(X)}{1 - \alpha}$	$K_n = \frac{\alpha^2}{C(X)}$

**Тестове завдання 54.** Встановити відповідність між:

Фізичною величиною та формулою, за якою її визначають, користуючись даними про електропровідність розчину:

А	Б	В	Г

- А числа переносу йонів  
 Б константу дисоціації  
 В коефіцієнт дифузії йону  
 Г ступінь електролітичної дисоціації

1	2	3	4	5
$\lambda = \sqrt{\frac{\lambda_\infty^2 K_n}{C(X)}}$	$K_n = \frac{\lambda^2 C(X)}{\lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda)}$	$\alpha = \lambda / \lambda_\infty$	$t_\pm = \frac{\lambda_\pm}{\lambda}$	$D = 8,96 \cdot 10^{-10} T \frac{\lambda_\infty}{z}$

**Тестове завдання 55.** Встановити відповідність між:

Типом залежності еквівалентної електропровідності розчинів від умов та формулою, яка дозволяє кількісно оцінити цю залежність:

А	Б	В

- А залежить від температури електроліту  
 Б залежність від концентрації слабкого електроліту  
 В залежність від концентрації сильного електроліту

1	2	3	4	5
$\lambda = \sqrt{\frac{\lambda_\infty^2 K_n}{C(X)}}$	$K_n = \frac{\lambda^2 C(X)}{\lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda)}$	$\lambda = \frac{k}{RC(1-zX)}$	$\lambda = \lambda_\infty - A\sqrt{C(X)}$	$\lambda_T = \lambda_\infty \left[ 1 + k_1 (T - 298) + k_2 (T - 298)^2 \right]$

**Тестове завдання 57.** Встановити відповідність між:

Назвою електродів та їх схематичним записом за правилами IUPAC:

А	Б	В	Г	Д

- А – водневий електрод  
 Б – йонселективний електрод (для H<sup>+</sup>)  
 В – хінгдронний електрод  
 Г – кисневий електрод  
 Д – хлорний електрод

1. Pt, O<sub>2</sub>, 4OH<sup>-</sup> | H<sub>2</sub>O  
 2. Pt, H<sub>2</sub> | 2H<sup>+</sup>  
 3. Pt, Cl<sub>2</sub> | 2Cl<sup>-</sup>  
 4. Pt, X, H<sub>2</sub>X | 2H<sup>+</sup>  
 5. Ag, AgCl | HCl | ск | H<sup>+</sup>

**Тестове завдання 56** Встановити відповідність між:

Типом буферних розчинів та відповідною формулою для визначення рН і буферної ємності цих розчинів:

А	Б	В

А	основних буферних систем
Б	кислотних буферних систем
В	буферна ємність

1	$pH = 14 - pK_D + \lg \frac{C_{(осн.)}}{C_{(солі)}}$
---	------------------------------------------------------

3	$pH = pK_D + \lg \frac{C_{(солі)}}{C_{(кисл.)}}$
---	--------------------------------------------------

5	$B = \frac{C \cdot V}{pH \cdot V_{(буф)}}$
---	--------------------------------------------

2	$pH = pK_D - \lg \frac{C_{(кисл.)}}{C_{(солі)}}$
---	--------------------------------------------------

4	$B = \frac{V_{екв}}{\Delta pH \cdot V_{буф}}$
---	-----------------------------------------------

6	$pOH = pK_D + \lg \frac{C_{(солі)}}{C_{(осн.)}}$
---	--------------------------------------------------

**Тестове завдання 58** Встановити відповідність між:

Способом та формулами для вираження кількісного складу розчинів:

А	Б	В	Г	Д

А – масова концентрація

1.  $b(X) = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(H_2O)}$

Б – молярна концентрація

2.  $\rho(X) = \frac{m(X)}{V}$

В – моляльна концентрація

3.  $C(1/zX) = \frac{m(X)}{M(1/zX)V}$

Г – молярна концентрація еквівалента

4.  $\omega(X) = \frac{m(X)}{m(X) + m(H_2O)}$

Д – масова частка речовини в розчині

5.  $C(X) = \frac{m(X)}{M(X)V}$

6.  $C(1/zX) = z \cdot C(X)$

**Тестове завдання 59** Встановити відповідність між:

Характером зміни концентрації електроліту катоду і аноду та зміною електрорушійної сили гальванічного елемента (прийняти вихідні концентрації розчинів електролітів на електродах за 1 моль/л):

А	Б	В	Г

А – розбавлення електроліту катоду та аноду

Б – збільшення концентрації електроліту катоду та аноду

В – розбавлення лише електроліту аноду

Г – розбавлення лише електроліту катоду

Д – збільшення концентрації електроліту катоду

Е – збільшення концентрації електроліту аноду

1. збільшиться

2. зменшиться

3. не зміниться

4. стане менше нуля

5. стане більше нуля

**Тестове завдання 60** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*

Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 86 %, то рівноважний потенціал *Ag*-електроду у розчині електроліту  $\text{AgNO}_3$  з молярною концентрацією  $C(\text{AgNO}_3) = 0,55$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
+0,779	+0,699	+0,55	-0,213

**Тестове завдання 61** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*

Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 79 %, то рівноважний потенціал *Cr*-електроду в розчині електроліту  $\text{CrCl}_3$  з молярною концентрацією  $C(\text{CrCl}_3) = 0,2$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
-0,88	-0,76	-0,4	+0,699

**Тестове завдання 62** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*

Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 70 %, то рівноважний потенціал *Fe*-електроду в розчині електроліту  $\text{FeSO}_4$  з еквівалентною концентрацією  $C(1/z \text{FeSO}_4) = 1,0$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
-0,8	-1,7	+0,222	-0,454

**Тестове завдання 63** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*

Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 80 %, то рівноважний потенціал *Ni*-електроду в розчині електроліту  $\text{NiSO}_4$  з молярною концентрацією  $C(\text{NiSO}_4) = 0,01$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
-0,213	-0,312	-0,4	-0,117

**Тестове завдання 64** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*

Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 90 %, то рівноважний потенціал *Cd*-електроду в розчині електроліту  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  з еквівалентною концентрацією  $C(1/z \text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 0,09$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
-0,444	+1,23	+0,77	-0,76

**Тестове завдання 65** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*  
 Якщо уявний ступінь дисоціації електроліту дорівнює 65 %, то рівноважний потенціал Mg-електроду в розчині електроліту  $MgCl_2$  з молярною концентрацією  $C(MgCl_2) = 0,05$  моль/л становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
+1,23	-1,7	-2,41	-2,00

**Тестове завдання 66** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*  
 Якщо потенціал Zn-електроду, зануреного в електроліт з концентрацією  $C(Zn(NO_3)_2) = 0,004$  моль/л, дорівнює  $-0,799$  В, то уявний ступінь дисоціації електроліту  $Zn(NO_3)_2$  становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
65%	74%	87%	92%

**Тестове завдання 67** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*  
 Якщо потенціал Co-електроду, зануреного в електроліт з концентрацією  $C(CoSO_4) = 0,003$  моль/л, дорівнює  $-0,799$  В, то уявний ступінь дисоціації електроліту  $CoSO_4$  становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
92%	74%	86%	65%

**Тестове завдання 68** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*  
 Якщо потенціал Си-електроду, зануреного в електроліт з еквівалентною концентрацією  $C(1/2 CuSO_4) = 0,005$  моль/л, дорівнює  $+0,29$  В, то уявний ступінь дисоціації електроліту  $CuSO_4$  становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
87%	63%	95%	74%

**Тестове завдання 69** *Вибрати правильну відповідь та навести обчислення:*  
 Якщо потенціал Pb-електроду, зануреного в електроліт з еквівалентною концентрацією  $C(1/2 Pb(NO_3)_2) = 0,2$  моль/л, дорівнює  $-0,129$  В, то уявний ступінь дисоціації електроліту  $Pb(NO_3)_2$  становить:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
63%	90%	75%	89%



**Тестове завдання 70** Вибрати правильну відповідь та навести обчислення: уявний ступінь дисоціації електроліту, якщо потенціал електроду Cr, зануреного в цей електроліт з концентрацією  $C(X) = 0,2$  моль/л  $\text{CrCl}_3$ , дорівнює  $-0,867$ , В:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
87%	63%	74%	92%

**Тестове завдання 71** Встановити відповідність між:

Схематичним записом гальванічного елемента та значенням його стандартної електрорушійної сили, якщо гальванічний елемент утворений Ag та Pt,  $\text{H}/\text{H}^+(a=0,1)$  електродами

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- |    |                                                                                                                     |    |       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| А. | $\text{Ag}   \text{AgNO}_3    \text{H}^+(a = 0,1)   \text{H}_2, \text{Pt}$                                          | 1. | 0,799 |
| Б. | $\text{Pt}, \text{H}_2   \text{H}^+(a = 0,1)    \text{AgNO}_3   \text{Ag}$                                          | 2. | 0,805 |
| В. | $\text{Ag}, \text{AgCl}   \text{KCl}(\text{нас.})    \text{H}_2, \text{Pt}$                                         | 3. | 0,76  |
| Г. | $\text{Pt}, \text{X}, \text{H}_2\text{X}   \text{H}^+(a = 0,1)    \text{KCl}(\text{нас.})   \text{AgCl}, \text{Ag}$ | 4. | 0,059 |

**Тестове завдання 72** Встановити відповідність між:

Схематичним записом гальванічного елемента та значенням його стандартної електрорушійної сили, якщо гальванічний елемент утворений Zn та стандартним  $\text{Pt}, \text{H}/\text{H}^+$  електродами:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- |    |                                                                                                              |    |       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| А. | $\text{Zn}   \text{ZnSO}_4    \text{H}^+   \text{H}_2, \text{Pt}$                                            | 1. | 0,799 |
| Б. | $\text{Pt}, \text{H}_2   \text{H}^+(a = 0,1)    \text{ZnSO}_4   \text{Zn}$                                   | 2. | 0,805 |
| В. | $\text{Zn}   \text{ZnSO}_4    \text{H}_2\text{X}, \text{X}, \text{Pt}$                                       | 3. | 0,76  |
| Г. | $\text{Pt}, \text{X}, \text{H}_2\text{X}   \text{H}^+    \text{KCl}(\text{нас.})   \text{ZnSO}_4, \text{Zn}$ | 4. | 0,059 |

**Тестове завдання 73** Встановити відповідність між:

Схематичним записом гальванічного елемента та значенням його електрорушійної сили, якщо гальванічний елемент утворений двома Sn електродами, кожний з яких знаходиться у розчині електроліту  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$  з молярною концентрацією відповідно 0,1 та 0,001 моль/л:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

- |    |                                                                            |    |       |
|----|----------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| А. | $\text{Sn}   \text{SnCl}_2    \text{H}^+   \text{H}_2, \text{Pt}$          | 1. | 0,799 |
| Б. | $\text{Pt}, \text{H}_2   \text{H}^+(a = 0,1)    \text{SnCl}_2   \text{Sn}$ | 2. | 0,805 |
| В. | $\text{Sn}   \text{SnCl}_2    \text{H}_2\text{X}, \text{X}, \text{Pt}$     | 3. | 0,76  |
| Г. | $\text{Sn}   \text{SnCl}_2, a_1    \text{SnCl}_2, a_2   \text{Sn}$         | 4. | 0,059 |

**Тестове завдання 74** Встановити відповідність між:

схематичним записом гальванічного елемента та значенням його стандартної електрорушійної сили, якщо гальванічний елемент утворений Cu та насиченим  $\text{Ag}, \text{AgCl}/\text{KCl}$  електродами:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

A. Cu   CuSO <sub>4</sub>    H <sup>+</sup> ( <i>a</i> = 0,1)   H <sub>2</sub> , Pt	1.0,799
Б. Pt, H <sub>2</sub>   H <sup>+</sup> ( <i>a</i> = 0,1)    CuSO <sub>4</sub>   Cu	2.0,76
В. Ag, AgCl   KCl(нас.)    CuSO <sub>4</sub>   Cu	3.0,118
Г. Cu   CuSO <sub>4</sub>    KCl(нас.)   AgCl, Ag	4.0,059

**Тестове завдання 75** Встановити відповідність між:

схематичним записом гальванічного елемента та значенням його стандартної електрорушійної сили, якщо гальванічний елемент утворений Zn та насиченим Ag, AgCl/KCl електродами:

	А	Б	В	Г
A. Zn   ZnSO <sub>4</sub>    KCl(нас.)   AgCl, Ag	1.	0,982		
Б. Pt, H <sub>2</sub>   H <sup>+</sup> ( <i>a</i> =0,1)    ZnSO <sub>4</sub>   Zn	2.	0,76		
В. Ag, AgCl   KCl(нас.)    ZnSO <sub>4</sub>   Zn	3.	0,118		
Г. Zn   ZnSO <sub>4</sub>    H <sup>+</sup> ( <i>a</i> =0,1)   H <sub>2</sub> , Pt	4.	0,059		

**Тестове завдання 76** Встановити відповідність між:

Фізико-хімічною характеристикою та рядом іонів, який відповідає їй послідовній зміні:

	А	Б	В	Г
A. – збільшення густини заряду йона;	1.	Li > Na > K > Rb		
Б. – збільшення товщини гідратної оболонки;	2.	Li < Na < K < Rb		
В. – збільшення радіуса йону;	3.	Na < Mg < Al		
Г. – зменшення радіуса йону;	4.	Mg, Ca, Ba		
Д. – збільшення адсорбційної здатності йона;	5.	Li, Na, K, Rb		
Е. – зменшення адсорбційної здатності йона.	6.	Mg > Ca > Ba		
	7.	Mg < Ca < Ba		

**Тестове завдання 77** Встановити відповідність між:

Характером впливу на просторову орієнтацію молекул води навколо катіонів у розчинах електролітів та рядом, який вказує на послідовну його зміну:

	А	Б	В	Г
A. – структурування молекул води в розчинах;	1.	Li > Na > K > Rb		
Б. – розрихлення молекул води в розчинах;	2.	Li < Na < K < Rb		
В. – зростання товщини гідратної оболонки;	3.	Na < Mg < Al		
Г. – зменшення товщини гідратної оболонки;	4.	Mg > Ca > Ba		
Д. – зростання поляризуючого впливу на диполі води.	5.	Mg < Ca < Ba		

**Тестове завдання 78** Встановити відповідність між:

Природою електродів та речовинами, що переважно виділяються на них під час електролізу водного розчину K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

А	Б

- А. – графітовий катод  
 Б. – графітовий анод

1	2	3	4	5	6	7
анод розчиняється	SO <sub>2</sub>	калій	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	водень	КОН	кисень

**Тестове завдання 79** Встановити відповідність між:

Природою електродів і речовинами, що переважно виділяються на них під час електролізу водного розчину NaCl:

А	Б

- А. – графітовий катод  
 Б. – графітовий анод

1	2	3	4	5	6	7
анод розчиняється	Cl <sub>2</sub>	натрій	NaClO <sub>3</sub>	водень	NaOH	кисень

**Тестове завдання 80** Встановити відповідність між:

Природою електродів і речовинами, що виділяються на них під час електролізу водного розчину FeCl<sub>2</sub> при рН = 5:

А	Б	В	Г

- А. – графітовий катод      1. анод розчиняється  
 Б. – залізний катод      2. водень  
 В. – графітовий анод      3. залізо виділяється при високих концентраціях електроліту  
 Г. – залізний анод      4. залізо виділяється при малих концентраціях електроліту  
                                          5. хлор  
                                          6. утворюється Fe(OH)<sub>3</sub>

**Тестове завдання 81** Встановити відповідність між:

Природою електродів і речовинами, що переважно виділяються на них під час електролізу водного розчину ZnSO<sub>4</sub> при рН = 5:

А	Б	В	Г

- А. – графітовий катод  
 Б. – цинковий катод  
 В. – графітовий анод  
 Г. – цинковий анод

1	2	3	4	5	6	7
анод розчиняється	SO <sub>2</sub>	цинк	Zn(OH) <sub>2</sub>	водень	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	кисень

**Тестове завдання 82** Встановити відповідність між:

Природою електродів і речовинами, що виділяються на них під час електролізу водного розчину Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>:

А	Б	В	Г

- А. – графітовий катод  
 Б. – свинцевий катод  
 В. – графітовий анод  
 Г. – свинцевий анод

1	2	3	4	5	6	7
анод розчиняється	NO <sub>2</sub>	свинець	Pb(OH) <sub>2</sub>	водень	вода	кисень

**Тестове завдання 83.** Розв'язати комплексну задачу та навести обчислення:  
 Для Zn електроду, зануреного в розчин електроліту з еквівалентною концентрацією  $C(1/z \text{ Zn(NO}_3)_2) = 0,004$  моль/л:

А – Кількісні характеристики електроліту та електродного потенціалу відповідають числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д	Е

А	молярна концентрація розчину
Б	йонна сила розчину
В	коефіцієнт активності катіонів
Г	активність катіонів в електроліті
Д	рівноважний електродний потенціал
Е	стандартний електродний потенціал

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,002	0,02	0,004	0,44	0,008	0,749	-0,84	-0,98	-0,76	0,001	0,006	0,5

Б – Схема гальванічного елемента, вимірювання електрорушійної сили якого дозволяє визначити рівноважний електродний потенціал Zn-електрода:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.– Zn|Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(C=1,моль/л)||KCl (нас.)| AgCl, Ag

Б.– Pt, H<sub>2</sub> H<sup>+</sup>||Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>| Zn

В.– Zn|Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(C=1моль/л)||H<sup>+</sup>(C = 1моль/л.)|H<sub>2</sub>(P = 1атм.), Pt

Г.– Zn|Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>||H<sup>+</sup>|H<sub>2</sub>, Pt

Д.– Ag, AgCl| KCl (нас.)|| Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>| Zn

В – Напівреакції окиснення і відновлення на електродах виражаються рівняннями:

А	Анодний процес
Б	Катодний процес

А					Б				

1	Окиснення
2	Відновлення
3	Zn - 2ē ⇒ Zn <sup>2+</sup>
4	2H <sub>2</sub> O + 2ē ⇒ H <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>
5	Zn <sup>2+</sup> + 2ē ⇒ Zn
6	H <sub>2</sub> - 2ē ⇒ 2H <sup>+</sup>

7	2H <sub>2</sub> O - 4ē ⇒ 4H <sup>+</sup> + O <sub>2</sub>
8	Ag - e ⇒ Ag <sup>+</sup>
9	Ag <sup>+</sup> + e ⇒ Ag
10	AgCl + e ⇒ Ag + Cl <sup>-</sup>
11	Ag + Cl <sup>-</sup> - e ⇒ AgCl

С – Вибрати та довести:

Властивості, які має Zn за положенням в ряді напруг металів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.– окисника

Б.– відновника

В.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені за Цинком;

Г.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені перед Цинком;

Д.– витіснити водень з розбавлених розчинів кислот.

**Тестове завдання 83.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

Для Co електроду, зануреного в розчин електроліту з концентрацією  $\rho(X) = 8,0$  г  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  у 0,3 л води:

А – кількісні характеристики електроліту та електродного потенціалу відповідають числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д	Е

А	молярна концентрація розчину
Б	йонна сила розчину
В	коефіцієнт активності катіонів
Г	активність катіонів в електроліті
Д	рівноважний електродний потенціал
Е	стандартний електродний потенціал

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,11	0,22	-0,25	0,325	-0,304	-0,41	0,4	0,44	0,56	0,65	0,8	1,3

Б – Схема гальванічного елемента, вимірювання електрорушійної сили якого дозволяє визначити рівноважний електродний потенціал Co-електрода:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.–  $\text{Ag}, \text{AgCl} | \text{KCl (нас.)} || \text{Co}(\text{NO}_3)_2 | \text{Co}$

Б.–  $\text{Pt}, \text{H}_2 (P = 1 \text{ атм.}) | \text{H}^+ (C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{Co}(\text{NO}_3)_2 | \text{Co}$

В.–  $\text{Co} | \text{Co}(\text{NO}_3)_2 (C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{H}^+ (C = 1 \text{ моль/л.}) | \text{H}_2 (P = 1 \text{ атм.}), \text{Pt}$

Г.–  $\text{Co} | \text{Co}(\text{NO}_3)_2 || \text{H}^+ | \text{H}_2, \text{Pt}$

Д.–  $\text{Co} | \text{Co}(\text{NO}_3)_2 (C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{KCl (нас.)} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$

В – Напівреакції окиснення і відновлення на електродах виражаються рівняннями:

А	Анодний процес
Б	Катодний процес

А					Б				

1	Окиснення
2	Відновлення
3	$\text{Co} - 2e \Rightarrow \text{Co}^{2+}$
4	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
5	$\text{Co}^{2+} + 2e \Rightarrow \text{Co}$
6	$\text{H}_2 - 2e \Rightarrow 2\text{H}^+$
7	$\text{Hg} + 2\text{Cl}^- - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$

8	$2\text{H}_2\text{O} - 4e \Rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
9	$\text{Ag} - e \Rightarrow \text{Ag}^+$
10	$\text{Ag}^+ + e \Rightarrow \text{Ag}$
11	$\text{AgCl} + e \Rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$
12	$\text{Ag} + \text{Cl}^- - e \Rightarrow \text{AgCl}$
13	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \Rightarrow \text{Hg} + 2\text{Cl}^-$

С.– Вибрати та довести:

Властивості, які має *Co* за положенням в ряді напруг металів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А. – відновника

Б. – окисника

В.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені перед Кобальтом;

Г.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені після Кобальта;

Д.– витіснити водень з розбавлених розчинів кислот.

**Тестове завдання 84.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

Для *Pb* електроду, зануреного в розчин електроліту з концентрацією  $C(1/z \text{ Pb(NO}_3)_2) = 0,2$  моль/л:

А – кількісні характеристики електроліту та електродного потенціалу відповідають числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д	Е

А	молярна концентрація розчину
Б	йонна сила розчину
В	коефіцієнт активності катіонів
Г	активність катіонів в електроліті
Д	рівноважний електродний потенціал
Е	стандартний електродний потенціал

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	-0,167	0,2	-0,265	0,3	-0,30	0,4	0,42	0,5	0,85

Б – Схема гальванічного елементу, вимірювання електрорушійної сили якого дозволяє визначити рівноважний електродний потенціал *Pb*-електрода:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.–  $\text{Pb} | \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(C=1 \text{ моль/л}) || \text{H}^+(C = 1 \text{ моль/л.}) | \text{H}_2(P = 1 \text{ атм.}), \text{Pt}$

Б.–  $\text{Pt}, \text{H}_2(P = 1 \text{ атм.}) | \text{H}^+(C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 | \text{Pb}$

В.–  $\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{SO}_4 | \text{K}_2\text{SO}_4(\text{нас.}) || \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 | \text{Pb}$

Г.–  $\text{Pb} | \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 || \text{H}^+ | \text{H}_2, \text{Pt}$

Д.–  $\text{Pb} | \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(C=1 \text{ моль/л}) || \text{KCl}(\text{нас.}) | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$

В – Напівреакції окиснення і відновлення на електродах:

А	Анодний процес
Б	Катодний процес

А					Б				

1	Окиснення
2	Відновлення
3	$\text{Pb} - 2e \Rightarrow \text{Pb}^{2+}$
4	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
5	$\text{Pb}^{2+} + 2e \Rightarrow \text{Pb}$
6	$\text{H}_2 - 2e \Rightarrow 2\text{H}^+$

7	$2\text{H}_2\text{O} - 4e \Rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
8	$2\text{Hg} - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$
9	$2\text{Hg}_2^{2+} + 2e \Rightarrow 2\text{Hg}$
10	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \Rightarrow \text{Hg} + 2\text{Cl}^-$
11	$\text{Hg} + 2\text{Cl}^- - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$

С– Вибрати та довести:

Властивості, які має *Pb* за положенням в ряді напруг металів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.– витіснити водень з розбавлених розчинів кислот;

Б.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені перед Плюмбумом;

В.– окисника

Г.– відновника

Д.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені після Плюмбуму.

**Тестове завдання 85.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

Для Sn електроду, зануреного в розчин електроліту з концентрацією  $C(1/z \text{ Sn(NO}_3)_2) = 0,04$  моль/л:

А – характеристики електроліту та електродного потенціалу відповідають числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д	Е

А	молярна концентрація розчину
Б	йонна сила розчину
В	коефіцієнт активності катіонів
Г	активність катіонів в електроліті
Д	рівноважний електродний потенціал
Е	стандартний електродний потенціал

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,02	0,025	0,04	0,05	0,08	0,1	-0,195	0,25	-0,44	0,5	0,85	-1,1

Б – Схема гальванічного елемента, вимірювання електрорушійної сили якого дозволяє визначити рівноважний електродний потенціал *Sn*-електрода:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.–  $\text{Sn} | \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 | \text{H}^+ | \text{H}_2, \text{Pt}$

Б.–  $\text{Pt}, \text{H}_2 (P = 1 \text{ атм.}) | \text{H}^+ (C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 | \text{Pb}$

В.–  $\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{SO}_4 | \text{K}_2\text{SO}_4 (\text{нас.}) || \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 | \text{Sn}$

Г.–  $\text{Sn} | \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 (C=1 \text{ моль/л}) || \text{KCl} (\text{нас.}) | \text{AgCl}, \text{Ag}$

Д.–  $\text{Sn} | \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 (C=1 \text{ моль/л}) || \text{KCl} (\text{нас.}) | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$

В – Напівреакції окиснення і відновлення на електродах:

А	Анодний процес
Б	Катодний процес

А					Б				

1	Окиснення
2	Відновлення
3	$\text{Sn} - 2e \Rightarrow \text{Sn}^{2+}$
4	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
5	$\text{Sn}^{2+} + 2e \Rightarrow \text{Sn}$
6	$\text{H}_2 - 2e \Rightarrow 2\text{H}^+$
7	$\text{Ag}^+ + e \Rightarrow \text{Ag}$
8	$\text{Ag} + \text{Cl}^- - e \Rightarrow \text{AgCl}$

9	$2\text{H}_2\text{O} - 4e \Rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
10	$2\text{Hg} - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$
11	$2\text{Hg}_2^{2+} + 2e \Rightarrow 2\text{Hg}$
12	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \Rightarrow \text{Hg} + 2\text{Cl}^-$
13	$\text{Hg} + 2\text{Cl}^- - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
14	$\text{Ag} - e \Rightarrow \text{Ag}^+$
15	$\text{AgCl} + e \Rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$

С.– Вибрати та довести:

Властивості, які має Sn за положенням в ряді напруг металів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені після Станума;

Б.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені перед Станумом;

В.– окисника;

Г.– витіснити водень з розбавлених розчинів кислот;

Д.– відновника.

**Тестове завдання 86.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

Для Cu електроду, зануреного в розчин електроліту з концентрацією  $\rho(\text{CuSO}_4) = 8,0 \text{ г}$  у 0,25 л води:

А – характеристики електроліту та електродного потенціалу відповідають числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д	Е

А	молярна концентрація розчину
Б	йонна сила розчину
В	коефіцієнт активності катіонів
Г	активність катіонів в електроліті
Д	рівноважний електродний потенціал
Е	стандартний електродний потенціал

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,05	0,15	0,2	0,315	0,34	0,351	0,4	0,72	0,8	0,89

Б – Схема гальванічного елементу, вимірювання електрорушійної сили якого дозволяє визначити рівноважний електродний потенціал Cu-електрода:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.–  $\text{Cu} | \text{CuSO}_4 || \text{H}^+ | \text{H}_2, \text{Pt}$

Б.–  $\text{Pt}, \text{H}_2 (P = 1 \text{ атм.}) | \text{H}^+ (C = 1 \text{ моль/л.}) || \text{CuSO}_4 | \text{Cu}$

В.–  $\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{SO}_4 | \text{K}_2\text{SO}_4 (\text{нас.}) || \text{CuSO}_4 | \text{Cu}$

Г.–  $\text{Cu} | \text{CuSO}_4 (C=1 \text{ моль/л}) || \text{KCl} (\text{нас.}) | \text{AgCl}, \text{Ag}$

Д.–  $\text{Cu} | \text{CuSO}_4 (C=1 \text{ моль/л}) || \text{KCl} (\text{нас.}) | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$

В – Напівреакції окиснення і відновлення на електродах:

А	Анодний процес
Б	Катодний процес

А					Б				

1	Окиснення
2	Відновлення
3	$\text{Cu} - 2e \Rightarrow \text{Cu}^{2+}$
4	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
5	$\text{Cu}^{2+} + 2e \Rightarrow \text{Cu}$
6	$\text{H}_2 - 2e \Rightarrow 2\text{H}^+$
7	$\text{Ag}^+ + e \Rightarrow \text{Ag}$
8	$\text{Ag} + \text{Cl}^- - e \Rightarrow \text{AgCl}$

9	$2\text{H}_2\text{O} - 4e \Rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
10	$2\text{Hg} - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$
11	$2\text{Hg}_2^{2+} + 2e \Rightarrow 2\text{Hg}$
12	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \Rightarrow \text{Hg} + 2\text{Cl}^-$
13	$\text{Hg} + 2\text{Cl}^- - 2e \Rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
14	$\text{Ag} - e \Rightarrow \text{Ag}^+$
15	$\text{AgCl} + e \Rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$



С – Вибрати та довести:

Властивості, які має *Си* за положенням в ряді напруг металів:

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

А.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені перед Купрумом;

Б.– окисника;

В.– витіснити метали з розчинів солей, що містять катіони металів, які в ряді активності металів розміщені після Купрума;

Г.– витіснити водень з розбавлених розчинів кислот;

Д.– відновника.

**Тестове завдання 87.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

В результаті пропускання певного струму 0,98 А через водний розчин електроліту  $\text{AgNO}_3$  ( $C(\text{AgNO}_3) = 0,11$  моль/л,  $\text{pH} = 7$ ) впродовж 3 годин на катоді виділилась 11,32 г металу (анода графітові), тому:

А – Основними та супутніми процесами, що відбуваються на електродах, та їх рівноважними електродними потенціалами будуть:

А	катодний, основний
Б	катодний, супутній
В	анодний, основний
Г	анодний, супутній

А	Б	В	Г	Д

*Електродні процеси*

1	$\text{Ag}^+ + \bar{e} \Rightarrow \text{Ag}^0$
2	$2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3	$\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2 + \text{OH}^-$
4	$\text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} \Rightarrow 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2$
5	$\text{OH}^- - 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6	$\text{Ag}^0 - \bar{e} \Rightarrow \text{Ag}^+$

*Рівноважні потенціали  $\varphi$ , В*

<i>a</i>	+1,98
<i>б</i>	-0,816
<i>в</i>	-0,799
<i>г</i>	+1,23
<i>д</i>	+0,8
<i>e</i>	+1,92

Б – Продуктами електролізу на катоді, аноді та в електроліті будуть:

А	на катоді
Б	на аноді
В	в електроліті

А	Б	В

1	2	3	4	5	6	7	8
Кисень	Водень	Срібло	$\text{HNO}_3$	Кисле середовище	Лужне середовище	Розчинення аноду	$\text{Ag}_2\text{O}$

В – Кількісна характеристика процесу електролізу відповідає таким числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д

- А. – електрохімічний еквівалент катодно осадженого металу  $a, \frac{z}{A \cdot z_{од}}$  1. 19,4  
 Б. – маса електроліту, що розклався під час електролізу, г; 2. 1,23  
 В. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на катоді (н.у.), л; 3. 95,5  
 Г. – вихід за струмом, % 4. 4,03  
 Д. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на аноді (н.у.), л 5. 100

**Тестове завдання 88.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

В результаті пропускання 1800 Кл електрики через електроліт NiSO<sub>4</sub> (C(NiSO<sub>4</sub>) = 1,5 моль/л, рН = 5,0) на катоді (з нікелю) виділився нікель, масою, що відповідає виходу за струмом – 70% (анод теж нікелевий). Тоді:

А – Основними та супутніми процесами, що відбуваються на електродах, та їх рівноважними електродними потенціалами будуть:

А	катодний, основний	А	Б	В	Г	Д
Б	катодний, супутній					
В	анодний, основний					
Г	анодний, супутній					

*Електродні процеси*

1	Ni <sup>2+</sup> + 2ē ⇒ Ni <sup>0</sup>
2	2H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2ē ⇒ H <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O
3	H <sub>2</sub> O + 2ē ⇒ H <sub>2</sub> + OH <sup>-</sup>
4	H <sub>2</sub> O - 2ē ⇒ 2H <sup>+</sup> + 1/2O <sub>2</sub>
5	OH <sup>-</sup> - 2ē ⇒ H <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub>
6	Ni <sup>0</sup> - 2ē ⇒ Ni <sup>2+</sup>
7	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 2e ⇒ S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sub>2</sub> O
8	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> + 2e ⇒ SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

*Рівноважні потенціали φ, В*

<i>a</i>	-0,25
<i>б</i>	-0,295
<i>в</i>	+2,0
<i>г</i>	+1,23
<i>д</i>	+0,705
<i>e</i>	-0,245

Б – Продуктами електролізу на катоді, анодні та в електроліті будуть:

А	на катоді	А	Б	В
Б	на аноді			
В	в електроліті			

1	2	3	4	5	6	7	8
Кисень	Водень	Нікель	Ni(OH) <sub>2</sub>	Кисле середовище	Лужне середовище	Розчинення аноду	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

В – Кількісна характеристика процесу електролізу відповідає таким числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д

- А. – електрохімічний еквівалент катодно осадженого металу  $a, \frac{z}{A \cdot z_{од}}$  1. 0,784  
 Б. – маса електроліту, що розклався під час електролізу, г; 2. 1,38  
 В. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на катоді (н.у.), л; 3. 3,64  
 Г. – маса металу, г. 4. 0,224  
 Д. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на аноді (н.у.), л 5. 1,095

**Тестове завдання 89.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

В результаті пропускання струму, силою 1,8 А, через електроліт  $ZnSO_4$  ( $C(ZnSO_4) = 1,0$  моль/л,  $pH = 5$ ) впродовж 1,0 години на катоді (цинковому) виділилась певна маса металу, що відповідає виходу за струмом – 90% (Аноди теж цинкові). Тоді:

А – Основними та супутніми процесами, що відбуваються на електродах, та їх рівноважними електродними потенціалами будуть:

А	катодний, основний	А	Б	В	Г	Д
Б	катодний, супутній					
В	анодний, основний					
Г	анодний, супутній					

*Електродні процеси*

1	$Zn^{2+} + 2e \Rightarrow Zn^0$
2	$2H_3O^+ + 2e \Rightarrow H_2 + 2H_2O$
3	$H_2O + 2e \Rightarrow H_2 + OH^-$
4	$H_2O - 2e \Rightarrow 2H^+ + 1/2O_2$
5	$OH^- - 2e \Rightarrow H_2O + O_2$
6	$Zn^0 - 2e \Rightarrow Zn^{2+}$
7	$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \Rightarrow S_2O_6^{2-} + 2H_2O$
8	$S_2O_8^{2-} + 2e \Rightarrow SO_4^{2-}$

*Рівноважні потенціали  $\varphi$ , В*

а	-0,76
б	-0,295
в	+2,0
г	+1,23
д	+0,705
е	-0,245

Б – Продуктами електролізу на катоді, анодні та в електроліті будуть:

А	на катоді	А	Б	В
Б	на аноді			
В	в електроліті			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кисень	Водень	Цинк	$Zn(OH)_2$	Кисле середовище	Лужне середовище	Розчинення аноду	$H_2SO_4$	$ZnSO_4$

В – Кількісна характеристика процесу електролізу відповідає таким числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д

- А. – електрохімічний еквівалент катодно осадженого металу  $a$ ,  $\frac{z}{A \cdot год}$  1. 4,86
- Б. – маса електроліту, що розклався під час електролізу, г; 2. 1,213
- В. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на катоді (н.у.), л; 3. 1,01
- Г. – маса цинку, г. 4. 0,075
- Д. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на аноді (н.у.), л 5. 1,962

**Тестове завдання 90.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

В результаті пропускання через електроліт  $FeCl_2$  ( $pH = 4,5$ ) кількості електрики 16666 Кл на катоді (з заліза) виділилась 4 г металу (аноли теж залізні). Тоді:

А – Основними та супутніми процесами, що відбуваються на електродах, та їх рівноважними електродними потенціалами будуть:

А	катодний, основний
Б	катодний, супутній
В	анодний, основний
Г	анодний, супутній

А	Б	В	Г	Д

*Електродні процеси*

1	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \Rightarrow \text{Fe}^0$
2	$2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3	$\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2 + \text{OH}^-$
4	$\text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} \Rightarrow 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2$
5	$\text{OH}^- - 2\bar{e} \Rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \Rightarrow \text{Fe}^0$
7	$2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \Rightarrow \text{Cl}_2$

*Рівноважні потенціали  $\varphi$ , В*

<i>a</i>	-0,40
<i>б</i>	-0,27
<i>в</i>	+2,0
<i>г</i>	+1,23
<i>д</i>	+0,705
<i>e</i>	+1,35

Б – Продуктами електролізу на катоді, анодні та в електроліті будуть:

А	на катоді
Б	на аноді
В	в електроліті

А	Б	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кисень	Водень	Метал	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Кисле середовище	Лужне середовище	Розчинення аноду	Хлор	$\text{FeCl}_3 + \text{FeCl}_2$

В – Кількісна характеристика процесу електролізу відповідає таким числовим значенням:

А	Б	В	Г	Д

- А. – електрохімічний еквівалент катодно осадженого металу  $a$ ,  $\frac{z}{A \cdot \text{год}}$  1. 82,6
- Б. – маса електроліту, що розклався під час електролізу, г; 2. 0,34
- В. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на катоді (н.у.), л; 3. 1,045
- Г. – вихід за струмом. 4. 9.
- Д. – об'єм газу, що (можливо) виділяється на аноді (н.у.), л 5. 75

**Тестове завдання 91.** *Розв'язати задачу та навести обчислення:*

В результаті пропускання струму, силою 0,9 А, через електроліт  $\text{SnCl}_2$  ( $C(\text{SnCl}_2) = 1,5$  моль/л, рН = 3) впродовж 3 годин на катоді (метал) виділилось олово, масою, що відповідає виходу за струмом 92% (аноли з олова). Тоді:

А – Основними та супутніми процесами, що відбуваються на електродах, та їх рівноважними електродними потенціалами будуть:

А	катодний, основний
Б	катодний, супутній
В	анодний, основний
Г	анодний, супутній

А	Б	В	Г	Д

Електродні процеси	
1	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sn}^0$
2	$2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3	$\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{OH}^-$
4	$\text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2$
5	$\text{OH}^- - 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6	$\text{Sn}^0 - 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$
7	$2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cl}_2$

Рівноважні потенціали $\varphi$ , В	
<b>a</b>	-0,35
<b>б</b>	-0,27
<b>в</b>	+1,36
<b>г</b>	+1,23
<b>д</b>	+0,705
<b>e</b>	-0,236

**Б** – Продуктами електролізу на катоді, анодні та в електроліті будуть:

<b>A</b>	на катоді
<b>Б</b>	на аноді
<b>В</b>	в електроліті

<b>A</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кисень	Водень	Олово	$\text{Sn}(\text{OH})_3$	Кисле середовище	Лужне середовище	Розчинення аноду	Хлор	$\text{H}_3\text{SnO}_3$

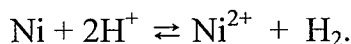
**В** – Кількісна характеристика процесу електролізу відповідає таким числовим значенням:

<b>A</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>

- A.** – електрохімічний еквівалент катодно осадженого металу  $a$ ,  $\frac{e}{A \cdot \text{год}}$  1. 8,8
- Б.** – маса електроліту, що розклався під час електролізу, г; 2. 2,22
- В.** – об'єм газу, що (можливо) виділяється на катоді (н.у.), л ; 3. 1,12
- Г.** – маса олова, г 4. 0,896
- Д.** – об'єм газу, що (можливо) виділяється на аноді (н.у.), л 5. 5,51

**Тестове завдання 92.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

За умов, коли концентрація катіонів Нікеля у розчині –  $C(1/2 \text{Ni}^{2+}) = 0,02$  моль/л;  $p_{\text{H}_2} = 3$ , тиск  $P(\text{H}_2) = 1$  атм. в гальванічному елементі проходить окисно-відновна хімічна реакція



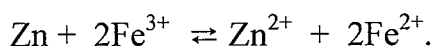
Тоді:

<b>A</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>

- A.** – стандартна електрорушійна сила гальванічного елемента,  $V$  1. 0,25
- Б.** – енергія Гіббса реакції ( $\Delta G^0_r$ ),  $\text{кДж}$  2. 8,475
- В.** – логарифм константи рівноваги реакції ( $\lg K_p$ ) 3. 0,486
- Г.** – електрорушійна сила гальванічного елемента,  $V$  4. – 48,25

**Тестове завдання 93.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

За умов, коли еквівалентні концентрації катіонів у розчинах відповідно становлять  $C(1/2 \text{ Fe}^{3+}) = 0,3$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Zn}^{2+}) = 0,002$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Fe}^{2+}) = 0,02$  моль/л в гальванічному елементі проходить окисно-відновна хімічна реакція:



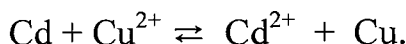
Тоді:

А	Б	В	Г

- А. – стандартна електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 1. – 295,3  
Б. – енергія Гіббса реакції ( $\Delta G^0_r$ ), кДж; 2. 51,86  
В. – логарифм константи рівноваги реакції ( $\lg K_p$ ). 3. 1,68  
Г. – електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 4. 1,53

**Тестове завдання 94.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

За умов, коли концентрації йонів у розчинах відповідно становлять  $C(1/2 \text{ Cu}^{2+}) = 0,02$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Cd}^{2+}) = 0,002$  моль/л, в гальванічному елементі проходить окисно-відновна хімічна реакція:



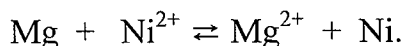
Тоді:

А	Б	В	Г

- А. – стандартна електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 1. 0,743  
Б. – енергія Гіббса реакції ( $\Delta G^0_r$ ), кДж; 2. 0,77  
В. – логарифм константи рівноваги реакції ( $\lg K_p$ ). 3. 25,2  
Г. – електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 4. – 143,4

**Тестове завдання 95.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

За умов, коли концентрації катіонів у розчинах відповідно становлять  $C(1/2 \text{ Ni}^{2+}) = 0,02$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Mg}^{2+}) = 0,02$  моль/л, в гальванічному елементі проходить окисно-відновна хімічна реакція



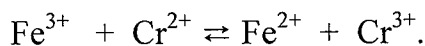
Тоді:

А	Б	В	Г

- А. – стандартна електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 1. – 409,16  
Б. – енергія Гіббса реакції ( $\Delta G^0_r$ ), кДж; 2. 2,12  
В. – логарифм константи рівноваги реакції ( $\lg K_p$ ). 3. 71,86  
Г. – електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 4. – 22,5

**Тестове завдання 96.** Розв'язати задачу та навести обчислення:

За умов, коли концентрації катіонів у розчинах відповідно становлять  $C(1/2 \text{ Cr}^{2+}) = 0,02$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Fe}^{2+}) = 0,02$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Fe}^{3+}) = 0,03$  моль/л;  $C(1/2 \text{ Cr}^{3+}) = 0,03$  моль/л, в гальванічному елементі проходить окисно-відновна хімічна реакція:



Тоді:

А	Б	В	Г
			?

- А. – стандартна електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 1. 0,36  
Б. – енергія Гіббса реакції ( $\Delta G_r^0$ ), кДж; 2. 20  
В. – логарифм константи рівноваги реакції ( $\lg K_p$ ). 3. 1,18  
Г. – електрорушійна сила гальванічного елемента, В; 4. -113,9

## VI.5. МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

### «ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА. АДСОРБЦІЯ. КОЛОЇДНО-ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ»

#### Тестове завдання 1 *Вибрати правильні відповіді:*

Внутрішній тиск рідини (води) зумовлений:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Дією сил електростатичного притягання;
2. Утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків;
3. Дією сил притягання Ван дер Ваальса;
4. Утворенням внутрішньомолекулярних водневих зв'язків
5. Встановленням рівноваги між силами притягання і відштовхування.

#### Тестове завдання 2 *Вибрати правильну відповідь:*

Тиском насиченої пари називається:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. тиск пари речовини над поверхнею розподілу фаз розчин-газ;
2. тиск насиченої пари речовини над поверхнею розподілу фаз розчин –газ;
3. тиск пари речовини над поверхнею тіла;
4. тиск насиченої пари речовини над поверхнею тіла в стані рівноваги.

#### Тестове завдання 3 *Вибрати правильні відповіді:*

Питомаю поверхнею називають:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Поверхню одиниці маси речовини;
2. Поверхню одиниці об'єму речовини;
3. Поверхню межі розподілу фаз;
4. Поверхню частинки колоїдного ступеня дисперсності.

#### Тестове завдання 4 *Вибрати правильну відповідь:*

Дисперсність системи залежить від:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Величини питомої поверхні частинок системи;
2. Форми, кривизни та нерівності поверхні частинок;
3. Ступеня подрібненості часточок системи;
4. Природи речовини.

#### Тестове завдання 5 *Вибрати найбільш правильну відповідь:*

Енергетична некомпенсованість молекул на межі розподілу фаз зумовлена:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Силами міжмолекулярної взаємодії в об'ємі системи;
2. Дією внутрішнього тиску речовини;
3. Характером міжмолекулярної взаємодії частинок міжфазної поверхні;
4. Взаємодією молекул поверхневого шару з молекулами двох контактуючих фаз.



**Тестове завдання 6** *Вибрати правильні відповіді:*

Поверхневим натягом називають:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Роботу утворення одиниці поверхні;
2. Здатність молекул речовини переходити з об'єму речовини в поверхневий молекулярний шар;
3. Енергію утворення поверхневого шару;
4. Вільну енергію утворення одиниці поверхні.

**Тестове завдання 7** *Вибрати правильну відповідь:*

Одиниці вимірювання поверхневого натягу:

1	2	3	4
---	---	---	---

1	2	3	4
Н/м	Дж/м <sup>2</sup>	Дж м	Н/м <sup>2</sup>

**Тестове завдання 8** *Вибрати правильну відповідь:*

Поверхневий натяг збільшується в ряді речовин (врахувати полярність молекул):

1	2	3	4
---	---	---	---

1. H<sub>2</sub>O; C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
2. C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH; CH<sub>3</sub>OH; H<sub>2</sub>O;
3. H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; CH<sub>3</sub>COOH; C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH;
4. Толуол, анілін, гексан.

**Тестове завдання 10** *Вибрати правильну відповідь:*

Одиниці вимірювання величини адсорбції на межі розподілу фаз газ/тверда фаза адсорбента:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6
моль/кг	м <sup>3</sup> /кг	кг/м <sup>3</sup>	моль/м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup> /моль	кг/моль

**Тестове завдання 11** *Вибрати правильну відповідь:*

Змочуванням називають:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Ефект розтікання рідини та поверхні конденсованої фази;
2. Результат співвідношення сил міжмолекулярної взаємодії в точці контакту трьох фаз (тверде тіло-рідина-газ);
3. Розтікання рідкої фази по поверхні твердого тіла;
4. Результат дії сили міжмолекулярного притягання та відштовхування в контактуючій рідкій та твердій фазах.

**Тестове завдання 12** *Вибрати правильну відповідь:*

Величину змочування кількісно характеризують:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. Краєвим кутом змочування;
2. Тепловим ефектом змочування;
3. Адсорбцією речовини на межі розподілу фаз;
4. Адгезією рідини на конденсованій фазі;
5. Гідрофільним-гідрофобним балансом

**Тестове завдання 13** *Вибрати правильні відповіді:*

Розтікання відбувається на межі контакту:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. рідини з рідиною;
2. газ - рідина;
3. рідина - тверде тіло;
4. газ – тверде тіло

**Тестове завдання 14** *Вибрати правильну відповідь:*

Флотацією називають:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. спосіб виділення металоносних мінералів з руд під дією кислотної обробки останніх;
2. метод подрібнення мінералів, що входять до складу руд під дією ультразвуку;
3. спосіб збагачення руд, оснований на принципі дії сил взаємодії на МРФ;
4. метод виділення мінералів, оснований на принципі дії фізичних факторів.

**Тестове завдання 15** *Вибрати правильні відповіді:*

Явище флотації зумовлене тим, що середовище:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. має різний кут змочування на межі з мінералом та пустою породою;
2. добре змочує мінерал і не змочує пусту породу руди;
3. не змочує мінерал і добре змочує пусту породу руди;
4. на межі з мінералом і пустою породою руди має різний поверхневий натяг;
5. є таким же як і мінерал за гідрофільними або гідрофобними властивостями;
6. є таким же як пуста порода за гідрофільними або гідрофобними властивостями.

**Тестове завдання 16** *Вибрати правильну відповідь:*

Поверхневою активністю речовин називають їх здатність:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. підвищувати поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
2. знижувати поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
3. впливати на розподіл сил міжмолекулярної взаємодії на межі розподілу фаз;
4. адсорбуватись і збільшувати поверхневу енергію межі розподілу фаз;
5. адсорбуватись і зменшувати поверхневу енергію межі розподілу фаз.

**Тестове завдання 17** *Вибрати правильну відповідь:*

Метод максимального тиску в пухирці газу (метод Ребіндера) оснований на:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. протискуванні пухирця газу по капіляру, зануреному в рідину;
2. вимірюванні тиску, при якому відривається пухирець газу від капіляру;
3. створенні різниці тисків: зовні та в середині системи;
4. вимірюванні тиску на межі розподілу рідина/розчин.

**Тестове завдання 19** *Вибрати правильну відповідь:*

Ряд неіоногенних молекул поверхнево-активних речовин (ПАР):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1.  $C_4H_{10}$  ;  $C_2H_6$  ;  $C_3H_6$ ;  $C_2H_5OH$ ;
2.  $C_2H_5OH$ ;  $CH_3OH$  ;  $C_3H_7OH$ ;
3.  $CH_3COOH$  ;  $C_{17}H_{33}COOH$ ;  $C_3H_7COOH$ ;
4.  $CH_3COONa$ ;  $C_{17}H_{33}OH$ ;  $C_3H_7COONa$ ;
5.  $[(C_6H_5)RH(CH_3)]Cl$ ;  $[R-N(CH_3)_2-C_2H_5]SO_4$ ;  $RNH_3Cl$

**Тестове завдання 20** *Вибрати правильну відповідь:*

Ряд катіонактивних молекул поверхнево-активних речовин (ПАР):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1.  $C_4H_{10}$  ;  $C_2H_6$  ;  $C_3H_6$ ;  $C_2H_5OH$ ;
2.  $C_2H_5OH$ ;  $CH_3OH$  ;  $C_3H_7OH$ ;
3.  $CH_3COOH$  ;  $C_{17}H_{33}COOH$ ;  $C_3H_7COOH$ ;
4.  $CH_3COONa$ ;  $C_{17}H_{33}OH$ ;  $C_3H_7COONa$ ;
5.  $[(C_6H_5)R(CH_3)-NH]Cl$ ;  $[R-N(CH_3)_2-C_2H_5]SO_4$ ;  $RNH_3Cl$

**Тестове завдання 21** *Вибрати правильні відповіді:*

Ряд аніонактивних молекул поверхнево-активних речовин (ПАР):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1.  $C_4H_{10}$  ;  $C_2H_6$  ;  $C_3H_6$ ;  $C_2H_5OH$ ;
2.  $C_2H_5OH$ ;  $CH_3OH$  ;  $C_3H_7OH$ ;
3.  $CH_3COOH$  ;  $C_{17}H_{33}COOH$ ;  $C_3H_7COOH$ ;
4.  $CH_3COONa$ ;  $C_{17}H_{33}OH$ ;  $C_3H_7COONa$ ;
5.  $[(C_6H_5)NH(CH_3)]Cl$ ;  $[R-N(CH_3)_2-C_2H_5]SO_4$ ;  $RNH_3Cl$

**Тестове завдання 22** *Вибрати найбільш правильну відповідь:*

Поверхнево-активні властивості притаманні молекулам речовини, якщо:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. вони містять розгалужений вуглеводневий радикал;
2. молекули є дифільними;
3. утворюють в середовищі розчинника йони;
4. характеризуються леткістю;
5. мають полярні групи;
6. їм відповідає речовина з ліпофільними властивостями;
7. їм відповідає речовина з ліпофобними властивостями;
8. їм властива певна величина гідрофільно-ліпофільного балансу

**Тестове завдання 23** *Вибрати правильну відповідь:*

Найбільшу поверхневу активність матимуть ПАР, що характеризуються:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. обмеженою розчинністю у середовищі;
2. леткістю;
3. безмежною розчинністю у розчиннику;
4. великою теплоємністю.

**Тестове завдання 24** Вибрати правильну відповідь:

Теорія, яка найбільш точно характеризує адсорбцію на межі розподілу фаз, це:

1	2	3
---	---	---

1. теорія надлишкових величин Гіббса;
2. теорія Ленгмюра;
3. теорія Брунауера, Еммета та Теллера (БЕТ).

**Тестове завдання 25** Вибрати правильну відповідь:

Хемосорбцією називають - процеси адсорбції речовини на межі розподілу фаз, якщо:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. адсорбція речовини веде до утворення мономолекулярного шару адсорбованої речовини;
2. адсорбція речовини супроводжується утворенням поверхневих хімічних сполук;
3. адсорбція є полімолекулярною;
4. адсорбція зумовлена капілярною конденсацією речовини.

**Тестове завдання 26** Вибрати правильні відповіді:

Фізичною адсорбцією називається процес адсорбції речовини на межі розподілу фаз, якщо адсорбція:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. зумовлена силами Ван дер Ваальса;
2. супроводжується утворенням хімічних зв'язків;
3. зумовлена утворенням слабких міжмолекулярних водневих зв'язків;
4. зумовлена утворенням сильних міжмолекулярних водневих зв'язків;
5. зумовлена силами йон-дипольної взаємодії;
6. зумовлена силами електростатичної взаємодії.

**Тестове завдання 27** Вибрати правильну відповідь:

Ізотерми мономолекулярної адсорбції будуються в координатах:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.  $1/\Gamma - C(x)$ ;
2.  $C/\Gamma - 1/C$ ;
3.  $\Gamma - C(x)$ ;
4.  $\Gamma - 1/C$ ;
5.  $\sigma - C(x)$ ;
6.  $\ln \Gamma - \ln C(x)$

**Тестове завдання 28** Вибрати правильну відповідь:

Для розрахунку площі, яку займає одна молекула адсорбату на поверхні адсорбенту необхідно знати:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. тиск насиченої пари адсорбованої речовини;
2. максимальну адсорбцію речовини на межі розподілу фаз;
3. питому поверхню мономолекулярного адсорбційного шару;
4. хімічну формулу ПАР;
5. густину речовини ПАР

**Тестове завдання 29** *Вибрати правильну відповідь:*

Визначити максимальну адсорбцію речовини на межі розподілу фаз дозволяє рівняння:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Гіббса;
2. Ленгмюра;
3. Фрейндліха;
4. БЕТ.

**Тестове завдання 30** *Вибрати правильну відповідь:*

Ефект Тіндаля пов'язаний з явищем:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Поглинання світла певної довжини;
2. Випромінення світла певної довжини;
3. Розсіяння світла певної довжини;
4. Відбивання світла від межі розподілу фаз.

**Тестове завдання 31** *Вибрати правильну відповідь:*

Седиментаційний аналіз оснований на здатності полідисперсного порошкоподібного адсорбенту:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. злипатись під впливом дії фізичних факторів;
2. осідати під дією сил тяжіння;
3. спливати в рідкому середовищі;
4. коагулювати у середовищі;
5. агрегувати під впливом дії фізичних факторів.

**Тестове завдання 32** *Вибрати правильну відповідь:*

Хроматографічний аналіз дозволяє:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. Виділити речовини із суміші або розчинів у відповідності з температурами кристалізації речовин;
2. Розділити багатокомпонентні суміші, що зумовлено розподілом компонентів між рухомою і нерухомою фазами;
3. Розділити суміші речовин у відповідності з температурами кипіння речовин;
4. Виділити компоненти з розчинів або сумішей в залежності від їх здатності утворювати азеотропні системи.

**Тестове завдання 33** *Вибрати правильну відповідь:*

Аніонітами називають адсорбенти, в яких:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. власні аніони замінюється на аніони середовища;
2. власні катіони замінюються на катіони середовища;
3. власні йони замінюються на молекули середовища;
4. на поверхні із середовища адсорбуються аніони.

**Тестове завдання 34** Вибрати правильну відповідь:

Катіонами називають адсорбенти, в яких:

1	2	3	4
---	---	---	---

1. замінюється власні аніони на аніони, що присутні в середовищі;
2. замінюються власні катіони на катіони, що присутні в середовищі;
3. власні йони заміщуються на молекули середовища;
4. на поверхні із середовища адсорбуються аніони.

**Тестове завдання 35** Вибрати правильні відповіді:

Явище катіонного обміну відображає рівняння:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.  $RH + NaOH = RNa + H_2O$ ;
2.  $2RH + CaCl_2 = R_2Ca + 2HCl$ ;
3.  $ROH + HCl = H_2O + RCl$ ;
4.  $2ROH + Na_2SO_4 = R_2SO_4 + 2NaOH$
5.  $Na_2(\text{пермутит}) + CaSO_4 = Ca(\text{пермутит}) + Na_2SO_4$
6.  $(R_1R_2NH_2)OH + NaCl = (R_1R_2NH_2)OH + NaOH$

**Тестове завдання 36** Вибрати правильну відповідь:

Явище аніонного обміну відображає рівняння:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1.  $RH + NaOH = RNa + H_2O$ ;
2.  $2RH + CaCl_2 = R_2Ca + 2HCl$ ;
3.  $ROH + HCl = H_2O + RCl$ ;
4.  $2ROH + Na_2SO_4 = R_2SO_4 + 2NaOH$
5.  $Na_2(\text{пермутит}) + CaSO_4 = Ca(\text{пермутит}) + Na_2SO_4$
6.  $(R_1R_2NH_2)OH + NaCl = (R_1R_2NH_2)OH + NaOH$

**Тестове завдання 37** Вибрати правильні відповіді:

Адсорбційна здатність йонів збільшується в ряду:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1.  $Ra^{2+} < Ba^{2+} < Ca^{2+} < Mg^{2+}$ ;
2.  $Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$ ;
3.  $Na^+ < Mg^{2+} < Al^{3+}$ ;
4.  $[NH_4]^+ < Ca^{2+} < Fe^{3+}$
5.  $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^+$ ;

**Тестове завдання 38** Вибрати правильну відповідь:

Зменшення товщини гідратної оболонки спостерігається ряду йонів:

1	2	3	4
---	---	---	---

1.  $Ra^{2+} > Ba^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+}$ ;
2.  $Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$ ;
3.  $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$ ;
4.  $Fe^{3+} > Ca^{2+} > [NH_4]^+$ .

**Тестове завдання 39** Вибрати правильну відповідь:

Електрокінетичний потенціал виникає в межах подвійного електричного шару, а саме:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. на межі адсорбційного і дифузійного шарів протиіонів;
2. на межі потенціалвизначального та адсорбційного шарів протиіонів;
3. в товщі дифузійного шару поряд з адсорбційним;
4. на поверхні дисперсної часточки;
5. в товщі адсорбційного шару поряд з дифузійним.

**Тестове завдання 40** Вибрати правильну відповідь:

Фізичну адсорбцію речовин на межі розподілу фаз характеризують як:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. переважно необоротний процес;
2. оборотний процес;
3. процес, який інтенсифікується при збільшенні температури;
4. процес, який пригнічується при збільшенні температури;
5. езотермічний процес;
6. селективний з адсорбцією лише специфічних молекул або йонів;
7. відбувається при утворенні поверхневих хімічних сполук.

**Тестове завдання 41** Вибрати правильну відповідь:

Хімічну адсорбцію речовин на межі розподілу фаз характеризують як процес:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. який інтенсифікується при збільшенні температури;
2. який пригнічується при збільшенні температури;
3. що відбувається з виділенням теплоти;
4. що відбувається з поглинанням теплоти;
5. що відбувається при утворенні поверхневих хімічних сполук;
6. селективний з адсорбцією лише специфічних молекул або йонів.

**Тестове завдання 42** Вибрати правильні відповіді:

Умовами термодинамічної стійкості ліофобних золей є:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. відсутність довільного диспергування у дисперсійному середовищі;
2. довільне диспергування в дисперсійному середовищі;
3. велика вільна енергія поверхні розподілу фаз;
4. нескінченно малий поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
5. великий поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
6. довільна агрегація та коагуляція;
7. необхідність стабілізації дисперсної фази у дисперсійному середовищі.

**Тестове завдання 43** Вибрати правильні відповіді:

Умовами термодинамічної стійкості ліофільних колоїдних розчинів є:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. відсутність довільного диспергування у дисперсійному середовищі;
2. довільне диспергування в дисперсійному середовищі;
3. велика вільна енергія поверхні розподілу фаз;
4. нескінченно малий поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
5. великий поверхневий натяг на межі розподілу фаз;
6. довільна агрегація та коагулююляція;
7. необхідність стабілізації дисперсної фази у дисперсійному середовищі.

**Тестове завдання 44** *Вибрати правильні відповіді:*

Коагуляція у водних розчинах – ліофобних золях відбувається при додаванні:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. електролітів, що «віднімають» воду;
2. до розчину органічного розчинника;
3. електролітів, що не впливають на будову подвійного електричного шару міцели;
4. електролітів, які зменшують величину електрокінетичного потенціалу міцели;
5. електролітів, які зменшують величину електрокінетичного потенціалу міцели;
6. електролітів, які зумовлюють утворення нульового заряду гранули міцели;
7. електролітів, що утворюють нерозчинні сполуки з поверхневими йонами ядра;

**Тестове завдання 45** *Вибрати правильні відповіді:*

Коагуляція водних розчинів ліофільних колоїдних систем відбувається при додаванні:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1. електролітів, що «віднімають» воду;
2. до розчину органічного розчинника;
3. електролітів, що не впливають на будову подвійного електричного шару міцели;
4. електролітів, які зменшують величину електрокінетичного потенціалу міцели;
5. електролітів, які зменшують величину електрокінетичного потенціалу міцели;
6. електролітів, які зумовлюють утворення нульового заряду гранули міцели;
7. електролітів, що утворюють нерозчинні сполуки з поверхневими йонами ядра;

**Тестове завдання 46** *Вибрати правильні відповіді:*

Стабілізація часточок дисперсної фази ліофобних колоїдних розчинів відбувається за умов:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. зближення часточок дисперсної фази та їх контакту поверхню твердої фази;
2. збільшення товщини дифузійної частини подвійного електричного шару ПЕШ;
3. зменшення товщини дифузійної частини подвійного електричного шару ПЕШ;
4. зменшення повного потенціалу поверхні часток дисперсної фази;
5. збільшення повного потенціалу поверхні часток дисперсної фази;
6. нейтралізації поверхневого заряду дисперсної фази
7. часткової компенсації поверхневого заряду дисперсної фази в межах адсорбційного шару ПЕШ
8. додаткової адсорбції оліго- або полімерних молекул речовин.



**Тестове завдання 47** *Вибрати правильні відповіді, встановити їх логічну послідовність:*

Правило Р. Панета та К. Фаянса формулюється так:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

1. на поверхні контакту кристалу з середовищем адсорбуються йони;
2. йони добудовують кристалічну решітку;
3. йони мають протилежний знак до йонів, що входять до складу кристалічної ґратки;
4. йони мають протилежний знак до йонів, що визначають потенціал поверхні кристалу;
5. на поверхні кристалічної речовини відбувається десорбція певних йонів;
6. на поверхні кристалічної решітки йони утворюють важкорозчинні сполуки.

**Тестове завдання 48** *Вибрати правильні відповіді, встановити їх правильну послідовність:*

Правило значності Шульце – Гарді формулюється так:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1. коагулююча дія тим вище, чим більшим є заряд йона;
2. коагулююча дія тим вище, чим менше заряд йона;
3. коагулюючу дію мають йони, знак заряду якого протилежний до заряду йонів, що визначають потенціал поверхні кристалу міцели золю;
4. коагулюючу дію мають йони, заряд якого протилежний до протиіонів дифузійного шару міцели;
5. коагулюючу дію мають йони електроліту, знак заряду яких такий як і заряд потенціалвизначальних йонів міцели.

**Тестове завдання 49** *Вибрати правильні відповіді та розмістити їх з правильному порядку:*

Йони-коагулянти, при додаванні їх до золю ферум(III) гідроксиду (отриманого шляхом гідролізу водного розчину солі ферум(III) хлориду), можна розмістити у порядку збільшення їх коагулюючої дії у такий ряд:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

- |                          |                                             |
|--------------------------|---------------------------------------------|
| 1. хлорид-аніони;        | 5. аніони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ; |
| 2. натрій-катіони;       | 6. аніони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; |
| 3. сульфат-аніони;       | 7. ферум(III)- катіони.                     |
| 4. йони $\text{FeO}^+$ ; |                                             |

**Тестове завдання 50** *Вибрати правильні відповіді:*

Золь  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , який отримано шляхом гідролізу водного розчину солі ферум(III) хлориду, можна перезарядити при додаванні йонів:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

- |                          |                                             |
|--------------------------|---------------------------------------------|
| 1. хлорид-аніони;        | 5. аніони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ; |
| 2. натрій-катіони;       | 6. аніони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; |
| 3. сульфат-аніони;       | 7. ферум(III)- катіони.                     |
| 4. йони $\text{FeO}^+$ ; |                                             |

**Тестове завдання 51** Вибрати правильну відповідь:

Заряд поверхні часток золю  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , який отримано шляхом гідролізу водного розчину солі ферум(III) хлориду, може збільшитись при додаванні йонів:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

- |                          |                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------|
| 1. хлорид-аніони;        | 5. йони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ; |
| 2. натрій-катіони;       | 6. йони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; |
| 3. сульфат-аніони;       | 7. ферум(III)- катіони.                   |
| 4. йони $\text{FeO}^+$ ; |                                           |

**Тестове завдання 52** Вибрати правильні відповіді:

Порогом коагуляції називають найменшу концентрацію електроліту – коагулянту, при якому спостерігаються явища:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1. седиментації;
2. агрегації;
3. висолювання;
4. агрегації і седиментації;
5. зміна забарвлення;
6. мутності;
7. збільшення прозорості розчину;
8. осідання;
9. спливання.

**Тестове завдання 53** Встановити відповідність між:

Величиною кута змочування твердої поверхні та характером поведінки рідини на поверхні розподілу фаз тверде тіло/рідина:

А	Б	В	Г

- |                    |                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------|
| А. $\theta > 90$ ; | 1. часткове змочування твердої поверхні рідиною;   |
| Б. $\theta = 90$   | 2. незмочування твердої поверхні рідиною;          |
| В. $\theta < 90$ ; | 3. повне змочування твердої поверхні рідиною;      |
| Г. $\theta = 180$  | 4. селективне змочування твердої поверхні рідиною. |

**Тестове завдання 54** Встановити відповідність між:

умовою розтікання та типом поведінки масляної краплі на поверхні води:

А	Б	В

- |                                                                                       |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| А. $\sigma_{\text{вода/Г}} - (\sigma_{\text{м/Г}} + \sigma_{\text{м/вода}}) \geq 0$ ; | 1. нерозтікання;          |
| Б. $\sigma_{\text{вода/Г}} - (\sigma_{\text{м/Г}} + \sigma_{\text{м/вода}}) \leq 0$ ; | 2. часткове розтікання;   |
| В. $\sigma_{\text{вода/Г}} - (\sigma_{\text{м/Г}} + \sigma_{\text{м/вода}}) = 0$ ;    | 3. розтікання;            |
|                                                                                       | 4. селективне розтікання. |

**Тестове завдання 55** Встановити відповідність між:

здатністю речовини виявляти поверхневу активність та математичним виразом, що виражає її кількісно:

А	Б	В

- А. речовини, які зменшують поверхневий натяг;  
Б. речовини, що не впливають на поверхневий натяг;  
В. речовини, що збільшують поверхневий натяг.

1.  $-\Delta\sigma/\Delta C > 0$ ;  
2.  $-\Delta\sigma/\Delta C < 0$ ;  
3.  $-\Delta\sigma/\Delta C = 0$ ;

**Тестове завдання 56** Встановити відповідність між:

методом вимірювання поверхневого натягу та його математичною характеристикою:

А	Б	В

- А. метод максимального тиску в пухирці;  
Б. сталагмометричний;  
В. метод капілярного підняття рідини.

1.  $\sigma = \Delta\rho r g h/2\cos\theta$ ;  
2.  $\sigma = k \Delta p$ ;  
3.  $\sigma_{\text{рід/газ}} = \sigma_{\text{води}} (\rho n_{\text{води}}/\rho_{\text{води}}n)$ ,  
де  $n$  - число крапель

**Тестове завдання 57** Встановити відповідність між:

типом йонів – коагулянтів та їх впливом на будову подвійного електричного шару міцел ліофобних золей:

А	Б	В	Г

- А. Індиферентні йони;  
Б. Неіндиферентні йони  
В. Протиіони  
Г. Потенціалвизначальні йони

1. забезпечують йонний обмін з протиіонами ПЕШ;  
2. перезаряджають часточки золю в еквівалентній кількості;  
3. здатні до специфічної адсорбції на поверхні часток дисперсної фази;  
4. сприяють стисканню дифузійної частини шару ПЕШ;  
5. перезаряджають часточки золю в надеквівалентній кількості;  
6. йони мають такий знак заряду, як протиіони;  
7. йони здатні добудовувати кристалічну ґратку і бути ПВІ.

**Тестове завдання 58** Встановити відповідність між:

типом стійкості колоїдної системи та силами, що переважають при зближенні двох часточок золю в кожній з них:

А	Б	В	Г

- А. агрегативно стійкої системи;
- Б. агрегативно нестійкої системи
- В. кінетично стійкої системи
- Г. кінетично нестійкої системи

- 1. сили міжмолекулярного притягання Ван дер Ваальса;
- 2. сили міжмолекулярного відштовхування Ван дер Ваальса;
- 3. сили електростатичного відштовхування; сили електростатичного притягання; сили йон-дипольної взаємодії.

**Тестове завдання 59** Встановити відповідність між назвою правила та математичною формулою, що його виражає:

А	Б	В	Г

- А. Правило Антонова;
- Б. Правило Траубе;
- В. Правило Ребіндера;
- Г. Правило Юнга.

- 1.  $g_{n+1} / g_n = const = 3,2$
- 2.  $\sigma_{P(1)-P(2)} = \sigma_{P(1)-\Gamma} - \sigma_{P(2)-\Gamma}$
- 3.  $\cos\theta = \frac{\sigma_{T/\Gamma} - \sigma_{T/P}}{\sigma_{P/\Gamma}}$
- 4.  $\Delta\Pi = \frac{\varepsilon_1 - 1}{\varepsilon_1 + 2} - \frac{\varepsilon_2 - 1}{\varepsilon_2 + 2}$

**Тестове завдання 60** Встановити відповідність між назвою та рівнянням, яким характеризують процеси адсорбції речовин на межі розподілу фаз:

А	Б	В	Г	Д

- А. Рівняння Гіббса;
- Б. Рівняння Шишковського;
- В. Рівняння Ленгмюра;
- Г. Рівняння Фрейндліха;
- Д. Рівняння БЕТ

- 1.  $A = A_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc}$
- 2.  $A = \Gamma = kP^{1/n}$
- 3.  $A = A_{\infty} \frac{C \left( \frac{P}{P_s} \right)}{\left( 1 - \frac{P}{P_s} \right) \left[ 1 + (C - 1) \frac{P}{P_s} \right]}$
- 4.  $-d\sigma = \sum_i \Gamma_i d\mu_i$
- 5.  $\sigma = \sigma_0 - A_{\infty} RT \ln(1 + K \cdot C(x))$

**Тестове завдання 61** Встановити відповідність між видами та факторами стійкості колоїдних розчинів:

А	Б

А.  
Б.

агрегативна стікість;  
седиментаційна стійкість.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

збільшення в'язкості середовища;  
зменшення в'язкості середовища;  
формування ПЕШ на межі поділу фаз;  
зменшення поверхневого натягу на МРФ;  
збільшення поверхневого натягу на МРФ;  
збільшення ентропії системи;  
зменшення ентропії системи.

**Тестове завдання 62** Встановити відповідність між

Назвою рівняння та відповідним його математичним виразом:

А	Б	В

А.  
Б.  
В.

Рівняння Лапласа;  
Рівняння Кельвіна (Томсона)  
Рівняння Дюпре-Юнга

1.  
2.  
3.

$$\ln \frac{P}{P_s} = \frac{\sigma V}{RT} \frac{dS}{dV}$$

$$W_{\text{адг.}} = \sigma_{\text{Т/Г}} (1 + \cos \theta)$$

$$\Delta p = \sigma \frac{dS}{dV}$$

**Тестове завдання 63** Вибрати правильну відповідь та встановити відповідність між

назвою рівняння, яке виражає молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем, та відповідним його математичним виразом:

А	Б	В	Г	Д	Е

А.  
Б.  
В.  
Г.  
Д.  
Е.

Рівняння Стокса;  
Рівняння Ейнштейна-Смолуховського;  
Рівняння Пуазейля;  
Рівняння Релея  
Рівняння Штаудінгера  
Рівняння Ейнштейна

1.  
2.  
3.

$$U = \frac{2g(\rho - \rho_0)r^2}{9\eta}$$

$$\eta_{\text{пит}} = KM(X)C(X)$$

$$\bar{\Delta}^2 = \frac{RT}{3\pi r\eta N_A} \cdot t$$

4.  
5.  
6.

$$R_I = I_0 K \frac{V^2}{\lambda^4}$$

$$V = \frac{\pi r^4}{8l} \frac{pt}{\eta}$$

$$\eta = \eta_0 (1 + \alpha \psi)$$

**Тестове завдання 64** Встановити відповідність між

назвою рівняння та математичним виразом, яке характеризує структурні елементи міцели:

А	Б	В

А.  
Б.  
В.

Повний потенціал поверхні;  
Дзета-потенціал;  
Дифузійний шар, товщина

1  
2.

$$\zeta = \frac{\eta U_0}{\epsilon \epsilon_0 E}$$

$$\varphi = \varphi_\delta e^{-\chi x}$$

3.

$$\lambda = k \sqrt{\frac{\epsilon T}{\sum_i C_{0,i} z_i}}$$

**Тестове завдання 65** Встановити відповідність між

Між фактором стійкості міцел колоїдних розчинів та його фізико-хімічною природою:

А	Б

А	Термодинамічні фактори;
Б	Кінетичні фактори.

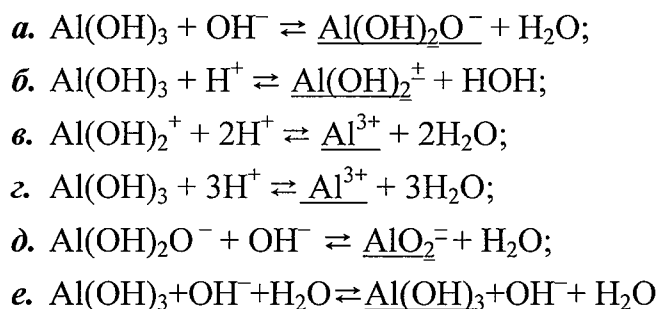
- 1) електростатичне відштовхування міцел;
- 2) електростатичне притягання міцел;
- 3) збільшення в'язкості середовища;
- 4) зменшення в'язкості середовища
- 5) зменшення рухливості міцел;
- 6) збільшення рухливості міцел;
- 7) адсорбція із збільшенням потенціалу поверхні;
- 8) адсорбція із зменшенням потенціалу поверхні.

**Тестове завдання 66** Встановити відповідність між

Кислотністю середовища (А–Е), механізмом утворення йонів ПВІ (а–е) на поверхні колоїдних часточок  $Al(OH)_3$  та знаком заряду гранул міцели (1–3):

А	Б	В	Г	Д

- А.  $pH < 7$ ;  
 Б.  $pH = 7$ ;  
 В.  $pH \gg 7$ ;  
 Г.  $pH > 7$ ;  
 Д.  $pH \ll 7$ .



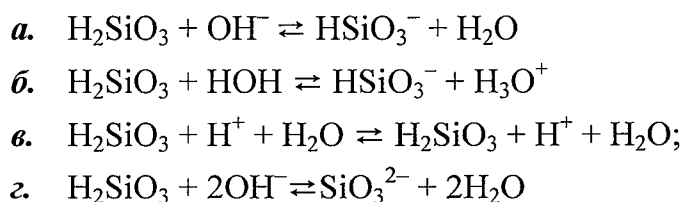
1. позитивний;
2. негативний;
3. нульовий

**Тестове завдання 67** Встановити відповідність між

Кислотністю середовища, механізмом утворення йонів ПВІ на поверхні колоїдних часточок  $H_2SiO_3$  (а–в) та знаком заряду міцел:

А	Б	В	Г

- А.  $pH < 7$ ;  
 Б.  $pH = 7$ ;  
 В.  $pH > 7$ ;  
 Г.  $pH \gg 7$ .



1. позитивний;
2. негативний;
3. нейтральний

**Тестове завдання 68** Розв'язати задачу:

Поріг коагуляції (моль/л) для золю аргентум(I) йодиду, якщо коагуляція 10 мл золю відбувається при додаванні 4,5 мл розчину барій нітрату з еквівалентною концентрацією 0,1 моль/л, становить:

A B B Г Д E					
A	B	B	Г	Д	
1,25	22,5	150	5,0	0,2	

**Тестове завдання 69** Розв'язати задачу:

Поріг коагуляції (моль/л) для золю аргентум(I) йодиду, якщо коагуляція 10 мл золю відбувається при додаванні 0,2 мл розчину алюміній нітрату з молярною концентрацією 0,1 моль/л, становить:

A B B Г Д				
A	B	B	Г	Д
1,25	22,5	150	5,0	0,2

**Тестове завдання 70** Розв'язати задачу:

Поріг коагуляції (моль/л) для золю аргентум(I) йодиду, якщо коагуляція 10 мл золю відбувається при додаванні 1,5 мл розчину калій нітрату з молярною концентрацією 1 моль/л, становить:

A B B Г Д				
A	B	B	Г	Д
1,25	22,5	150	5,0	0,2

**Тестове завдання 71** Розв'язати задачу:

Поріг коагуляції (моль/л) для золю ферум(III) гідроксиду, якщо коагуляція 10 мл золю відбувається при додаванні 7,6 мл розчину натрій хлориду з молярною концентрацією 2 моль/л, становить:

A B B Г Д				
A	B	B	Г	Д
1,52	3,0	0,005	0,05	1,0

**Тестове завдання 72** Розв'язати задачу:

Поріг коагуляції (моль/л) для золю ферум(III) гідроксиду, якщо коагуляція 10 мл золю відбувається при додаванні 11 мл розчину натрій сульфату з еквівалентною концентрацією 0,01 моль/л, становить:

A B B Г Д				
A	B	B	Г	Д
1,25	22,5	150	5,0	0,2

**Тестове завдання 73** Розв'язати задачу, встановивши відповідність між:

Рядом йонів – коагулянтів та знаком заряду дисперсної фази певного гідрозолу, користуючись значеннями порогів його коагуляції (в моль/л) електролітами –  $C(\text{NaNO}_3) = 0,3$ ,  $C(\text{MgBr}_2) = 0,0125$ ,  $C(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,1475$  та  $C(\text{AlCl}_3) = 0,00017$ :

А	Б

- А.  $K^+, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$ ;  
 Б.  $Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}$ .

- 1) Позитивний;  
 2) Негативний.

**Тестове завдання 74** Розв'язати задачу, встановивши відповідність між: рядом йонів – коагулянтів та знаком заряду дисперсної фази гідрозолу  $A_2S_3$ , користуючись значеннями порогів його коагуляції (ммоль/л) електролітами –  $C(NaNO_3) = 60$ ,  $C(MgCl_2) = 1,44$ ,  $C(Na_2SO_4) = 29,3$ ,  $C(AlCl_3) = 0,1$ :

А	Б

- А.  $K^+, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$ ;  
 Б.  $Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}$ .

1. Позитивний;  
 2. Негативний.

**Тестове завдання 75** Розв'язати задачу, встановивши відповідність між: рядом йонів – коагулянтів та знаком заряду дисперсної фази гідрозолу ферум(III) гідроксиду, користуючись значеннями порогів його коагуляції (моль/л) електролітами –  $C(AlCl_3) = 0,106$ ,  $C(MgCl_2) = 0,144$ ,  $C(Na_2SO_4) = 0,00625$ ,  $C(Na_3PO_4) = 0,00037$ :

А	Б

- А.  $Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$ ;  
 Б.  $Cl^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}$ .

1. Позитивний;  
 2. Негативний.

**Тестове завдання 76** Розв'язати задачу, встановивши відповідність між: рядом йонів – коагулянтів та знаком заряду дисперсної фази гідрозолу  $A_2S_3$ , користуючись значеннями порогів його коагуляції (ммоль/л) електролітами –  $C(NaNO_3) = 50$ ,  $C(CaCl_2) = 0,65$ ,  $C(Na_2SO_4) = 32$ ,  $C(AlCl_3) = 0,092$ :

А	Б

- А.  $K^+, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$ ;  
 Б.  $Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}$ .

1. Позитивний;  
 2. Негативний.

**Тестове завдання 77** Розв'язати задачу, встановивши відповідність між: рядом йонів – коагулянтів та знаком заряду дисперсної фази гідрозолу ферум(III) гідроксиду, користуючись значеннями порогів його коагуляції (ммоль/л) електролітами –  $C(K_3[Fe(CN)_6]) = 0,45$ ,  $C(AlCl_3) = 1064$ ,  $C(K_2SO_4) = 5,5$ ,  $C(MgCl_2) = 1444$ :

А	Б

- а.  $K^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$ ;  
 б.  $Cl^-, SO_4^{2-}, [Fe(CN)_6]^{3-}$ .

1. Позитивний;  
 2. Негативний.



**Тестове завдання 78** Розв'язати задачу:

Якщо поверхневий натяг натрій тетрадецилсульфату ( $C_{14}H_{29}OSO_3Na$ ) за температури  $25^{\circ}C$  і молярної концентрації  $0,00127$  моль/л становить  $0,034$  н/м, то адсорбція натрій тетрадецилсульфату (моль/см<sup>2</sup>) на поверхні його водного розчину, дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
$1,37 \cdot 10^{-5}$	0,137	$1,64 \cdot 10^{-4}$	1,64

**Тестове завдання 79** Розв'язати задачу:

Якщо поверхневий натяг водного розчину амілового спирту за  $10^{\circ}C$  і молярної концентрації  $0,0015$  моль/л становить  $0,0617$  н/м, то адсорбція амілового спирту (моль/см<sup>2</sup>) на поверхні його водного розчину дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
$2,6 \cdot 10^{-5}$	0,26	$7,4 \cdot 10^{-4}$	0,74

**Тестове завдання 80** Розв'язати задачу:

Якщо поверхневий натяг водного розчину діетилкетону за умов  $30^{\circ}C$  і молярної концентрації  $0,125$  моль/л становить  $0,0555$  н/м, то адсорбція молекул діетилкетону (моль/см<sup>2</sup>) на поверхні водного розчину дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
$2,2 \cdot 10^{-5}$	0,22	$5,01 \cdot 10^{-4}$	5,01

**Тестове завдання 81** Розв'язати задачу:

Якщо поверхневий натяг водного розчину аніліну за умов  $15^{\circ}C$  і молярної концентрації  $0,125$  моль/л становить  $0,0615$  н/м., то адсорбція молекул аніліну (моль/см<sup>2</sup>) на поверхні його водного розчину дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
0,26	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	4,9

**Тестове завдання 82** Розв'язати задачу:

Якщо поверхневий натяг водного розчину малеїнової кислоти ( $C_4H_4O_4$ ) за  $10^{\circ}C$  і молярної концентрації  $0,250$  моль/л становить  $0,0698$  н/м, то адсорбція молекул малеїнової кислоти (моль/м<sup>2</sup>) на поверхні її водного розчину дорівнює:

А	Б	В	Г
---	---	---	---

А	Б	В	Г
8,4	$3,0 \cdot 10^{-5}$	0,3	$8,4 \cdot 10^{-4}$

**Тестове завдання 83** Розв'язати комплексну задачу:

До водного розчину аргентум(I) нітрату ( $C(AgNO_3) = 0,001$  моль/л) повільно невеликими порціями доливають розчин натрій хлориду ( $C(NaCl) = 9,005$  моль/л), в результаті чого утворюється колоїдний розчин.

**A.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів ПЕШ – а саме тих, що адсорбуються на межі поверхні твердої часточки при її контакті з розчином (А-Г), зарядом ядра міцели (а-в) та назвою утвореного шару йонів (1-3):

I	II	III

I	II	III
А. $Ag^+$ ; Б. $Na^+$ ; В. $Cl^-$ ; Г. $NO_3^-$ .	а. позитивним; б. негативним; в. нейтральним.	1. потенціалвизначальні йони(ПВІ); 2. протиіони адсорбційного шару; 3. протиіони дифузійного шару.

**B.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів (А-Г), які частково компенсують заряд ядра міцели, та назвою (1–3) сформованої ними структурної одиниці міцели:

I	II

I	II
А. $Ag^+$ ; Б. $Na^+$ ; В. $Cl^-$ ; Г. $NO_3^-$ .	1. шар потенціалвизначальних йонів; 2. адсорбційний шар; 3. дифузійний шар.

**C.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів ПЕШ – а саме тих, які є стабілізаторами міцели (А-Г), та назвою (1–7) сформованої ними структурної одиниці міцели:

I	II

I	II
А. $Ag^+$ ; Б. $Na^+$ ; В. $Cl^-$ ; Г. $NO_3^-$ .	1. адсорбційний шар; 2. ядро; 3. протиіони 4. шар ПВІ 5. дифузійний шар; 6. гранула; 7. міцела

**D.** Встановити відповідність між: назвою структурної одиниці колоїдної часточки (А–В) та знаком її заряду (1–4):

А	Б	В

А. гранула; Б. ядро; В. міцела.	1. позитивний; 2. негативний; 3. нейтральний; 4. немає заряду.
---------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

**Е.** Встановити відповідність між:

природою структурних елементів міцели колоїдної часточки та напрямом їх руху під час електрофорезу до певного типу електроду - аноду або катода:

А	Б	В

- А. до катода;  
 Б. до анода;  
 В. не будуть пересуватися.

1. протиіони;  
 2. потенціалвизначаючі йони;  
 3. ядро міцели;  
 4. ядро з адсорбційним шаром протиіонів.

**Ф.** Встановити відповідність між:

природою йонів ПЕШ та їх впливом на заряд поверхні часточки дисперсної фази:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З

- А.  $Ag^+$  (еквівалентна кількість);  
 Б.  $Ag^+$  (надеквівалентна кількість);  
 В.  $Na^+$  (еквівалентна кількість);  
 Г.  $Na^+$  (надеквівалентна кількість);  
 Д.  $Cl^-$  (еквівалентна кількість);  
 Е.  $Cl^-$  (надеквівалентна кількість);  
 Ж.  $NO_3^-$  (еквівалентна кількість);  
 З.  $NO_3^-$  (надеквівалентна кількість);

1. Перезарядка;  
 2. Збільшення потенціалу поверхні;  
 3. Зменшення потенціалу поверхні;  
 4. Нейтралізація заряду поверхні;  
 5. Часкова компенсація заряду поверхні;  
 6. Повна компенсація заряду поверхні.

**Г.** Написати будову зарядженої та незарядженої міцели даного золю

$\{[mA] nБ (n-x)C\}^{+kx} xД$ , встановивши знак при  $kx$ , число  $k$  та відповідність між:

Коефіцієнтами  $m$ ,  $n$ ,  $x$ , та видом йонів з певною їх кількістю (1–8):

$\{[m \text{ _____}] n \text{ _____} (n-x) \text{ _____}\}^{\pm \text{---}x} \text{_____}$ .

- А.  $mA$   
 Б.  $nБ$   
 В.  $xД$

1.  $Ag^+$  (еквівалентна кількість);  
 2.  $Ag^+$  (надеквівалентна кількість);  
 3.  $Na^+$  (еквівалентна кількість);  
 4.  $Na^+$  (надеквівалентна кількість);  
 5.  $Cl^-$  (еквівалентна кількість);  
 6.  $Cl^-$  (надеквівалентна кількість);  
 7.  $NO_3^-$  (еквівалентна кількість);  
 8.  $NO_3^-$  (надеквівалентна кількість).

**Тестове завдання 84** Розв'язати комплексну задачу:

До водного розчину ферум(III) хлориду ( $C(FeCl_3) = 0,001$  моль/л) повільно невеликими порціями доливають розчин калій гексаціаноферрату(II) ( $C(K_4[Fe(CN)_6]) = 0,0003$  моль/л), в результаті чого утворюється колоїдний розчин.

**A.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів ПЕШ – а саме тих, що адсорбуються навколо ядра на поверхні твердої часточки при її контакті з розчином (А-Ж), зарядом ядра міцели (а-в) та назвою утвореного шару йонів (1-3):

I	II	III

I	II	III
А. $\text{Fe}^{3+}$ ; Б. $\text{Na}^+$ ; В. $\text{FeO}^+$ ; Г. $\text{K}^+$ ; Д. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ Е. $\text{Fe}^{2+}$ Ж. $\text{CN}^-$	а. позитивним; б. негативним; в. нейтральним.	1. потенціалвизначальні (ПВІ); 2. протиіони адсорбційного шару; 3. протиіони дифузійного шару.

**B.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів ПЕШ, які частково компенсують заряд ядра (А-Ж), і назвою даного шару йонів (а-в):

I	II

I	II
А. $\text{Fe}^{3+}$ ; Б. $\text{Na}^+$ ; В. $\text{FeO}^+$ ; Г. $\text{K}^+$ ; Д. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ Е. $\text{Fe}^{2+}$ Ж. $\text{CN}^-$	а. шар потенціал визначальних йонів; б. адсорбційний шар; в. дифузійний шар.

**C.** Вибрати правильну відповідь, для якої встановити відповідність між: природою йонів ПЕШ – а саме тих, які є стабілізаторами міцели (А-Г) та назвою (1–3) сформованої ними структурної одиниці міцели :

I	II

I	II
А. $\text{Fe}^{3+}$ ; Б. $\text{Na}^+$ ; В. $\text{FeO}^+$ ; Г. $\text{K}^+$ ; Д. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ Е. $\text{Fe}^{2+}$ Ж. $\text{CN}^-$	1. адсорбційний шар; 2. ядро; 3. шар ПВІ 4. дифузійний шар; 5. гранула; 6. міцела

**D.** Встановити відповідність між: назвою структурної одиниці колоїдної часточки (А–В) та знаком її заряду (1–4):

А	Б	В

- А. гранула;  
Б. ядро;  
В. міцела.

1. позитивний;  
2. негативний;  
3. нейтральний;  
4. немає заряду.

**Е.** Встановити відповідність між:

природою структурних елементів міцели колоїдної часточки та напрямом їх руху під час електрофорезу до певного типу електроду - аноду або катоду:

А	Б	В

- А. до катода;  
Б. до анода;  
В. не будуть пересуватися.

1. протиіони;  
2. потенціалвизначаючі йони;  
3. ядро міцели;  
4. ядро з адсорбційним шаром протиіонів.

**Ф.** Встановити відповідність між:

природою йонів та їх здатністю впливати на заряд гранули:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З

- А.  $\text{Fe}^{3+}$  – еквівалентна кількість;  
Б.  $\text{FeO}^+$  – надеквівалентна кількість;  
В.  $\text{Na}^+$  – еквівалентна кількість;  
Г.  $\text{Na}^+$  – надеквівалентна кількість;  
Д.  $\text{Cl}^-$  – еквівалентна кількість;  
Е.  $\text{Cl}^-$  – надеквівалентна кількість;  
Д.  $\text{SO}_4^{2-}$  – еквівалентна кількість;  
Е.  $\text{SO}_4^{2-}$  – надеквівалентна кількість;  
Ж.  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  – еквівалентна кількість;  
З.  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  – надеквівалентна кількість

1. Перезарядка;  
2. Збільшення потенціалу поверхні;  
3. Зменшення потенціалу поверхні до нуля;  
4. Нейтралізація заряду поверхні;  
5. Часкова компенсація заряду поверхні.  
6. Повна компенсація заряду поверхні.

**Г.** Написати будову зарядженої та незарядженої міцели даного золю  $\{[mA] nB (n-x)C\}^{\pm kx} xD$ , встановивши знак при  $kx$ , число  $k$  та відповідність між:

Коефіцієнтами  $m$ ,  $n$ ,  $x$  та видом йонів з певною їх кількістю (1–8):

$\{[m \text{ _____}] n \text{ _____} (n-x) \text{ _____}\}^{\pm \text{_____} x}$

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
---	---	---	---	---	---	---	---

---

Г. *mA*  
Д. *nB*  
Е. *xД*

1.  $\text{Fe}^{3+}$  – еквівалентна кількість;
2.  $\text{FeO}^+$  – надеквівалентна кількість;
3.  $\text{Na}^+$  – еквівалентна кількість;
4.  $\text{Na}^+$  – надеквівалентна кількість;
5.  $\text{Cl}^-$  – еквівалентна кількість;
6.  $\text{Cl}^-$  – надеквівалентна кількість;
7.  $\text{SO}_4^{2-}$  – еквівалентна кількість;
8.  $\text{SO}_4^{2-}$  – надеквівалентна кількість;
9.  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  – еквівалентна кількість;
10.  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  – надеквівалентна кількість;

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Балезин С.А., Ерофеев Е.Е., Подобаев Н.Н.* Основы физической и коллоидной химии.- М.: «Просвещение», 1975.- 398 с.
2. *Балезин С.А.* Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Просвещение, 1980. – 221 с.
3. *Білий О.В.* Фізична хімія.- К.: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002.- 364 с.
4. *Білий В.О. Біла А.В.* Збірник задач з фізичної і колоїдної хімії.- К.: «Вища школа».- 191 с.
5. *Воюцкий С.С.* Курс коллоидной химии.- М.: Химия, 1976. – 512с.
6. *Добычин Д.П., Каданер Л.И.* Физическая и коллоидная химия (учебное пособие).- М.: «Просвещение», 1986 г.- 463 с.
7. *Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.* Физическая и коллоидная химия / Под ред. К.И.Евстратовой.- М.: «Высш. школа», 1990.- 487 с.
8. *Задачи по физической химии / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, И.Е. Кузьменко и др.* – М.: Издательство “Экзамен”, 2003.– 20 с.
9. *Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для вузов / Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Книжник А.З.* - М.: Высш. шк., 2000.- 560 с.
10. *Каданер Л.И.* Фізична і колоїдна хімія. - К.: «Вища школа», 1983 .-286 с.
11. *Каданер Л.И.* Фізична і колоїдна хімія. Практикум. – К.: Вища школа, 1977. – 180 с.
12. *Киреев В.А.* Курс физической химии.- М.: Химия, 1978.- 776 с.
13. *Киселева Е.В., Каретников Г.С., Кудряшев И.В.* Сборник примеров и задач по физической химии.-3-е изд.– М.: Изд-во “Высшая школа”, 1970.– 474 с.
14. *Климов И.И., Филько А.И.* Сборник вопросов и задач по физической и коллоидной химии.- М.: «Высшая школа», 1979 – 192 с.
15. *Колоїдна хімія / Під ред. В.В.Манка.*- К.: Вид-во УДУХТ, 1999.- 238 с.
16. *Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой.*- Л.: Химия, 1983.- 232 с.
17. *Михалюк С.О., Богатиренко В.А.* Основы химических процессов: Навчальний посібник з фізичної хімії.- Київ: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2002.- 243 с.
18. *Практические работы по физической химии: Учебное пособие для вузов / Под ред. К.П. Мищенко и др.*- СПб, Изд-во «Профессия», 2002.- 384 с.
19. *Романцева Л.М., Лещинская Э.Л., Суханова В.А.* Сборник задач и упражнений по общей химии.- 2-е изд.– М.: Высшая школа, 1991.– 288 с.
20. *Садовнича Л.П., Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я.* Биофизическая химия. - К.: «Вища шк.», Головное изд-во, 1986.- 271 с.
21. *Термические константы веществ / Под ред. В.П. Глушко* - М.: ВИНТИ, 1965-1981. Вып. I-X.
22. *Фридрихсберг Д.А.* Курс коллоидной химии.- Л.: Химия, 1984.- 368 с.
23. *Хмельницкий Р.А.* Физическая и коллоидная химия: Учеб. для с.-х. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1988.- 400 с.

## ЗМІСТ

	Передмова	3
I.	МОДУЛЬ I	5
	I.1. Закони термодинаміки. Термодинаміка хімічної рівноваги	5
	I.1.1 Газові закони	5
	I.1.2. I закон термодинаміки	7
	I.1.3. Термохімія. Закон Гесса	9
	I.1.4. II, III закони термодинаміки	18
	I.1.5. Термодинаміка хімічної рівноваги	22
	I.1.6. Графічно-розрахункове комплексне завдання “Термодинамічна характеристика хімічної реакції”	28
II.	МОДУЛЬ II	37
	II.1. Математичний апарат з розділу “Кінетичні закономірності хімічних процесів”	37
	II.2. Задачі	37
	II.3. Графічно-розрахункове комплексне завдання “Кінетична характеристика хімічної реакції”	42
III.	МОДУЛЬ III	48
	III.1. Ключові поняття та математичний апарат	48
	III.2. Комплексне розрахункове завдання “Розчини слабких та сильних електролітів”	49
	III.3. Задачі	51
IV.	МОДУЛЬ IV	54
	IV.1. Ключові поняття та математичний апарат з теми “Гальванічні елементи”	54
	IV.2. Графічно-розрахункове комплексне завдання “Електрохімічне виділення металів. Корозійна стійкість металів”	60
	IV.3. Задачі	80
V.	МОДУЛЬ V	86
	V.1. Графічно-розрахункове завдання “Поверхневий натяг. Адсорбція”	86
	V.2. Задачі	87
	V.3. Графічно-розрахункове завдання “Колоїдно-дисперсні системи”	89
	V.3.1. Завдання “Ліофобні золі”	89
	V.3.2. Завдання “Ліофільні колоїдні розчини”	91
	V.3.3. Завдання “Стійкість і коагуляція колоїдних розчинів”	92
	V.4. Задачі	94



---

VI	Тестові завдання до модульних контрольних робіт	118
	Модульна контрольна робота № 1	118
	Модульна контрольна робота № 2	143
	Модульна контрольна робота № 3	176
	Модульна контрольна робота № 4	206
	Модульна контрольна робота № 5	238
	Список використаних джерел	261



Підписано до друку 18.08.2009 р. Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Гарнітура Times.

Ум. друк. арк. 30,69. Обл.-вид. арк. 19,29 .

Зам. № 497

Віддруковано з оригіналів.

---

Видавництво Національного педагогічного університету  
імені М.П. Драгоманова. 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9

Свідоцтво про реєстрацію № 1101 від 29.10.2002.

(044) 239-30-26