

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«Ужгородський національний університет»  
Навчально-науковий інститут хімії та екології  
Кафедра фізичної та колоїдної хімії**

**Дзямко В.М., Голуб Н.П., Козьма А.А.**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
для самостійної роботи студентів з курсу  
“ФІЗИЧНА ХІМІЯ ОБ’ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ”  
ОС «Бакалавр»  
(спец. 101 – Екологія)

**Ужгород – 2023**

**Рекомендовано до друку:**

**Кафедрою фізичної та колоїдної хімії, протокол №12 від 20.04.2023р.**

**Методичною комісією навчально-наукового інституту хімії та екології, протокол № 8 від 24.05.2023р.**

**Вченою радою навчально-наукового інституту хімії та екології, протокол №8 від 30.05.2023р.**

**Дзямко В.М., Голуб Н.П., Козьма А.А. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу « Фізична хімія об'єктів довкілля» ОС «Бакалавр» (спец. 101 -Екологія, Ужгород, 2023.112с.**

Рецензенти:

**Чундак С.Ю.**, д.х.н., професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища ДВНЗ «УжНУ», професор

**Стерчо І.П.**, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ», доцент

Автори:

**Дзямко Віталій Михайлович**, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ», доцент

**Голуб Неля Петрівна**, к.х.н., завідувач кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ», доцент

**Козьма Антон Антонович**, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ», доцент

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» для студентів 3-го курсу навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «УжНУ» спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища».

У методичних вказівках міститься інформація, необхідна для опрацювання теоретичних питань, які виносяться на самостійне вивчення та практичного розв'язування задач, а також тестових завдань. Наведена програма навчальної дисципліни «Фізична хімія об'єктів довкілля». Навчальний матеріал структурований у формі чотирьох модулів. До кожного модулю запропоновано теоретичні питання, задачі для самостійного розв'язування та тестові завдання трьох рівнів складності. Методичні вказівки містять перелік теоретичних питань з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля», які виносяться на самостійне вивчення; перелік теоретичних питань до заліку та екзамену, а також наведено зразки залікового та екзаменаційного варіантів завдання з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» у формі тестів.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами при підготовці до лабораторних занять з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля», особливо в умовах дистанційного навчання.

## ЗМІСТ

	Передмова	4
1.	Програма навчальної дисципліни «Фізична хімія об'єктів довкілля»	5
2.	Перелік теоретичних питань до 1-го модулю ( <i>Теорія агрегатних станів. Основи термодинаміки</i> )	13
3.	Задачі до 1-го модулю ( <i>Теорія агрегатних станів. Основи термодинаміки</i> )	15
4.	Перелік теоретичних питань до 2-го модулю ( <i>Фазові рівноваги та вчення про розчини</i> )	20
5.	Задачі до 2-го модулю ( <i>Фазові рівноваги та вчення про розчини</i> )	22
6.	Перелік теоретичних питань до 3-го модулю ( <i>Хімічна кінетика. Каталіз</i> )	27
7.	Задачі до 3-го модулю ( <i>Хімічна кінетика. Каталіз</i> )	29
8.	Перелік теоретичних питань до 4-го модулю ( <i>Електрохімія</i> )	37
9.	Задачі до 4-го модулю ( <i>Електрохімія</i> )	39
10.	Питання курсу, які виносяться на самостійне вивчення	44
11.	Тестовий контроль знань ( <i>рівень 1</i> )	45
12.	Тестовий контроль знань ( <i>рівень 2</i> )	67
13.	Тестовий контроль знань ( <i>рівень 3</i> )	84
14.	Задачі з екологічним змістом	91
15.	Питання, які виносяться на залік з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля»	92
16.	Структура залікового варіанту завдання з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» у формі тестів	96
17.	Питання, які виносяться на екзамен з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля»	100
18.	Структура екзаменаційного варіанту завдання з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» у формі тестів	103
	Рекомендована література	109

## ПЕРЕДМОВА

Мета вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія об'єктів довкілля» полягає в усвідомленні студентами реального стану і перспектив розвитку фізичної хімії; оволодінні основними фундаментальними законами фізичної хімії, розумінні принципів можливостей методів дослідження фізичної хімії для розв'язання конкретних хімічних проблем, засвоєнні загально-хімічних дисциплін та одержанні професійної підготовки на сучасному рівні, грамотній постановці і проведенні фізико-хімічних дослідів.

Основні завдання курсу полягають в тому, щоб дати характеристику газоподібному та рідкому стану речовини; розглянути закони термодинаміки та їх застосування до хімічних процесів; дати характеристику основним поняттям, які використовуються у правилі фаз Гібса; розглянути фазові рівноваги в одно-, дво- і трикомпонентних системах; розглянути основні поняття хімічної кінетики: швидкість, молекулярність, порядок реакції; дати характеристику методам активних зіткнень та активованого комплексу; висвітлити питання кінетики процесів у проточних умовах, у газах, у розчинах; розглянути основні закони електрохімії, теорії електролітичної дисоціації, теорії кислот та основ; дати характеристику таким поняттям як: буферна суміш, гідроліз, питома та еквівалентна електропровідність, рухливість, числа переносу.

Мета даного посібника - допомогти студенту в самостійному опануванні теоретичним навчальним матеріалом курсу; навчити розв'язувати практичні завдання, в тому числі з екологічним змістом; самостійно здійснювати перевірку своїх теоретичних знань за допомогою тестових завдань.

Автори

# **1. Програма навчальної дисципліни «Фізична хімія об'єктів довкілля»**

## **Модуль 1. ТЕОРІЯ АГРЕГАТНИХ СТАНІВ. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ.**

### **Змістовий модуль 1. ГАЗОПОДІБНИЙ ТА РІДКИЙ СТАН РЕЧОВИНИ.**

#### **Тема 1. Вступ. Газоподібний стан речовини.**

Предмет та зміст курсу фізичної хімії. Основні розділи фізичної хімії. Характеристика сучасної фізичної хімії та її роль у розвитку народного господарства. Теоретичні методи фізичної хімії: термодинамічний, статичний, квантово-механічний. Експериментальні методи фізичної хімії. Історичні етапи становлення і розвитку фізичної хімії. Теорія агрегатного стану речовини. Характеристика ідеальних та реальних газів. Закони ідеальних газів. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Універсальна газова стала, її фізичний зміст та розмірність. Рівняння стану реального газу Ван-дер-Ваальса. Ізотерми стиснення реального газу.

#### **Тема 2. Загальна характеристика рідкого стану.**

Поверхневий натяг, його формула, одиниці вимірювання. Фактори, що впливають на величину поверхневого натягу. Поверхнево-активні та поверхнево-неактивні речовини, приклади. Правило Траубе-Дюкло. Рівняння Гібса. Позитивна і негативна адсорбція. Формула Бачинського. Парахор. В'язкість рідин, формула в'язкості. Фактори, що впливають на в'язкість. Рівняння гідродинаміки потоку Ньютона і Пуазейля. Експериментальне визначення в'язкості. Тиск насиченої пари.

### **Змістовий модуль 2. ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ ТЕРМОДИНАМІКИ ДО ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.**

#### **Тема 3. Основи термодинаміки.**

Основні поняття, терміни та величини, що використовуються в термодинаміці. Термодинамічний процес. Закон збереження та перетворення енергії. Внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота. Теплоємність речовин. Основні формулювання першого закону термодинаміки. Взаємозв'язок теплоти, роботи і зміни внутрішньої енергії в процесах. Вивід рівнянь для розрахунку роботи, зміни ентальпії та внутрішньої енергії в ізотермічному, ізобаричному, ізохоричному та адіабатичному процесах зміни стану ідеального газу. Наслідки з 1-го закону термодинаміки. Зв'язок теплових ефектів при постійному об'ємі та при постійному тиску. Основи термохімії.

Термодинамічне обґрунтування закону Гесса. Застосування закону Гесса для розрахунків теплових ефектів.

#### **Тема 4. Застосування 1-го закону термодинаміки до хімічних процесів.**

Стандартні стани речовин. Таблиці теплот утворення із простих речовин і згорання сполук у стандартних умовах, та їх застосування для обчислення теплових ефектів хімічних реакцій. Застосування першого закону термодинаміки для встановлення взаємозв'язку теплових ефектів проміжних стадій складних процесів. Залежність теплових ефектів хімічних реакцій від температури. Вивід і аналіз рівняння Кірхгофа. Розрахунки (аналітичний та графічний методи) теплових ефектів хімічних реакцій при різних температурах, теплот агрегатних перетворень, теплот розчинення та розведення. Калориметричні методи вимірювання теплових ефектів.

#### **Тема 5. Застосування 2-го закону термодинаміки до хімічних процесів.**

Термодинамічно оборотні і необоротні процеси. Робота і теплота оборотного процесу. Ентропія. Аналітичний вираз другого закону термодинаміки для оборотних і необоротних процесів. Основний зміст та значення другого закону термодинаміки. Статистичний характер та основні формулювання другого закону термодинаміки. Застосування ентропії як критерію рівноваги та направленості самодовільних процесів в ізольованих системах. Доказ наявності ентропії за допомогою циклу Карно. Термодинамічна ймовірність стану системи. Статистичне формулювання другого закону термодинаміки. Вивід рівняння, яке зв'язує ентропію та термодинамічну ймовірність (формула Больцмана). Другий закон термодинаміки та існування природного начала відліку температури. Об'єднане рівняння 1-го і 2-го законів термодинаміки та його характеристика. Вивід рівнянь, які виражають залежність ентропії твердих, рідких та газоподібних речовин від температури, тиску та об'єму. Зміна ентропії при фазових переходах. Застосування таблиць стандартних величин для розрахунків зміни ентропії в ході хімічних реакцій при різних температурах і концентраціях.

#### **Тема 6. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. 3-й закон термодинаміки.**

Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Енергія Гібса (ізобарно-ізотермічний потенціал, вільна ентальпія). Енергія Гельмгольца (вільна енергія, ізохорно-ізотермічний потенціал). Хімічний потенціал. Фізичний зміст цих величин. Рівняння Гібса-Гельмгольца для окремих речовин та хімічних реакцій. Застосування енергії Гібса та енергії Гельмгольца в якості критеріїв направленості самодовільних процесів та рівноваг в ізотермічних системах. Розрахунки енергії Гібса і Гельмгольца за

допомогою таблиць стандартних величин. Теплова теорема Нернста. Формулювання теореми. Наслідки. Постулат Планка. 3-й закон термодинаміки. Розрахунок абсолютних стандартних величин ентропії речовин із термохімічних даних.

## **Модуль 2. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ ТА ВЧЕННЯ ПРО РОЗЧИНИ.**

### **Змістовий модуль 3. ТЕРМОДИНАМІЧНА ТЕОРІЯ ФАЗОВИХ РІВНОВАГ.**

#### **Тема 7. Гетерогенні рівноваги. Правило фаз Гібса. Рівновага в однокомпонентних системах**

Загальні умови рівноваги в гетерогенних системах. Поняття “фаза”, “компонент”, “ступінь вільності або варіантність”. Вивід і аналіз правила фаз Гібса. Термодинамічне обґрунтування і аналіз рівняння, яке виражає умову рівноваги в багатокомпонентних, двокомпонентних і однокомпонентних гомогенних системах при постійній температурі. Фазові переходи першого і другого роду. Термодинамічна умова рівноваги в гетерогенній однокомпонентній системі при постійній температурі. Принцип побудови діаграм стану. Діаграми стану однокомпонентних систем в координатах тиск – температура і тиск – об’єм. Термодинамічна фугітивність та її знаходження.

#### **Тема 8. Рівновага в дво- і трикомпонентних системах.**

Зв’язок між рівноважним тиском, зміною об’єму, температурою та теплотою фазового переходу. Залежність теплот фазових переходів від температури. Вивід, інтегрування і аналіз рівняння Клапейрона – Клаузіуса; його застосування для знаходження теплот фазових переходів та для розрахунку рівноважних тисків. Застосування правила фаз для аналізу стану однокомпонентних систем ( пояснення на діаграмах стану).

Рівновага в двокомпонентних системах. Діаграми плавкості двокомпонентних систем. Фізико-хімічний аналіз, його наукове та практичне значення. Системи з необмеженою взаємною розчинністю в твердому стані; з простою евтектикою; з обмеженою розчинністю в твердому стані; з утворенням стійких та нестійких хімічних сполук.

Особливості рівноваги в трикомпонентних системах. Графічне вираження складу за допомогою рівностороннього трикутника. Обмежена взаємна розчинність трьох рідин.

### **Змістовий модуль 4. ТЕОРІЯ РОЗЧИНІВ.**

#### **Тема 9. Термодинаміка розчинів.**

Загальна характеристика розчиненого стану речовини. Термодинамічні та молекулярно-кінетичні умови утворення розчинів. Роль взаємодій між

частинками. Сили ближньої і дальньої взаємодії. Явище сольватації. Вчення Д.І Менделєєва про розчини.

Основні поняття та термінологія теорії розчинів. Основи термодинаміки розчинів. Характеристика ідеальних та реальних розчинів. Закон Рауля. Реальні розчини. Відхилення від закону Рауля. Парціальні мольні величини та їх знаходження. Хімічний потенціал. Рівняння Гібса-Дюгема. Термодинамічна теорія розчинності. Вплив температури на розчинність. Особливості рівноваг у системах газ – рідкий розчин. Залежність розчинності газів від тиску. Термодинамічне обґрунтування цієї залежності. Закон Генрі, його застосування для ідеальних та реальних систем. Залежність розчинності газу від температури, природи газу та розчинника.

### **Тема 10. Явища ебуліоскопії, кріоскопії і осмосу.**

Особливості рівноваги в системах пара – розчини летких рідин. Термодинамічна класифікація цих розчинів. Залежність хімічних потенціалів, активностей, парціальних тисків та загального тиску від складу розчину. Закони Коновалова. Температура кипіння розчинів нелетких речовин. Ебуліоскопія. Фізичний зміст ебуліоскопічної сталої. Температура замерзання розчинів нелетких речовин. Кріоскопія. Фізичний зміст кріоскопічної сталої. Азеотропні суміші. Взаємозв'язок діаграм загальний тиск – склад і температура кипіння – склад для розчинів. Позитивні і негативні відхилення від ідеальності, їх термодинамічне тлумачення. Осмотичний тиск розчинів. Біологічна роль осмотичного тиску. Закон осмотичного тиску Вант-Гоффа.

### **Тема 11. Ознаки та закони фізико-хімічних рівноваг.**

Константа хімічної рівноваги. Способи вираження константи рівноваги в гомогенних системах. Обчислення складу рівноважної суміші, виходу продукту, ступеня перетворення вихідних речовин, ступеня дисоціації. Особливості хімічної рівноваги в розчинах Зміщення стану рівноваги. Принцип Ле Шательє. Зв'язок між  $K_p$  і  $K_c$ . Закон діючих мас. Вивід рівняння ізотерми хімічної реакції (рівняння максимальної роботи хімічної реакції Вант-Гоффа). Хімічна спорідненість речовин. Принцип Бертло.

### **Тема 12. Рівняння ізотерми, ізобари та ізохори хімічної реакції.**

Гетерогенні реакції. Особливості вираження константи рівноваги для гетерогенної реакції. Рівняння ізотерми для гетерогенної реакції. Вивід рівнянь ізобари та ізохори хімічної реакції. Залежність константи рівноваги від температури. Інтегрування рівняння ізобари. Експериментальні



методи визначення констант рівноваги та хімічної спорідненості в гомогенних і гетерогенних системах. Методи визначення теплових ефектів, енергії Гібса ентропії хімічних реакцій із дослідних даних для хімічних рівноваг при різних температурах. Теплова теорема Нернста. Постулат Планка. 3-й закон термодинаміки.

### **Модуль 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА. КАТАЛІЗ. Змістовий модуль 5. ХІМІЧНА КІНЕТИКА.**

#### **Тема 13. Основні поняття хімічної кінетики.**

Основні поняття формальної кінетики: швидкість реакції, її молекулярність та порядок. Залежність швидкості реакції від концентрації. Константа швидкості. Кінетична класифікація необоротних гомогенних хімічних реакцій. Реакції першого, другого, третього, дробового та нульового порядків. Кінетичні рівняння цих реакцій. Період напівперетворення. Експериментальні методи визначення порядку реакції та константи швидкості. Складні реакції: оборотні, паралельні, послідовні, спряжені. Стадії протікання складних реакцій, лімітуюча стадія. Розрахунки швидкостей реакцій, констант швидкостей, концентрацій через різні проміжки часу від початку реакції для реакцій різних порядків.

#### **Тема 14. Кінетика реакцій в потоці і в розчинах.**

Кінетика реакцій в потоці. Рівняння Панченкова. Залежність швидкості та константи швидкості хімічної реакції від температури. Рівняння Арреніуса. Теплота активації. Енергія активації та її експериментальне визначення.

Кінетичні особливості реакцій в розчинах. Особливості реакцій між іонами, між іонами та молекулами. Роль розчинника. Вплив електролітів на швидкість реакцій у розчинах. Вплив сольватації на кінетичні параметри реакції.

#### **Тема 15. Теорія активних зіткнень. Мономолекулярні реакції в газах.**

Сучасні уявлення про механізм елементарного акту хімічної реакції. Теорія Арреніуса. Теорія активних зіткнень. Трагування енергії активації в рамках цієї теорії. Стеричний фактор. Мономолекулярні реакції в газах. Теорія Лінденмана.

#### **Тема 16. Теорія перехідного стану. Тримолекулярні реакції.**

Теорія перехідного стану. Метод активованого комплексу. Вивід рівняння, яке виражає залежність швидкості реакції від концентрації та температури. Термодинамічний аспект теорії активованого комплексу.

Ентропія активації та її зв'язок зі стеричним фактором для бімолекулярних та мономолекулярних реакцій. Порівняння теорії активних зіткнень з теорією активованого комплексу. Тримолекулярні реакції з позиції теорії зіткнень.

### **Тема 17. Кінетика ланцюгових та фотохімічних реакцій.**

Природа ланцюгових реакцій. Механізм виникнення та обриву ланцюгів. Роль радикалів у ланцюгових реакціях. Типи ланцюгових реакцій. Кінетичні рівняння нерозгалужених та розгалужених ланцюгових реакцій. Довжина ланцюга і довжина розгалуження. Теорія Семенова-Гіншельвуда. Індукційний період. Межі спалаху та вибухів. Тепловий та ланцюговий механізм спалаху та вибуху.

Загальна характеристика фотохімічних реакцій. Основні закони фотохімії. Первинні та вторинні фотохімічні реакції. Квантовий вихід. Типи фотохімічних реакцій. Фотосенсибілізовані реакції. Фотохімічні реакції в атмосфері Землі. Кінетичні рівняння фотохімічних реакцій.

### **Тема 18. Кінетика гетерогенних процесів. Адсорбція.**

Особливості кінетики гетерогенних процесів. Дифузія в газах, рідинах та твердих тілах. Коефіцієнт дифузії та його залежність від температури. Закон Фіка. Співвідношення дифузійних та кінетичних факторів швидкості процесу. Стаціонарні стани гетерогенних процесів. Вивід кінетичного рівняння гетерогенної реакції першого порядку, яка супроводжується дифузією реагуючої речовини до зони реакції. Вплив температури та перемішування на швидкість гетерогенного процесу, який містить дифузійну стадію. Особливості кінетики реакцій в системах, утворених твердими фазами. Топохімічні реакції.

Адсорбенти. Природа адсорбційних сил. Ізобара та ізостера адсорбції. Фізична та хімічна адсорбція, їх кінетичні та термодинамічні відмінності. Ізотерма адсорбції Ленгмюра. Інші види ізотерм. Ентальпія та ентропія адсорбції. Експериментальні методи визначення цих величин. Практичне застосування адсорбції.

## **Змістовий модуль 6. КАТАЛІЗ.**

### **Тема 19. Гомогенні каталітичні процеси.**

Загальні принципи каталізу. Роль каталізу в промисловості та живій природі. Класифікація каталітичних реакцій. Каталізатори та інгібітори. Каталіз та хімічна рівновага. Активність та селективність каталізаторів. Вплив каталізатору на кінетичні параметри реакцій.

Гомогенний каталіз у газовій фазі. Доцільність застосування каталізатора. Гомогенний каталіз у розчинах. Класифікація гомогенно-каталітичних реакцій. Роль проміжних продуктів. Вивід кінетичних рівнянь.

Кислотно-основний, загальний та специфічний каталіз. Каталіз комплексними сполуками перехідних металів. Ферментативний каталіз.

## **Тема 20. Гетерогенні каталітичні процеси.**

Історія розвитку гетерогенних каталітичних процесів. Класифікація гетерогенних каталітичних реакцій. Стадії проходження каталітичних реакцій. Роль адсорбції в гетерогенному каталізі. Швидкість гетерогенно-каталітичної реакції, її залежність від температури. Активні центри гетерогенних каталізаторів. Каталітичні властивості металів. Отруєння каталізаторів. Промотори та їх роль у гетерогенному каталізі. Нанесені металічні каталізатори, роль носія. Области застосування гетерогенних каталізаторів.

Механізм гетерогенних каталітичних реакцій. Теорія активних центрів Тейлора. Мультиплетна теорія О.О. Баландіна. Принцип геометричної та енергетичної відповідності. Теорія активних ансамблів М.І Кобозева. Електронні та ланцюгові теорії каталізу. Наукові основи підбору та приготування каталізаторів.

## **Модуль 4. ЕЛЕКТРОХІМІЯ.**

### **Змістовий модуль 7. ФІЗИКО-ХІМІЯ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ.**

## **Тема 21. Розчини і розплави електролітів.**

Основні поняття та закони електрохімії. Сильні та слабкі електроліти. Термодинаміка електролітичної дисоціації (ступінь та константа дисоціації слабких кислот та основ). Причини дисоціації, сольватація. Залежність ступеня електролітичної дисоціації від концентрації, природи розчинника, температури. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса. Закон розведення Освальда. Електролітична дисоціація води. рН розчинів. Поняття про буферні системи. Буферні системи в живих організмах. Гідроліз. Застосування методів гідролізу. Теорія кислот і основ (Бренстеда-Лоурі, Льюїса, Усановича).

## **Тема 22. Електропровідність розчинів електролітів.**

Механізм переносу струму в розчинах і розплавах електролітів. Електропровідність розчинів і розплавів. Питома та еквівалентна електропровідність. Залежність електропровідності слабких та сильних електролітів від концентрації і температури. Рухливість іонів, їх залежність від температури та природи іонів. Закон незалежності руху іонів (Закон Кольрауша). Числа переносу. Визначення чисел переносу. Метод Гітторфа. Активність іонів у електролітах. Залежність коефіцієнту активності та хімічних потенціалів сильних електролітів від концентрації. Електростатична

теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера. Радіус та потенціал іонної атмосфери. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти, їх вплив на електропровідність. Практичне застосування електропровідності розчинів. Кондуктометричне титрування.

## **Змістовий модуль 8. ЕЛЕКТРОРУШІЙНІ СИЛИ ТА ЕЛЕКТРОДНІ ПОТЕНЦІАЛИ.**

### **Тема 23. Електроди. Електродні потенціали.**

Сучасні уявлення про механізм виникнення електродних потенціалів і подвійного електричного шару. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Роль сольватації у виникненні електродного потенціалу на межі метал-розчин. Класифікація електродів. Гальванічний елемент. Термодинаміка гальванічного елемента. Стандартні потенціали. Ряд активності металів. Водневий електрод. Електроди порівняння. Складний електрод. Вивід та аналіз рівнянь, які виражають залежність електродних потенціалів від активностей компонентів електродних реакцій для електродів різних типів.

### **Тема 24. Гальванічні елементи.**

Класифікація гальванічних елементів. Зворотні та незворотні гальванічні елементи, хімічні, концентраційні, окисно-відновні. Дифузійний потенціал, механізм його виникнення і залежність від активності та природи електролітів. Методи усунення дифузійних потенціалів. Вимірювання електрорушійних сил. Нормальний елемент Вестона. Електричні ланцюги без переносу і з переносом іонів. Окисно відновні потенціали. Хінгдронний електрод. Потенціометричний метод визначення рН. Потенціометричне титрування. Електрохімічні джерела струму. Джерела струму одноразового використання. Джерела струму багаторазового використання (акумулятори). Електрохімічні генератори (паливні елементи). Поляризація, її типи, причини виникнення, методи усунення. Застосування явища поляризації. Полярографія.

## 2. Перелік теоретичних питань до 1-го модулю (Теорія агрегатних станів. Основи термодинаміки)

1. Предмет фізичної хімії.
2. Основні розділи фізичної хімії.
3. Методи дослідження фізичної хімії.
4. Історія становлення та розвитку фізичної хімії.
5. Теорія агрегатного стану речовини.
6. Характеристика ідеальних та реальних газів. Закони ідеальних газів.
7. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Універсальна газова стала, її фізичний зміст та розмірність.
8. Рівняння стану реального газу Ван-дер-Ваальса, його характеристика.
9. Ізотерми стиснення реального газу.
10. Загальна характеристика рідкого стану.
11. Поверхневий натяг, його формула, одиниці вимірювання.
12. Методи визначення поверхневого натягу.
13. Фактори, що впливають на величину поверхневого натягу.
14. Поверхнево-активні та поверхнево-неактивні речовини. Приклади .
15. Правило Траубе-Дюкло.
16. Рівняння Гібса. Позитивна і негативна адсорбція.
17. Формула Бачинського. Парахор.
18. В'язкість рідин. Вивести формулу в'язкості.
19. Фактори, що впливають на в'язкість.
20. Рівняння гідродинаміки потоку Ньютона і Пуазейля.
21. Експериментальне визначення в'язкості.
22. Тиск насиченої пари.
23. Основні поняття, терміни та величини, що використовуються в термодинаміці.
24. Внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота.
25. Теплоємність речовин.
26. Рівняння для роботи розширення 1-го молю ідеального газу при різних умовах.
27. 1-й закон термодинаміки, його формулювання, математичний вираз.
28. Наслідки з 1-го закону термодинаміки.
29. Основи термохімії. Закон Гесса.
30. Наслідки з закону Гесса.
31. Зв'язок між  $Q_p$  і  $Q_v$  або між  $\Delta U$  і  $\Delta H$  .
32. Залежність теплового ефекту реакції від температури. Вивести рівняння Кірхгофа.
33. Термодинамічно оборотні і необоротні процеси.
34. Робота і теплота оборотного процесу.
35. Основний зміст та значення 2-го закону термодинаміки.
36. Про можливість , напрям і межу проходження самодовільних процесів.
37. Статистичний характер 2-го закону термодинаміки.
38. Основні формулювання 2-го закону термодинаміки.

39. Ентропія і аналітичний вираз 2-го закону термодинаміки.
40. Доказ наявності ентропії за допомогою циклу Карно.
41. 2-й закон термодинаміки та існування природного начала відліку температури.
42. Ентропія та термодинамічна ймовірність стану системи. Формула Больцмана. Пояснити поняття “термодинамічна ймовірність”.
43. Об’єднане рівняння 1-го і 2-го законів термодинаміки та його характеристика.
44. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали.
45. Зв’язок частинних похідних термодинамічних потенціалів з параметрами системи.
46. Вивести рівняння максимальної роботи Гібса-Гельмгольца та пояснити його значення.
47. Показати зв’язок між термодинамічними потенціалами і деякими параметрами системи.
48. Вивести рівняння з калоричними коефіцієнтами, дати їх аналіз та показати значення.
49. Вивести рівняння для розрахунку ентропії 1-го молю ідеального газу при  $C_p = \text{const}$ .
50. Вивести рівняння для розрахунку ентропії 1-го молю ідеального газу при  $C_p = f(T)$ .
51. Постулат Планка і розрахунок абсолютного значення ентропії.
52. Вивести формулу для обчислення абсолютного значення ентропії твердих, рідких та газоподібних речовин.
53. Вивести рівняння для термодинамічних потенціалів ідеального газу.
54. Основні поняття термодинаміки реальних газів. Термодинамічна фугітивність та її знаходження.
55. Фазові переходи індивідуальних речовин.
56. Термодинаміка фазових переходів. Вивести рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
57. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів плавлення.
58. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів випаровування.
59. Залежність тиску насиченої пари речовини від температури .

### 3. Задачі до 1-го модулю (Теорія агрегатних станів. Основи термодинаміки)

1. Знайти тепло, що поглинається при нагріванні 100 г вуглекислого газу від 15°C до 1000°C при сталому об'ємі, якщо  $C_v^{CO_2} = 6,5 + 0,00193t$ .
2. Знайти значення середньої мольної теплоємності водню в інтервалі температур 400 – 500 °C, якщо  $c^{-H_2} = 6.95 - 10^{-5}t + 10^{-7}t^2$ .
3. Середня питома теплоємність вуглекислого газу  $C_{рпит} = 0,2028 + 0,0000692t + 0,0000000167t^2$ . Знайти істинну питому і мольну теплоємності при 200°C.
4. Середня мольна теплоємність кисню при постійному тиску в інтервалі температур 0 – 1500°C виражається такою формулою  $C_p^{-O_2} = 7,06 + 0,000813t$ . Визначити середню мольну, вагову і об'ємну теплоємності при постійному тиску при  $t=1000^\circ\text{C}$ .
5. Визначити середню об'ємну теплоємність вологого коксового газу в інтервалі температур 0 – 20°C, який має такий склад і середні теплоємності складових його газів:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>
Вміст газу в суміші, об.%	2,64	0,79	2,07	5,08	24,66	58,00	2,3	4,46
Середня теплоємн. у межах 0-20°C, ккал/нм <sup>3</sup> ·град	0,405	0,311	0,497	0,304	0,359	0,309	0,3474	0,303

6. Знайти зміну внутрішньої енергії при випаровуванні 20 г спирту при температурі його кипіння. Захована теплота пароутворення спирту при його температурі кипіння  $\lambda = 205$  кал/г. Питомий об'єм пари  $v = 607$  мл/г (об'ємом пари знехтувати).
7. Знайти зміну внутрішньої енергії при випаровуванні 100 г води при 20°C, вважаючи, що водяна пара підлягає законам ідеальних газів і що об'єм рідини незначний порівняно з об'ємом пари. Захована теплота пароутворення води  $\lambda = 585$  кал/г.
8. 0,5 м<sup>3</sup> кисню нагрівається при сталому тиску 740 мм. рт. ст. Визначити виконану роботу ( в джоулях), якщо газ зайняв об'єм 5 м<sup>3</sup>.

9. Скільки тепла виділиться при ізотермічному стисненні 10 л ідеального газу, взятого при 27°C і тиску в 1 атм, якщо об'єм його зменшиться в 10 раз?
10. Визначити залежність між тепловими ефектами при сталих тиску і об'ємі  $Q_p$  і  $Q_v$  при 25°C для реакції горіння водню з утворенням рідкої води.
11. Тепловий ефект реакції  $C + 1/2O_2 = CO$  при сталому об'ємі  $Q_v = 26$  ккал/моль при температурі 20°C. Визначити тепловий ефект цієї реакції при сталому тиску.
12. Тепловий ефект утворення  $CO_2$  із  $CO$  при температурі 18°C дорівнює  $Q_v = 68000$  кал/моль. Знайти залежність теплового ефекту від температури і часткове значення його при  $T = 2000$  K. Молярні теплоємності:  
 А) для  $CO_2$   $C_v^{CO_2} = 5,106 + 0,0071T - 0,00000186T^2$   
 Б) для  $CO$  і  $O_2$   $C_v = 4,515 + 0,001T$ .
13. Визначити теплоту згорання етилену  $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O + Q$ , коли відомо, що теплота його утворення з елементів – 14 800 кал/моль, теплота утворення вуглекислого газу 94 000 кал/моль, теплота утворення води 68000 кал/моль.
14. Визначити максимально можливий термічний коефіцієнт корисної дії для паротурбінної установки, якщо максимально можлива температура нагріву пари дорівнює 550°C, мінімальна температура, з якою пара залишає турбіну – 25°C.
15. Ідеальна машина Карно, яка працює між 927°C і 127°C, дає 22,2 ккал роботи за цикл. Визначити кількість тепла, переданого машині і відданого машиною назад за цикл.
16. 12 г кисню охолоджується від 20°C до –40°C. Одночасно тиск підвищується від 1 до 60 атм. Яка зміна ентропії, коли для кисню  $C_p = 6,97$  кал/моль·град?
17. Питома теплоємність рідкого хлору  $c = 0,223$  кал/г·град. Знайти зміну ентропії при нагріванні 1 г рідкого хлору від –50°C до –40°C.
18. Нормальна температура плавлення оцтової кислоти дорівнює 16,6°C, теплота її плавлення 46,3 кал/г. Визначити зміну ентропії при плавленні однієї молі її.



19. Визначити зміну ізобарного потенціалу при ізотермічному стисненні  $10 \text{ м}^3$  кисню від  $1,013 \times 10^5$  до  $10,13 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$  при  $25^\circ\text{C}$ . Газ вважати ідеальним.
20. Визначити зміну ентропії при перетворенні 2 г води в пару при зміні температури від 0 до  $150^\circ\text{C}$  і тиску  $1,013 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ , якщо прихована питома теплота пароутворення води  $\Delta H=2,255 \text{ кДж/г}$ , мольна теплоємність пари при постійному тиску  $C_p=30,13+11,3 \times 10^{-3}T \text{ Дж/моль град}$ ,  $C_p$  рідкої води  $=75,30 \text{ Дж/моль град}$ . Рахувати наближено теплоємність рідкої води постійною.
21. Визначити зміну ізобарного потенціалу при стисненні 1 кмоль рідкого толуолу від  $1,013 \times 10^5$  до  $10,13 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$  при  $18^\circ\text{C}$ . Об'єм в даному інтервалі тисків вважати постійним. Густина толуолу  $867 \text{ кг/м}^3$ .
22. В одній з посудин ємністю  $0,1 \text{ м}^3$  знаходиться кисень, в іншій ємністю  $0,4 \text{ м}^3$  – азот. В обох посудинах температура  $17^\circ\text{C}$  и тиск  $1,013 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Знайти зміну ентропії при взаємній дифузії газів із однієї посудини в іншу при  $P$  і  $T=\text{const}$ . Обидва гази вважати ідеальними.
23. Визначити зміну ентропії в процесі ізотермічного розширення 2 моль метану від  $P_1=101,3 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$  до  $P_2=1,013 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Газ вважати ідеальним.
24. Визначити стандартну зміну ізобарного потенціалу при  $25^\circ\text{C}$  для реакції між речовинами в твердому стані  $\text{Cd}(т) + 2\text{AgCl}(т) = 2\text{Ag}(т) + \text{CdCl}_2(т)$  за стандартними значеннями зміни ентальпій утворення і абсолютних ентропій хімічних реакцій.  
 $S^\circ_{\text{Cd}}=51,76 \text{ Дж/г-атом град}$ ,  $S^\circ_{\text{AgCl}}=96,07 \text{ Дж/моль град}$ ,  $S^\circ_{\text{Ag}}=42,69 \text{ Дж/г-атом град}$ ,  $S^\circ_{\text{CdCl}_2}=115,3 \text{ Дж/моль град}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{Cd}}=0$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{AgCl}}= -126,8 \text{ Дж/моль}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{Ag}}=0$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{CdCl}_2}= -389,0 \text{ кДж/моль}$ .
25. Теплота розчинення 1 моля  $\text{KCl}$  в 200 мл води при постійному тиску при температурі  $21^\circ\text{C}$  рівна  $18,154 \text{ кДж}$ , а при  $23^\circ\text{C}$  –  $17,824 \text{ кДж}$ . Визначити  $\Delta H_{298}$  і порівняти з величиною  $17,548 \text{ кДж/моль}$ , яка рекомендована як калориметричний стандарт.
26. Теплота гідрування  $\alpha$ -бутилену при  $82^\circ\text{C}$  рівна –  $30341 \text{ Дж/моль}$ . Теплоємності реагентів відомі при 298 і  $400^\circ\text{K}$
- |   |       |       |
|---|-------|-------|
| T, °K   | 298   | 400   |
| ( $C_p$ ) $\text{C}_4\text{H}_8$ , Дж/моль К    | 21,35 | 26,94 |
| ( $C_p$ ) $\text{H}_2$ , Дж/моль К              | 6,892 | 6,974 |
| ( $C_p$ ) $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , Дж/моль К | 23,61 | 29,80 |

- Знайти  $\Delta H_{298}$ , якщо  $(\Delta C_p)_{355} = 1/2 [(\Delta C_p)_{298} + (\Delta C_p)_{400}]$ . Результат розв'язку порівняти з розрахованим за теплотами утворення, якщо  $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{C}_4\text{H}_{10} = -29812 \text{ Дж/моль}$  і  $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{C}_4\text{H}_8 = 280 \text{ Дж/моль}$ .
27. Оксид карбону (IV) в кількості 100 г знаходиться при  $0^\circ \text{C}$  і тиску  $1,013 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Визначити  $Q$ ,  $A$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  при адіабатному стисненні до  $2,026 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Вважати, що  $\text{CO}_2$  підкоряється законам ідеальних газів, а істинна мольна теплоємність  $\text{CO}_2$  при постійному тиску постійна і рівна  $37,1 \text{ Дж/моль} \times \text{град}$ .
28. Користуючись стандартними теплотами згорання сполук, вирахувати тепловий ефект реакції при  $25^\circ \text{C}$ :  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(p)} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(p)} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(p)} + \text{H}_2\text{O}_{(p)}$ ,  
якщо теплоти згорання речовин наступні:  
 $(\Delta H_{\text{згор.}}) \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(p)} = -1366,9 \text{ кДж/моль}$ ,  
 $(\Delta H_{\text{згор.}}) \text{CH}_3\text{COOH}_{(p)} = -873,8 \text{ кДж/моль}$ ,  
 $(\Delta H_{\text{згор.}}) \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(p)} = -2254,2 \text{ кДж/моль}$ .
29. Визначити теплоту утворення  $\Delta H$   $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при температурі  $18^\circ \text{C}$ , якщо відомо, що середня величина  $\Delta H$  для реакції  $\text{CaO}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(p)} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  рівна  $\Delta H = -63,848 \text{ кДж/моль}$ , а теплоти утворення  $\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = -286,060 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta H_{\text{CaO}} = -635,131 \text{ кДж/моль}$ .
30. Розрахувати мольну теплоту плавлення дифеніламіну, якщо плавлення 1 кг дифеніламіну супроводжується збільшенням об'єму на  $9,58 \times 10^{-5} \text{ м}^3$ ,  $dT/dP = 2,67 \times 10^{-7} \text{ град м}^2/\text{н}$ . Температура плавлення дифеніламіну  $54^\circ \text{C}$ , молекулярна маса 169.
31. Оксид карбону (IV) в кількості 100 г знаходиться при  $0^\circ \text{C}$  і тиску  $1,013 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Визначити  $Q$ ,  $A$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  при ізохорному нагріванні до досягнення тиску  $2,026 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ . Вважати, що  $\text{CO}_2$  підкоряється законам ідеальних газів, а істинна мольна теплоємність  $\text{CO}_2$  при постійному тиску постійна і рівна  $37,1 \text{ Дж/моль} \times \text{град}$ .
32. При температурі  $25^\circ \text{C}$  ентропія ромбічного сульфуру рівна 31,88, а ентропія моноклінного сульфуру рівна  $32,55 \text{ Дж/г-атом град}$ . Теплоти згорання відповідно рівні  $-296812,96$  і  $-297147,68 \text{ Дж/моль}$ . Знайти  $\Delta G$  і  $\Delta F$  для процесу  $S$  (ромб.)  $\rightarrow S$  (монокл.). У першому наближенні знехтувати різницею густин ромбічного та моноклінного сульфуру.

33. Теплота утворення ацетилену  $\Delta H=227,191$  кДж/моль. Знайти тепловий ефект реакції горіння ацетилену, якщо відомо, що теплота утворення  $\text{CO}_2$  :  
 $\Delta H=-393,422$  кДж/моль,  $\text{H}_2\text{O}$  :  $\Delta H=-286,060$  кДж/моль.
34. Оксид карбону (IV) в кількості 100 г знаходиться при  $0^\circ\text{C}$  і тиску  $1,013 \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>. Визначити  $Q$ ,  $A$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  при ізобарному розширенні до об'єму  $0,2$  м<sup>3</sup>. Вважати, що  $\text{CO}_2$  підкоряється законам ідеальних газів, а істинна мольна теплоємність  $\text{CO}_2$  при постійному тиску постійна і рівна  $37,1$  Дж/моль  $\cdot$  град.
35. Визначити зміну ентропії при пароутворенні 1 моля хлористого етилу, якщо при температурі  $12,3^\circ\text{C}$   $\Delta H_{\text{пар.}}=376,56$  Дж/г.
36. Мольна теплоємність калій броміду в інтервалі  $T=293-923^\circ\text{K}$  виражається рівнянням  $(C_p)_{\text{КВг}}=11,56+3,32 \times 10^{-3}T$ . Знайти зміну ентропії 1 моля КВг при зворотньому нагріванні його від  $T_1=298,2$  до  $T_2=500^\circ\text{K}$ .
37. Знайти зміну ентропії при переході  $418,4$  Дж теплоти від тіла з температурою  $150^\circ\text{C}$  до тіла з температурою  $50^\circ\text{C}$ .
38. Користуючись стандартними теплотами утворення сполук, вирахувати тепловий ефект реакції при  $25^\circ\text{C}$ :  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т}) + 3\text{CO}(\text{г})=2\text{Fe}(\text{т}) + 3\text{CO}_2(\text{г})+ N_x$ , якщо теплоти утворення речовин наступні:  
 $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{т})= - 821,32$  кДж/моль,  
 $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{CO}(\text{г})= - 110,50$  кДж/моль,  
 $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{Fe}(\text{т})= 0,00$  кДж/моль,  
 $(\Delta H_{\text{утв.}}) \text{CO}_2(\text{г})= - 393,51$  кДж/моль.
39. Оксид карбону (IV) в кількості 100 г знаходиться при  $0^\circ\text{C}$  і тиску  $1,013 \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>. Визначити  $Q$ ,  $A$ ,  $U$ ,  $H$  при ізотермічному розширенні до об'єму  $0,2$  м<sup>3</sup>. Вважати, що  $\text{CO}_2$  підкоряється законам ідеальних газів, а істинна мольна теплоємність  $\text{CO}_2$  при постійному тиску постійна і рівна  $37,1$  Дж/моль  $\cdot$  град.

#### 4. Перелік теоретичних питань до 2-го модулю (Фазові рівноваги та вчення про розчини)

1. Загальні умови рівноваги в гетерогенних системах.
2. Дати визначення поняттям – “фаза”, “компонент”, “ступінь вільності або варіантність”.
3. Вивести і дати аналіз правила фаз Гібса.
4. Фазові переходи першого і другого роду.
5. Термодинамічна умова рівноваги в гетерогенній однокомпонентній системі.
6. Діаграми стану однокомпонентних систем в координатах тиск – температура (на прикладі діаграми стану води).
7. Діаграма стану сульфуру. Енантіотропія і монотропія.
8. Рівновага в двокомпонентних системах.
9. Діаграма стану систем, в яких компоненти А і В необмежено розчиняються в рідкому стані, а в твердому стані вони не утворюють ні твердих розчинів ні хімічних сполук.
10. Принцип побудови діаграм стану.
11. Термічний аналіз, криві охолодження.
12. Діаграми стану систем, компоненти яких необмежено розчинні у рідкому стані, а в твердому стані утворюють хімічні сполуки.
13. Діаграми стану систем, що утворюють хімічні сполуки, які плавляться інконгруентно (з розкладом).
14. Тверді розчини.
15. Фізико-хімічний аналіз, його наукове та практичне значення.
16. Особливості рівноваги в трикомпонентних системах. Графічне вираження складу за допомогою рівностороннього трикутника.
17. Обмежена взаємна розчинність трьох рідин.
18. Основні поняття та термінологія теорії розчинів.
19. Концентрація розчинів та методи її вираження.
20. Розчинність газів і твердих речовин у рідинах.
21. Основи термодинаміки розчинів. Хімічний потенціал.
22. Характеристика ідеальних та реальних розчинів. Закон Рауля.
23. Реальні розчини. Відхилення від закону Рауля.
24. Парціальні мольні величини та їх знаходження.
25. Рівняння Гібса-Дюгема.
26. Термодинамічна теорія розчинності. Вплив температури на розчинність.
27. Залежність розчинності газів від тиску. Термодинамічне обґрунтування цієї залежності.
28. Закон Генрі, його застосування для ідеальних та реальних систем. Залежність розчинності газу від температури, природи газу та розчинника.

29. Діаграми рівноваги в системах пара – розчини летких речовин. Закони Коновалова.
30. Обмежена взаємна розчинність рідин. Критична температура розчинення.
31. Температура кипіння розчинів нелетких речовин. Ебуліоскопія. Фізичний зміст ебуліоскопічної сталої. Вивести формулу для визначення молекулярної маси речовини ебуліоскопічним методом.
32. Температура замерзання розчинів нелетких речовин. Кріоскопія. Фізичний зміст кріоскопічної сталої. Вивести формулу для визначення молекулярної маси речовини кріоскопічним методом.
33. Азеотропні суміші. Перегонка з водяною парою.
34. Осмотичний тиск розчинів. Біологічна роль осмотичного тиску.
35. Закон осмотичного тиску Вант-Гоффа.
36. Ознаки та закони фізико-хімічних рівноваг.
37. Константа хімічної рівноваги. Способи вираження константи рівноваги в гомогенних системах.
38. Особливості хімічної рівноваги в розчинах. Зміщення стану рівноваги. Принцип Ле Шательє.
39. Зв'язок між  $K_p$  і  $K_c$ . Закон діючих мас.
40. Вивести закон діючих мас термодинамічним методом.
41. Вивести рівняння ізотерми хімічної реакції (рівняння максимальної роботи хімічної реакції Вант-Гоффа).
42. Хімічна спорідненість речовин. Принцип Бертло.
43. Методи розрахунку хімічної спорідненості речовин.
44. Особливості вираження константи рівноваги для гетерогенної реакції.
45. Вивести рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції.
46. Теплова теорема Нернста. Постулат Планка. 3-й закон термодинаміки.

**5. Задачі до 2-го модулю**  
**(Фазові рівноваги та вчення про розчини)**

1. Обчислити максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в однокомпонентній системі.
2. Обчислити максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в двокомпонентній системі.
3. Обчислити кількість ступенів волі, які має система, що складається з:
  - 1) розчину  $\text{KNO}_3$  і  $\text{NaNO}_3$  у воді при наявності кристалів обох солей і водяної пари;
  - 2) розчину обох солей при наявності льоду, кристалів  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  і водяної пари;
  - 3) розчину обох солей при наявності льоду і водяної пари.
4. Евтектичний сплав стибію і плюмбуму містить 13% стибію. Який з металів і в якій кількості буде знаходитись у сплаві у вигляді кристалів, вкраплених у евтектику, якщо 10 кг рідкого сплаву, який містить 10 % стибію, охолодити до повного його затвердіння?
5. Маємо однопроцентний розчин глюкози. Обчислити молярність даного розчину. Густина прийняти рівною одиниці.
6. Яка нормальність 30%-ного розчину сульфатної кислоти? Густина даного розчину дорівнює  $1,224 \text{ г/см}^3$ .
7. Обчислити молярність 10%-ного розчину сульфатної кислоти.
8. Знайти молярні частки води і спирту в 40%-ному розчині етилового спирту.
9. Коефіцієнт розчинності вуглекислого газу у воді при  $0^\circ\text{C}$  дорівнює 1,713. Скільки за вагою вуглекислого газу розчиниться в 5 л води при  $0^\circ\text{C}$  і тиску 20 атм.
10. 1 л кисню при атмосферному тиску і  $0^\circ\text{C}$  збовтується в закритій посудині з 10 л води. Обчислити кінцевий тиск нерозчиненого залишку кисню і об'єм увібраного водою кисню, виміряний при  $0^\circ\text{C}$  і 1 атм. Коефіцієнт розчинності кисню у воді при  $0^\circ\text{C}=0,0489$ .
11. Коефіцієнт адсорбції ацетилену водою при  $20^\circ\text{C}$  дорівнює 1,03. Обчислити коефіцієнт розчинності даного газу при вказаній температурі.

12. Обчислити осмотичний тиск 2%-ного розчину глюкози при 0°C. Густина розчину дорівнює 1.
13. Осмотичний тиск 0,1 N розчину сульфату цинку при 0°C дорівнює 1,57 атм. Визначити уявний ступінь дисоціації солі в даному розчині.
14. Тиск пари чистого ацетону при 20°C дорівнює 179,6 мм рт ст.. Тиск пари розчину камфори в ацетоні, який містить 5 г камфори на 200 г ацетону, при тій же температурі дорівнює 177,9 мм рт ст.. Визначити молекулярну масу камфори.
15. Тиск пари розчину, який містить 5 г натрій гідроксиду в 100 г води, при 100°C дорівнює 742,9 мм рт ст.. Обчислити уявний ступінь дисоціації натрій гідроксиду в даному розчині.
16. Яка концентрація у вагових процентах водного розчину гліцерину, якщо він замерзає при  $-0,52^{\circ}\text{C}$ .  $K_{\text{крH}_2\text{O}}=1,85$ .
17. При якій приблизно температурі замерзатиме 40%-ний водний розчин етилового спирту?  $K_{\text{крH}_2\text{O}}=1,85$ .
18. Розчин, який містить 1,7 г цинк хлориду в 250 г води. Замерзає при  $-0,23^{\circ}\text{C}$ . Визначити уявний ступінь дисоціації цинк хлориду в цьому розчині.
19. Визначити температуру кипіння розчину калій гідроксиду, який містить в 100 г води 14 г КОН. Уявний ступінь дисоціації КОН в розчині 60%.  $E_{\text{КОН}}=0,516$ .
20. Температура кипіння чистого бензену дорівнює  $80,1^{\circ}\text{C}$ , а розчину, який містить 0,302 г дифеніламіну в 30,14 г бензену  $80,255^{\circ}\text{C}$ . Захована теплота випаровування бензину в точці його кипіння дорівнює 94,5 кал/г. Обчислити молекулярну масу дифеніламіну.
21. Обчислити загальний і парціальний тиск пари над сумішшю, яка складається з 117 г бензену і 883 г толуену при  $30^{\circ}\text{C}$ , знаючи, що залежність тиску пари вказаних рідин від складу виражається прямою лінією і що при цій температурі тиск пари чистого бензену дорівнює 118,2 мм рт ст., а чистого толуену – 36,7 мм рт ст..
22. Орто- і пара ксилоли необмежено змішуються один з одним. Тиск пари цих рідин при  $100^{\circ}\text{C}$  відповідно дорівнює 213,13 мм рт ст. і 270,46 мм рт ст.. Обчислити відношення числа молей ортоксилолу до числа молей

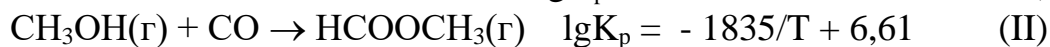
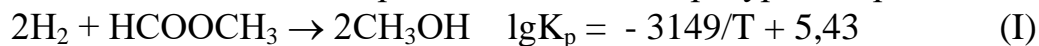
- пара ксилолу в парі при температурі  $100^{\circ}\text{C}$  над сумішшю, яка містить 35 молярних процентів ортоксилолу і 65 – пара ксилолу.
23. Суміш камфори і води кипить під тиском 760 мм рт. ст. при  $99^{\circ}\text{C}$ . Визначити, в якому співвідношенні переходитимуть вода і камфора в дистилат. Молекулярна маса камфори дорівнює 152. Камфора у воді практично нерозчинна. Тиск пари води при  $99^{\circ}\text{C}$  дорівнює 733,24 мм рт. ст..
  24. У розчині міститься 100 г  $\text{KNO}_3$ , 200 г  $\text{NaNO}_3$  і 200 г  $\text{KCl}$  на 1000 г води. Визначити склад розчину в молях на 1000 моль води.
  25. Тиск пари води при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  рівний 17,535 мм рт. ст. Розрахувати тиск пари розчину, який містить 10 г хлористого амонію у 100 г води, при цій же температурі. Для розрахунків прийняти, що система підкоряється законам ідеального стану.
  26. У розчині міститься 100 г  $\text{KNO}_3$ , 200 г  $\text{NaNO}_3$  і 200 г  $\text{KCl}$  на 1000 г води. Визначити склад розчину в мольних процентах.
  27. Визначити осмотичний тиск розчину аніліну в етері при температурі  $10^{\circ}\text{C}$ , якщо тиск пари розчину  $P$  рівний 279,5, а тиск чистого етеру ( $\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  ( $P^{\circ}$ ) рівний 291,7 мм. рт. ст. Густина етеру 0,737.
  28. Азеотропна суміш системи етанол-бензен рівна наступному складу: 44,8% бензину і 55,2% (мол.) етанолу. Розрахувати склад азеотропної суміші у масових процентах.
  29. Тиск пари амальгами стануму, яка містить 1,142 г стануму у 100 г ртуті, рівний 754,1 мм. рт. ст. Тиск пари чистої ртуті  $P=768,8$  мм. рт. ст. при цій же температурі. Розрахувати молекулярну масу розчиненого стануму, якщо для ртуті  $M=200,6$ . Для розрахунків прийняти, що система підкоряється законам ідеального стану.
  30. При температурі  $40^{\circ}\text{C}$  тиск пари чистого чотирехлористого карбону рівний 215,8 мм. рт. ст. Вирахувати молярні частки компонентів у системі чотирехлористий карбон – станум хлорид, якщо тиск чотирехлористого карбону у розчині при даній температурі рівний 40 мм. рт. ст. Система підкоряється законам ідеального стану.
  31. Розчин, який містить 0,1416 г камфори в 1000 г хлороформу, кипить при  $61,75^{\circ}\text{C}$ . Обчислити ебуліоскопічну сталу хлороформу, а також питому теплоту випаровування хлороформу, якщо температура кипіння чистого хлороформу при 760 мм. рт. ст. рівна  $61,2^{\circ}\text{C}$ .



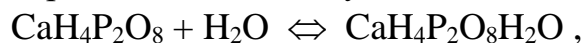
32. Теплота пароутворення циклогексану 89 кал/г. Температура його кипіння рівна 81,4°C. Скільки грамів антрацену необхідно розчинити в 500 г циклогексану, щоб підвищити температуру кипіння на 1°C.
33. При температурі 15°C і  $P=101,3$  кПа розчинність вуглекислого газу у воді складає 1,019 його об'єму, приведеного до нормальних умов. Обчислити, скільки грамів вуглекислого газу розчиниться у літрі води при тиску 506,5 кПа.
34. Знаючи, що коефіцієнти Генрі для  $\text{HBr}$  в бензені при температурі 30 і 50°C відповідно рівні 15,8 і 24,4, розрахувати диференціальну теплоту розчинення.
35. Визначити осмотичний тиск 5%-ного розчину сахарози при температурі 0° С.
36. Тиск 5%-ного водного розчину натрій хлориду при 100°C рівний 736 мм. рт. ст. Визначити температуру кипіння розчину ( $E_{\text{H}_2\text{O}}=0,52$ ).
37. Визначити, чи можливе при кімнатній температурі протікання реакції:  $\text{PbS} + \text{H}_2 \Leftrightarrow \text{Pb} + \text{H}_2\text{S}$ , якщо  $\Delta G^\circ_{\text{H}_2\text{S}} = -7840$ ,  $\Delta G^\circ_{\text{PbS}} = -15275$ .
38. Знайти константу рівноваги ( $K_p$ ) реакції  $\text{C} + \text{O}_2 \Leftrightarrow \text{CO}_2$ , якщо в момент рівноваги при температурі 1300°C в суміші знаходиться 22,5%  $\text{CO}_2$  (об'ємні проценти).
39. Осмотичний тиск глюкози при температурі 40°C рівний 950 мм.рт.ст. Знайти концентрацію розчину.
40. Розчин, який містить 2,423 г сульфуру в 100 г нафталіна плавиться при температурі 79,559°C, а розчин, який містить 2,192 г йоду в 100 г нафталіна плавиться при температурі 79,605°C. Прихована теплота плавлення нафталіну рівна 35,5 кал/г. Визначити число атомів, які містяться в молекулах сульфуру та йоду. Температура плавлення нафталіну дорівнює 80,2°C.
41. При 15°C 20% -ний розчин сульфатної кислоти має густину 1,145 г/мл. Перерахувати вказану концентрацію цього розчину на молярну, нормальну, моляльну концентрації та концентрацію в мольних частках.
42. На трикутнику Гібса або Розебома знайти місце розміщення фігуративних точок наступного складу

1) A=40% , B=10% , C=50% 2) A=20% , B=60% , C=20% 3) A=40% , B=60%.

43. Визначити тепловий ефект реакції  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ , якщо відомі залежності констант рівноваги від температури для реакцій



44. Визначити теплоту гідратації монокальційфосфата при температурі  $90^\circ\text{C}$ , якщо реакція йде за наступною схемою:



а тиск з температурою змінюється наступним чином:

$t^\circ\text{C}$	60	90
$p(\text{мм. рт. ст.})$	33,6	128

Прихована теплота випаровування води рівна  $44254 \text{ Дж/моль}$ .

## 6.Перелік теоретичних питань до 3-го модулю (Хімічна кінетика. Каталіз)

1. Основні поняття хімічної кінетики.
2. Швидкість хімічних реакцій. Фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій.
3. Залежність швидкості реакції від концентрації. Константа швидкості.
4. Молекулярність та порядок реакції.
5. Експериментальні методи визначення порядку реакції та константи швидкості.
6. Необоротні реакції I-го, II-го та n-го порядків. Кінетичні рівняння цих реакцій.
7. Оборотні реакції I-го, II-го та n-го порядків. Кінетичні рівняння цих реакцій.
8. Складні реакції: паралельні, послідовні, спряжені. Кінетичні рівняння цих реакцій.
9. Залежність швидкості та константи швидкості хімічної реакції від температури. Рівняння Арреніуса.
10. Теплота активації. Енергії активації та її експериментальне визначення.
11. Кінетика реакцій в потоці. Рівняння Панченкова.
12. Кінетичні особливості реакцій в розчинах.
13. Сучасні уявлення про механізм елементарного акту хімічної реакції. Теорія Арреніуса.
14. Теорія активних зіткнень. Тракткування енергії активації в рамках цієї теорії. Стеричний фактор.
15. Мономолекулярні реакції в газах. Теорія Лінденмана.
16. Теорія перехідного стану. Метод активованого комплексу.
17. Вивід рівняння, яке виражає залежність швидкості реакції від концентрації та температури.
18. Термодинамічний аспект теорії активованого комплексу.
19. Ентропія активації та її зв'язок зі стеричним фактором для бімолекулярних та мономолекулярних реакцій.
20. Порівняння теорії активних зіткнень з теорією активованого комплексу.
21. Тримолекулярні реакції з позиції теорії зіткнень.
22. Природа ланцюгових реакцій.
23. Механізм виникнення та обриву ланцюгів. Роль радикалів у ланцюгових реакціях.
24. Типи ланцюгових реакцій.
25. Кінетичні рівняння нерозгалужених та розгалужених ланцюгових реакцій.
26. Довжина ланцюга і довжина розгалуження.
27. Теорія Семенова-Гіншельвуда. Індукційний період.

28. Межі спалаху та вибухів. Тепловий та ланцюговий механізм спалаху та вибуху.
29. Загальна характеристика фотохімічних реакцій.
30. Основні закони фотохімії. Первинні та вторинні фотохімічні реакції.
31. Квантовий вихід. Типи фотохімічних реакцій.
32. Фотосенсибілізовані реакції.
33. Фотохімічні реакції в атмосфері Землі.
34. Кінетичні рівняння фотохімічних реакцій.
35. Особливості кінетики гетерогенних процесів.
36. Дифузійна теорія гетерогенної кінетики.
37. Кінетичний режим гетерогенних реакцій.
38. Топохімічні реакції.
39. Фізична та хімічна адсорбція, їх кінетичні та термодинамічні відмінності.
40. Ізотерма адсорбції Ленгмюра. Інші види ізотерм.
41. Практичне застосування адсорбції.
42. Загальні принципи каталізу.
43. Роль каталізу в промисловості та живій природі.
44. Класифікація каталітичних реакцій. Каталізатори та інгібітори.
45. Активність та селективність каталізаторів.
46. Каталіз та хімічна рівновага. Вплив каталізатору на кінетичні параметри реакцій.
47. Гомогенний каталіз у газовій фазі. Доцільність застосування каталізатора. Теорія проміжних сполук у гомогенному каталізі.
48. Гомогенний каталіз у розчинах. Класифікація гомогенно-каталітичних реакцій.
49. Кислотно-основний, загальний та специфічний каталіз.
50. Каталіз комплексними сполуками перехідних металів.
51. Особливості ферментативного каталізу.
52. Класифікація гетерогенних каталітичних реакцій.
53. Стадії проходження каталітичних реакцій.
54. Роль адсорбції в гетерогенному каталізі.
55. Швидкість гетерогенно-каталітичної реакції, її залежність від температури.
56. Активні центри гетерогенних каталізаторів.
57. Каталітичні властивості металів.
58. Отруєння каталізаторів. Промотори та їх роль у гетерогенному каталізі.
59. Нанесені металічні каталізатори, роль носія.
60. Області застосування гетерогенних каталізаторів.
61. Теорія активних центрів Тейлора.
62. Мультиплетна теорія О.О. Баландіна.
63. Теорія активних ансамблів М.І Кобозєва.
64. Електронні та ланцюгові теорії каталізу.
65. Наукові основи підбору та приготування каталізаторів.

**7. Задачі до 3-го модулю**  
(Хімічна кінетика. Каталіз)

1. Визначити константу швидкості омилення ефіру  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Для вивчення кінетики даної реакції час від часу в пробах титруванням визначали кількість непрореагованого лугу, в результаті чого були отримані наступні дані:

$\tau$ , сек	(a-x), моль/л	(b-x), моль/л
295	0,00879	0,02266
376	0,00735	0,02103
639	0,00557	0,01922
817	0,00452	0,01811

Крім цього, відомі вихідні концентрації:  $a=0,01221$  моль/л;  
 $b=0,02588$  моль/л.

2. Розклад гідроген пероксиду у водному розчині в присутності платинової фольги описується реакцією першого порядку. Визначити середню константу швидкості реакції, якщо відомі наступні дані:

t, хв	0	11,1	27,7	42,7
Кількість нерозкладеного $\text{H}_2\text{O}_2$	24,89	19,35	14,45	10,99

3. Визначити константу радіоактивного розпаду урану за вмістом радію в смоляній урановій руді, якщо відомо, що атомне відношення радію до урану рівне  $3,50 \cdot 10^{-7}$ , а період напіврозпаду радію рівний 1596 років.
4. У попередньо нагрітий до  $70^\circ\text{C}$  10%-ний водний розчин цукру додавали 0,5 N розчин хлоридної кислоти, нагрітий до тієї ж температури. Вказану суміш поміщали в ультратермостат і при постійній температурі витримували на протязі всього досліду. Через відповідні проміжки часу відбирали проби, швидко охолоджували їх до  $20^\circ\text{C}$  у стакані з льодом до сповільнення реакції. В результаті вимірювання поляриметром кута обертання площини поляризації  $\alpha_\tau$  були отримані наступні дані:

$\tau$ , хв	3	6	10	15	20
$\alpha_\tau$	0,960	0,150	-0,380	-0,620	-0,705

$\alpha_0=2,34$ ;  $\alpha_\infty=-0,755$ . Визначити константу швидкості реакції.

5. У попередньо нагрітий до  $70^\circ\text{C}$  10%-ний водний розчин цукру додавали 0,5 N розчин хлоридної кислоти, нагрітий до тієї ж

температури. Вказану суміш поміщали в ультратермостат і при постійній температурі витримували на протязі всього досліду. Через відповідні проміжки часу відбирали проби, швидко охолоджували їх до 20°C у стакані з льодом до сповільнення реакції. В результаті вимірювання поляриметром кута обертання площини поляризації  $\alpha_t$  були отримані наступні дані:

$\tau$ , хв	3	6	10	15	20
$\alpha_t$	0,960	0,150	-0,380	-0,620	-0,705

$\alpha_0=2,34$ ;  $\alpha_\infty=-0,755$ . Вивести графічну залежність кута повороту площини поляризації від концентрації продуктів реакції при певній константі швидкості реакції, якщо початкова концентрація цукру після додавання HCl до розчину C=9%. Густина розчину  $\rho=1,0351$  г/см<sup>3</sup>.

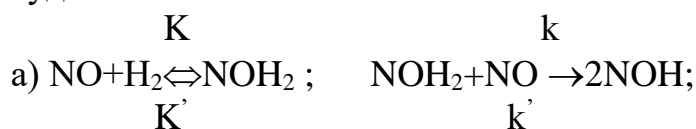
6. Перетворення  $\gamma$ -оксимасляної кислоти в  $\gamma$ -лактон, яке протікає у водному середовищі є зворотною реакцією першого порядку. В результаті проведення дослідів були отримані наступні дані:

$\tau$ , хв	21	50	100	120	160	220	$\infty$
Кількість непрореаг. к-ти, моль	2,41	4,96	8,11	8,90	10,35	11,55	13,28

Початкова концентрація  $\gamma$ -оксимасляної кислоти  $a=18,23$ .

Розрахувати константи швидкості прямої і зворотної реакцій, а також константу рівноваги ( $x_\infty=13,28$ ).

7. Покажіть, що третій порядок реакції  $2NO+H_2 \rightarrow 2NOH$  може бути обумовлений будь-яким з механізмів:



хоча ні одна зі стадій не є тримолекулярною.

8. Із приведених нижче даних для реакції перетворення ціанату амонію в сечовину, яка протікає у водному розчині за схемою  $NH_4CNO \rightarrow (NH_2)_2CO$  визначити порядок реакції:

C, г-моль/л	0,06	0,11	0,18
$\tau_{1/2}$ , год	37,05	19,25	9,47

9. Під час взаємодії бром у етиловим спиртом за реакцією  $C_2H_5OH+Br_2 \rightarrow CH_3CHO+2HBr$  були отримані наступні дані:

$\tau$ , хв. .... 0 4

$C_1, N$ .....	0,00824	0,00619
$C_2, N$ .....	0,00414	0,00334

Визначити порядок реакції.

10. Під час розкладу гідроген пероксиду у водному розчині в присутності платинової фольги були отримані наступні дані

$\tau$ , хв	0	11	19
$V_{\text{KMnO}_4}$ , мл (об'єм розчину $\text{KMnO}_4$ необхідний для титрування $\text{H}_2\text{O}_2$ )	21,8	13,9	8,27

Визначити порядок реакції.

11. Під час вивчення реакції  $\text{HBrO}_3 + 5\text{HBr} \rightarrow 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  у ролі вихідних були вибрані концентрації, відповідно рівні  $C_1 = 51,00$  мл і  $C_2 = 77,33$  мл  $0,1 N$   $\text{HBrO}_3$ . В обох випадках прореагувала  $1/3$  вихідних концентрацій, причому час, витрачений на завершення вказаної стадії, в першому випадку рівний  $t_1 = 16$  хв, у другому випадку  $t_2 = 51$  хв. Визначити порядок реакції.

12. Під час вивчення процесу розпаду деякої речовини були отримані наступні дані:

$\tau$ , год	0	70	110	140	165	200	250	360
$V$ , мл	0,102	0,062	0,044	0,033	0,025	0,019	0,016	0,007

Показати, що розпад речовини є реакцією першого порядку.

13. Користуючись рівнянням  $\lg k = A - B/T$  визначити залежність температурного коефіцієнту реакції  $\gamma$  від температури  $\gamma = k_{t+10}/k_t$ .
14. Визначити константу швидкості реакції між  $\text{SO}_2$  і  $\text{NO}_2$  при  $t = 207,22^\circ\text{C}$ . Енергія активації  $E = 25,56$  ккал/моль.

15. Визначити енергію активації реакції  $\text{Cu} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{CuSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , якщо відомо, що для різних температур значення констант швидкості реакції наступні:

$t, ^\circ\text{C}$ .....	22	42	62
$k \cdot 10^3$ .....	9,7	18,26	39,96

16. У присутності ціанід іонів бензальдегід перетворюється в бензойну кислоту. Визначити енергію активації цього перетворення, якщо відомі наступні дані:

$t, ^\circ\text{C}$ .....	41	49,8	62
$k$ .....	0,028	0,045	0,099

17. Для реакції розкладу оксиду нітрогену  $2\text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{O}_2$  відомі значення константи швидкості: при  $T_1=1620^\circ\text{K}$ ,  $k_1=0,0108\text{г-моль}/(\text{л}\cdot\text{сек}\cdot\text{атм}^2)$ ;  $T_2=1525^\circ\text{K}$ ,  $k_2=0,0030\text{г-моль}/(\text{л}\cdot\text{сек}\cdot\text{атм}^2)$ . Використавши рівняння теорії абсолютних швидкостей реакцій, розрахувати:  
 А)  $\Delta H^*$  і  $\Delta S^*$  при середній температурі  $1572^\circ\text{K}$   
 Б)  $\Delta H^*$  і  $\Delta S^*$  при  $2500^\circ\text{K}$  для прямої і зворотної реакцій,  
 В) константи швидкості прямої і зворотної реакцій при  $T=2500^\circ\text{K}$ , якщо прийняти, що для  $\text{N}_2$   $\Delta C_p^*=-1,0$  кал/(моль·град). Коефіцієнт леткості, фактор стиснення і трансмісійний коефіцієнт прийняти рівним 1;  $\Delta H_{2500}^\circ=-43327$  кал/г-моль;  $\Delta S_{2500}^\circ=-6,009$  е.о.
18. При дослідженні кінетики окислення ацетилену в потоці повітря застосовувався метод діафрагм, який полягає в тому, що реакційна посудина розділялася діафрагмою-каталізатором на дві частини. Газ того чи іншого складу при однаковому тиску поступав по обидві сторони діафрагми. Так як тиск в обох частинах посудини постійний, то обмін речовин між частинами установки може здійснюватися тільки шляхом дифузії через діафрагму. З одної сторони діафрагми подавали повітря, яке містило домішки ацетилену з вихідною концентрацією  $C_0=0,006$  мл/см<sup>3</sup>  $\text{C}_2\text{H}_2$ , з іншої – чисте повітря. Дифундуючий через діафрагму ацетилен вимивався чистим повітрям і його визначали аналітично. Визначити ефективний коефіцієнт дифузії  $D^*$ , якщо товщина діафрагми  $d=1,35$  см, її переріз  $S=4,527$  см<sup>2</sup>, швидкість потоку чистого повітря  $V=12$  мл/сек., швидкість дифузії  $q=2,7\cdot 10^{-3}$  мл/сек.
19. Визначити константу швидкості хімічної реакції між тіосульфатом натрію та йодистим метилом  $\text{CH}_3\text{I} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NaS}_2\text{O}_3 + \text{NaI}$ . Реакція протікає з надлишком  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Кінетика цієї реакції вивчалась наступним чином. Із термостатованої посудини, в якій протікала реакція, періодично відбирали по 10 мл проби, які відтитрували 0,0101 N розчином йоду. В результаті таких визначень були отримані наступні дані:

Час відбору проби	0	4.58	11	19	36	56	$\infty$
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	35,38	30,52	27,04	23,29	20,32	18,62	17,19

20. Під час взаємодії хлористого бензилу і бромистого алілу в метанолі при  $t=30^\circ\text{C}$  були отримані наступні дані:

t, хв	65	185	325	405	515
-------	----	-----	-----	-----	-----



Кількість прореагованої речовини	0,00598	0,01676	0,02779	0,03364	0,04101
----------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------

Початкові концентрації обох речовин були рівні 0,3 моль/л. Визначити константу швидкості реакції.

21. Розклад  $N_2O_5$  є реакцією першого порядку, константа швидкості якої рівна  $0,002 \text{ хв}^{-1}$  при температурі  $T=300\text{K}$ . Визначте, скільки процентів  $N_2O_5$  розкладеться за 2 години.
22. Реакція розкладу гідроген пероксиду у водному розчині відбувається як реакція першого порядку ( тобто за законом одномолекулярних реакцій). Період напіврозпаду при даній умові дорівнює 15,86 хв. Визначити, скільки часу потрібно для розкладу ( при заданих умовах) 99% гідроген пероксиду.
23. Як зміниться швидкість прямої реакції  $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ , якщо при постійній температурі підвищити тиск у 4 рази?
24. Реакція між речовинами А і В виражається рівнянням  $2A+B=C$ . Початкова концентрація речовини А дорівнює 3,5 моль/л, а речовини В – 1,7 моль/л. Константа швидкості реакції 0,77. Чому дорівнює швидкість реакції в початковий момент і після закінчення деякого часу, коли концентрація речовини А зменшилась на 0,51 моль/л.
25. Тростниковий цукор за наявності гідроген іонів підлягає гідролізу з утворенням глюкози і фруктози  $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O=C_6H_{12}O_6+ C_6H_{12}O_6$ . Розчин тростникового цукру обертає площину поляризації вправо, а суміш глюкози і фруктози – вліво. Кут обертання пропорціональний концентрації розчинених речовин. В одному з дослідів при  $25^\circ\text{C}$  за наявності 1 N розчину хлоридної кислоти і більшому надлишку води зміна кута обертання площини поляризації розчину тростникового цукру була така:

Час,хв.	0	35	85	$\infty$
Кут обертання	$36,0^\circ$	$29,0^\circ$	$20,7^\circ$	$-12,3^\circ$

Користуючись приведеними даними, знайти:

- а) середнє значення константи швидкості реакції за даної температури;
  - б) процент цукру, який вступив в реакцію через 5 годин після початку дослідів;
  - в) кут обертання на цей момент часу.
26. Константа швидкості реакції омилення етилового етеру оцтової кислоти натрій гідроксидом при  $10^\circ\text{C}$  дорівн.є 2,38. (Концентрація

виражена в моль/л, а час - у хв.). Обчислити, скільки потрібно часу на омилення 90% етилацетату, якщо змішати при 10°C 1 л 0,05N розчину етилового етеру оцтової кислоти з:

А) 1 л 0,05N розчину NaOH;

Б) 1 л 0,1N розчину NaOH.

27. Користуючись правилом Вант-Гоффа і прийнявши температурний коефіцієнт швидкості за 4, обчислити, на скільки градусів треба підвищити температуру, щоб швидкість реакції зросла у 90 раз?

28. Користуючись правилом Вант-Гоффа, обчислити, при якій температурі реакція закінчиться за 35 хв., якщо при температурі 20°C на це потрібно 2,5 години?

29. Для однієї з реакцій дослідним шляхом були визначені дві константи швидкості при двох температурах:

Темп., °C	445	510
k	0,0077	0,1069

Визначити значення енергії активації даної реакції.

30. Константа швидкості реакції  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  рівна  $5,7 \text{ хв}^{-1}(\text{кмоль}/\text{м}^3)^{-1}$  при температурі  $T=298\text{K}$ . Скільки процентів ефіру прореагує за 15 хв, якщо вихідні концентрації луку і ефіру однакові і рівні  $0,015 \text{ кг-екв}/\text{м}^3$ .

31. Під час проходження реакції  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{г}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 + \text{CO}$  загальний тиск змінюється так:

$\tau$ , хв	0	6,6	13,2	19,8
$P$ , н/м <sup>2</sup>	41590,6	54386,9	65051,4	74924,6

Необхідно показати, що дана реакція є реакцією першого порядку, і знайти середнє значення константи швидкості при температурі досліду.

32. У скільки разів зросте швидкість реакції при підвищенні температури від  $T_1=298 \text{ K}$  до  $T_2=383 \text{ K}$ , якщо енергія активації рівна  $125,710 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль}$ ?

33. На основі приведених в таблиці даних оцініть квантовий вихід  $\gamma$  розкладу уранілоксалату для кожної довжини хвилі:

Довжина хвилі, нм	Частка розкладеного оксалату	Число розкладених молекул $\cdot 10^{-18}$	Число поглинутих фотонів $\cdot 10^{-18}$
365,5	0,0592	5,18	10,58

365,5	0,0498	4,32	8,93
435,8	0,0242	2,10	3,64
435,8	0,0208	1,79	3,10

34. Під час каталітичного розкладу гідроген пероксиду його концентрація змінювалась з часом наступним чином:

Час, хв	0	6	11	21	26
$C_{H_2O_2}$ , моль/л	2,1	1,47	1,05	0,56	0,43

Який порядок кінетичного рівняння реакції розкладу гідроген пероксиду?

35. У скільки разів зміниться швидкість хімічної реакції:  
 $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ , якщо концентрацію кисню збільшити у 2 рази?
36. У скільки разів зміниться швидкість хімічної реакції:  $2CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_4 + CO_2$  при збільшенні тиску в системі у 3 рази?
37. Реакція першого порядку при температурі  $60^\circ C$  пройшла за 10 хвилин на 75,2%. Визначити константу швидкості реакції.

38. Для вивчення взаємодії між іонами бромиду та хлорноватистою кислотою  $ClO^- + Br^- \rightarrow BrO^- + Cl^-$  змішували 100 мл 0,1 N розчину  $NaClO$ , 48 мл 0,5 N розчину  $NaOH$  і 21 мл дистильованої води; суміш поміщали в термостат при  $25^\circ C$ . До суміші додавали 81 мл 1%-ного розчину калій броміду також при  $25^\circ C$ . Через певні проміжки часу відбирали проби і визначали в них вміст іонів  $BrO^-$ . Результати аналізів приведені нижче:

t, хв	0	3,65	7,65	15,05	26,00	47,60	90,60
Конц. $BrO^-$ , моль·л <sup>-1</sup> ·10 <sup>2</sup>	0	0,056	0,0953	0,1420	0,180	0,2117	0,2367

Концентрації  $NaClO$  і  $KBr$  в реакційній суміші при  $t=0$  були рівні 0,003230 М і 0,002508 М відповідно, рН розчину 11,28. Визначити порядок реакції і константу швидкості.

39. Існує думка, що швидкість звичайної хімічної реакції подвоюється при підвищенні температури на 10 градусів. Визначте енергію активації реакції, для якої це твердження справедливе близько  $300^\circ K$ .
40. Деякий газ піддається мономолекулярному перетворенню в суміші з інертним газом. Застосувавши теорію Лінденмана, визначте швидкість реакції через концентрації реагуючого і інертного газів та константи швидкостей елементарних реакцій.

41. Розчин оцтовоетилового етеру при  $C_1=0,01N$  і  $293 K$  омилується  $0,002 N$  розчином ( $C_2$ ) натрій гідроксиду на протязі 23 хвилин на 10%. Як зміниться цей час, якщо зменшити концентрації реагуючих речовин в 10 разів; підвищити температуру на  $15^\circ$ ?

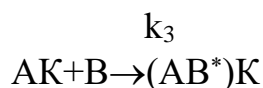
42. Розклад газоподібної  $HI$  є бімолекулярною реакцією, енергія активації якої  $E=1848 \cdot 10^5$  Дж/кмоль. Реакція протікає при  $566,2 K$ , діаметр молекули  $HI$   $d$ , розрахований за в'язкістю, рівний  $3,5 \cdot 10^{-10}m$ , концентрація  $HI$  –  $1$  кмоль/м<sup>3</sup>. Визначити константу швидкості при  $566,2 K$ .

43. Використовуючи метод стаціонарних концентрацій, вивести рівняння, яке визначає швидкість гомогенно-каталітичної реакції  $A+B+K \rightarrow C+K$ . Гомогенно-каталітична реакція протікає за наступним механізмом:

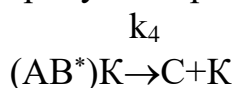
1. Утворення проміжного продукту  $AK$  в результаті зворотної взаємодії між каталізатором і одною з вихідних речовин:



2. Утворення активного комплексу в результаті взаємодії утвореного проміжного продукту з другим компонентом реакції:



3. Утворення кінцевих продуктів і регенерація каталізатору:



## 8. Перелік теоретичних питань до 4-го модулю (Електрохімія)

1. Основні поняття та закони електрохімії.
2. Сильні та слабкі електроліти. Ступінь та константа дисоціації.
3. Причини дисоціації, сольватація.
4. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса.
5. Закон розведення Освальда.
6. Електролітична дисоціація води. рН розчинів.
7. Поняття про буферні системи. Буферні системи в живих організмах.
8. Гідроліз. Застосування методів гідролізу.
9. Теорії кислот і основ (Бренстеда-Лоурі, Льюїса, Усановича).
10. Електропровідність розчинів і розплавів.
11. Питома та еквівалентна електропровідність.
12. Залежність електропровідності слабких та сильних електролітів від концентрації і температури.
13. Рухливість іонів, їх залежність від температури та природи іонів. Закон незалежності руху іонів (Закон Кольрауша).
14. Числа переносу. Визначення чисел переносу. Метод Гітторфа.
15. Активність іонів у електролітах. Залежність коефіцієнту активності та хімічних потенціалів сильних електролітів від концентрації.
16. Електростатична теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера.
17. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти, їх вплив на електропровідність.
18. Практичне застосування електропровідності розчинів.
19. Кондуктометричне титрування. Криві кондуктометричного титрування.
20. Сучасні уявлення про механізм виникнення електродних потенціалів і подвійного електричного шару.
21. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Роль сольватації у виникненні електродного потенціалу на межі метал-розчин.
22. Класифікація електродів.
23. Гальванічний елемент. Термодинаміка гальванічного елемента.
24. Стандартні потенціали. Ряд активності металів.
25. Електроди порівняння. Водневий, скляний, хінгідронний, каломельний електроди.
26. Класифікація гальванічних елементів.
27. Зворотні та незворотні гальванічні елементи, хімічні, концентраційні, окисно-відновні.
28. Дифузійний потенціал, механізм його виникнення і залежність від активності та природи електролітів. Методи усунення дифузійних потенціалів.
29. Вимірювання електрорушійних сил. Нормальний елемент Вестона.
30. Електричні ланцюги без переносу і з переносом іонів.

- 31.Потенціометричний метод визначення рН. Потенціометричне титрування.
- 32.Електрохімічні джерела струму.
- 33.Джерела струму одноразового використання.
- 34.Джерела струму багаторазового використання (акумулятори).
- 35.Електрохімічні генератори (паливні елементи).
- 36.Поляризація, її типи, причини виникнення, методи усунення.
- 37.Застосування явища поляризації. Полярографія.

## 9. Задачі до 4-го модулю (Електрохімія)

1. Скільки грамів міді виділиться на катоді при пропусканні крізь розчин мідного купоросу струму 4 А протягом 18 хв.?
2. Струм, проходячи через розчин кислоти, виділяє за 6 хв 120 мл водню, виміряних при 17°C і під тиском 742 мм рт ст.. Обчислити величину струму.
3. Який об'єм водню при температурі 22°C і тиску 1 атм виділиться під час електролізу сірчаної кислоти за 4 хв 30 сек струмом в 2,6 А?
4. При одержанні їдкого натру електролізом розчину хлористого натрію одержано 400 мл розчину, який містить 18 г NaOH. За той же час у кулонометрі виділилось 20,20 г міді з розчину купрум сульфату. Обчислити вихід за струмом.
5. Якщо посудину для вимірювання електропровідності наповнити 0,01 N розчином KCl при 18°C, то опір розчину становить 408 Ом. Якщо цю посудину заповнити дистильованою водою і включити опір 50000 Ом, то відлік по реохорді містка відповідний опору посудини, становитиме 71,43 см. Обчислити питому електропровідність води. Питома електропровідність 0,01 N розчином KCl при 18°C становить  $1,224 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ .
6. При 18°C питома електропровідність 5%-ного розчину  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  рівна  $4,38 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ . Густина цього розчину дорівнює  $1,038 \text{ г/см}^3$ . Обчислити значення еквівалентної електропровідності розчину і уявний ступінь його дисоціації. Рухливість іона магнію рівна 44,6; нітрат-іона – 62,6.
7. Обчислити, при якій концентрації розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  ступінь електролітичної дисоціації дорівнює 2%. Яка при цьому концентрація іонів гідроксилу?  $K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,79 \cdot 10^{-5}$ .
8. При якому розведенні розчину фенолу концентрація іонів гідрогену дорівнює  $10^{-6} \text{ г-іон/л}$ ? Константа електролітичної дисоціації фенолу  $K = 1,28 \cdot 10^{-10}$ .
9. Обчислити електродний потенціал мідного електроду в розчині, який містить 1,6 г  $\text{CuSO}_4$  в 200 мл розчину ( при температурі 25°C). Уявний ступінь дисоціації вважати за 40%.  $E_0^{\text{Cu}} = 0,34 \text{ В}$ .

10. Обчислити ЕРС мідно-цинкового елемента, в якому концентрація іону міді дорівнює  $5 \cdot 10^{-4}$  г-іон/л, а іонів цинку – 0,5 г-іон/л. Температура  $25^\circ\text{C}$ .  $E_0^{\text{Cu}}=0,34\text{В}$ ,  $E_0^{\text{Zn}}=-0,76\text{В}$ .
11. На потенціометричному містку при  $18^\circ\text{C}$  відлік для нормального елемента Вестона дорівнював 52,80 см, відлік для електрода в розчині дорівнював 22,35 см. Обчислити потенціал електрода в розчині. Другим електродом був нормальний водневий.
12. Електрорушійна сила гальванічного елемента  
Водневий електрод| $\text{H}_2\text{SO}_4(2\text{N})$ || $\text{KCl}$ (насич.)|| $\text{NaOH}$ (розчин)|водневий електрод при  $25^\circ\text{C}$  дорівнює 0,764 В. При вказаній температурі уявний ступінь дисоціації  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дорівнює 0,5. Обчислити водневий показник розчину  $\text{NaOH}$ .
13. Струм силою 3А пропускали на протязі 3-х годин через водний розчин  $\text{CuSO}_4$ . Який вихід за струмом металічного купруму, якщо за вказаний час на катоді виділилось 9,162 г купруму?
14. На протязі якого часу потрібно пропускати струм силою 1,5 А, щоб виділити із розчину сульфатної кислоти  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  гримучого газу при  $T=293 \text{ К}$  і  $p=0,99975 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ?
15. В посудину для вимірювання електропровідності, заповнену  $1/32 \text{ N}$  розчином  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , поміщені паралельні електроди площею  $S=3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  на відстані  $l=2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$  один від одного. При напрузі 10 В через розчин проходить струм силою  $I=4,3058 \cdot 10^{-3} \text{ А}$  при  $T=298\text{К}$ . Визначити ступінь дисоціації, константу дисоціації та рН розчину, якщо при вказаній температурі рухливості іонів  $\text{H}^+$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  відповідно рівні  $\lambda_{\text{H}^+}=34,982 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2/\text{кекв}$  і  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}=4,090 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2/\text{кекв}$ .
16. Розчин, який містить 70% за масою сульфатної кислоти, має при  $T=291\text{К}$  густину  $1,6146 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  і питому електропровідність  $0,2157 \cdot 10^2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Знайдіть еквівалентну  $\lambda$  та молярну  $\mu$  електропровідності розчинів.
17. Визначте при  $T=298\text{К}$  еквівалентну електропровідність при безмежному розведенні для оцтової кислоти, якщо при цій же температурі для розчинів  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  еквівалентні електропровідності при безмежному розведенні відповідно рівні:  $\lambda_\infty^{\text{NaCl}}=12,645 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2/\text{кекв}$ ,  $\lambda_\infty^{\text{HCl}}=42,616 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2/\text{кекв}$ ,  $\lambda_\infty^{\text{CH}_3\text{COONa}}=9,101 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2/\text{кекв}$ .



18. Розчин, який містить  $1,139 \cdot 10^{-6}$  кг срібла в  $1 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>, піддається електролізу між срібними електродами. Після електролізу рідина біля анода містила  $39,66 \cdot 10^{-6}$  кг срібла в  $20,09 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup> розчину. За час електролізу в приєднаному послідовно кулонометрі відклалося  $32,1 \cdot 10^{-6}$  кг срібла. Знайдіть числа переносу для  $\text{Ag}^+$  і  $\text{NO}_3^-$ .
19. Визначте активність іонів купруму, якщо ЕРС ланцюга  $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}(a_1=x) || \text{Cu}^{2+}(a_2=1) | \text{Cu}$  при  $T=298\text{K}$  рівна  $0,0885\text{ В}$ .
20. Визначити при  $T=298\text{K}$  ЕРС ланцюга  $\text{Pt}_{\text{H}_2(p=1\text{атм})} | \text{HCl}(c=0,05) || \text{H}^+(a_{\text{H}^+}=1) | \text{Pt}_{\text{H}_2(p=1\text{атм})}$  з врахуванням активності іонів водню. При іонній силі  $0,05$  середній коефіцієнт активності одновалентного іону рівний  $\gamma^+=0,81$ .
21. При  $T=298\text{K}$  електродний потенціал електроду  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}(a=0,005)$  рівен  $0,2712$  В. Визначте нормальний потенціал мідного електроду.
22. Визначте рН розчину, якщо при  $T=298\text{K}$  ЕРС елемента  $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{тв}) | \text{KCl}(0,1\text{N}) || \text{H}^+(\text{pH}=x) | \text{Pt}$  рівна  $0,15\text{ В}$ . Стандартний електродний потенціал хінгідронного електроду  $0,6994\text{В}$ , каломельного  $0,3369\text{В}$ .
23. Визначте ЕРС ланцюга  $\text{Cd} | \text{Cd}(\text{NO}_3)_2(c_1=0,01\text{ кмоль/м}^3) || \text{AgNO}_3(c_2=0,1\text{ кмоль/м}^3) | \text{Ag}$  при  $T=298\text{K}$ . Нормальні електродні потенціали срібного та кадмієвого електроду відповідно рівні:  $\varphi^\circ_{\text{Ag}|\text{Ag}^+}=0,799\text{В}$ ,  $\varphi^\circ_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}=-0,402\text{В}$ . Для двовалентного іону  $\gamma^+=0,53$ , для одновалентного іону  $\gamma^+=0,78$ .
24. Визначте константу рівноваги реакції  $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$  при температурі  $T=298\text{K}$ , якщо нормальні електродні потенціали рівні:  $\varphi^\circ_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}=-0,402\text{В}$ ,  $\varphi^\circ_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}=-0,762\text{В}$ ,  $E_{\text{ланцюга}} = \varphi_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}} - \varphi_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}$ .
25. Залежність ЕРС від температури для елемента, в якому протікає реакція  $\text{Zn} + \text{Hg}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + 2\text{Hg}$ , виражається рівнянням  $E = 1,4328 - 0,00119(T-298) - 7 \cdot 10^{-6}(T-288)^2$ . Визначте для цієї реакції  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta F$  при  $T=303\text{K}$ .
26. Питома електропровідність розчину  $\text{KI}$   $\chi_1=0,89$  і  $\text{KCl}$  при цій же концентрації  $\chi_2=1,8653\text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ . Питома електропровідність розчину, який містить обидві солі тієї ж концентрації  $\chi=0,9845\text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ . Визначте процентний вміст  $\text{KCl}$  в розчині, якщо вважати питому електропровідність адитивною величиною.

27. При температурі 18°C питома електропровідність насиченого водного розчину AgCl  $\chi=1,259 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ , а рухливості при безмежному розведенні розчину  $\text{Ag}^+=54,4$ ;  $\text{Cl}^-=65,5$ . Визначити кількість (в г) AgCl, розчиненого в літрі розчину.
28. При температурі 25°C питома електропровідність 0,11N водного розчину хлороцтової кислоти  $\chi=46,51 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Рухливості іонів  $U_{\infty}=349,8$ ;  $V_{\infty}=39,8$ . Визначити температуру, при якій кипить і замерзає розчин.

29. При температурі 18°C еквівалентна електропровідність водних розчинів  $\text{KNO}_3$  має наступні значення:

$C, \text{г-екв/л}$	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,05	0,1
$\lambda, \text{см}^2/(\text{г-екв} \cdot \text{Ом})$	124,4	123,6	120,5	118,8	109,9	104,8

Визначити із приведених даних  $\lambda_{\infty}$  для  $\text{KNO}_3$ .

30. Визначити число переносу іону  $\text{NH}_4^+$  в розведеному розчині  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , якщо еквівалентна електропровідність  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при безмежному розведенні при 18°C  $\lambda_{\infty}=129,5 \text{ см}^2/(\text{г-екв} \cdot \text{Ом})$ , а рухливість  $V_{\text{Cl}^-}=65,5$ .
31. Визначити активності іонів хлориду кальцію в 0,01N розчині.  $\gamma_{\text{Ca}^{2+}}=0,6$ ;  $\gamma_{\text{Cl}^-}=0,88$ .
32. Визначити активність іонів  $\text{Br}^-$  в розчині, якщо до 0,1N розчину  $\text{KBr}$  додано 0,1N розчин  $\text{CaCl}_2$  при температурі 25°C. Для  $\mu=0,1$   $\gamma=0,78$ ; для  $\mu=0,25$   $\gamma=0,68$ .
33. Визначити рН 0,05N розчину  $\text{HCl}$  з врахуванням і без врахування коефіцієнту активності. Для 0,05N розчину  $\text{HCl}$   $\gamma=0,81$ .
34. ЕРС ланцюга  $(-)\text{Ni}|\text{NiSO}_4||\text{H}_2\text{SO}_4|\text{H}_2, \text{Pt}(+)$  дорівнює 0,309В. Визначити активність іонів нікелю, якщо  $a_{\text{H}^+}=1$ ,  $\varphi^{\circ}_{\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}}=0,25\text{В}$ .
35. Цинковий електрод поміщений в 0,1N розчин сульфату цинку при температурі 25°C. Визначити, на скільки зміниться електродний потенціал цинку при зміні концентрації до 0,01 N, якщо середні коефіцієнти активності для вказаних концентрацій відповідно рівні 0,20 і 0,48.

36. Визначити, які переважно іони феруму ( $\text{Fe}^{2+}$  або  $\text{Fe}^{3+}$ ) утворюються при анодному розчиненні феруму, якщо  $\varphi^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}} = -0,441\text{В}$ , а  $\varphi^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}|\text{Fe}} = -0,036\text{В}$  при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ .
37. Знайти добуток розчинності  $\text{AgCl}$  (при  $t=25^{\circ}\text{C}$ ), якщо ЕРС гальванічного ланцюга  $(-)\text{Ag}(\text{T})|\text{AgCl}(\text{T}),\text{KCl}||\text{NH}_4\text{NO}_3$  (насич.),  $\text{AgNO}_3(m=0,1|\text{Ag}(+))$   $E=0,448\text{В}$ ,  $\gamma_{\text{Cl}^-}=0,769$ ;  $\gamma_{\text{Ag}^+}=0,72$  і потенціал  $\varphi^{\circ}_{\text{Ag}^+|\text{Ag}}=0,779\text{В}$ .
38. Визначити дифузійний потенціал  $\varphi_{\text{д}}$  ланцюга  $\text{Pt}(\text{H}_2)|\text{HCl}(m=0,0814)|\text{HCl}(m=0,00924)|\text{Pt},\text{H}_2$ , якщо рухливості іонів водню і хлору відповідно рівні 315 і 65,5 при  $t=18^{\circ}\text{C}$ .  $\gamma(\text{HCl}_{0,0814})=0,806$ ;  $\gamma(\text{HCl}_{0,00924})=0,906$ .
39. Знайти ЕРС ланцюга  $\text{Pb} - \text{амальгама}$   $(m=0,001811)|\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2(\text{розчин})|\text{Pb} - \text{амальгама}$   $(m=0,000587)$ .
40. Розрахувати ЕРС свинцевого акумулятора із термодинамічних даних, якщо відомі хімічні реакції, що протікають на електродах:  
 $\text{H}_2 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$        $\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{PbO}_2 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
та зміни ізобарних потенціалів:  $\Delta G^{\circ}_{\text{PbSO}_4} = -193,9$  ккал/моль;  $\Delta G^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}} = -56,7$  ккал/моль;  $\Delta G^{\circ}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = -176,5$  ккал/моль;  $\Delta G^{\circ}_{\text{PbO}_2} = -52,3$  ккал/моль.

## 10. Питання курсу, які виносяться на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми (завдання)
1	Ізотерми стиснення реального газу. Зв'язок між термодинамічними потенціалами і деякими параметрами системи.
2	Рівняння для розрахунку ентропії 1-го молу ідеального газу при $C_p = f(T)$ . Формула для обчислення абсолютного значення ентропії твердих, рідких та газоподібних речовин.
3	Розрахунки енергій Гібса і Гельмгольца за допомогою таблиць стандартних величин.
4	Застосування принципу відповідних станів для знаходження коефіцієнту фугітивності.
5	Розчинність газів і твердих речовин у рідинах. Обмежена взаємна розчинність рідин. Вплив температури на взаємну розчинність. Теоретичні основи перегонки з водяною парою.
6	Методи розрахунку хімічної спорідненості речовин. Вплив температури на хімічну спорідненість.
7	Розрахунок констант рівноваги з використанням таблиць стандартних величин термодинамічних функцій.
8	Експериментальні методи визначення порядку реакції та константи швидкості. Необоротні реакції I-го, II-го та n-го порядків. Кінетичні рівняння цих реакцій. Обо-ротні реакції I-го, II-го та n-го порядків. Кінетичні рівняння цих реакцій. Складні реакції: паралельні, послідовні, спряжені. Кінетичні рівняння цих реакцій.
9	Фотохімічні реакції в атмосфері Землі. Особливості кінетики гетерогенних процесів. Дифузійна теорія гетерогенної кінетики. Кінетичний режим гетерогенних реакцій. Топохімічні реакції.
10	Каталіз комплексними сполуками перехідних металів. Каталітичні властивості металів. Нанесені металічні каталізатори, роль носія.
11	Рухливість іонів, їх залежність від температури та природи іонів. Закон незалежності руху іонів (Закон Кольрауша).
12	Числа переносу. Визначення чисел переносу. Метод Гітторфа.
13	Електрохімічні джерела струму. Джерела струму одноразового використання. Джерела струму багаторазового використання (акумулятори). Електрохімічні генератори (паливні елементи).
14	Поляризація, її типи, причини виникнення, методи усунення. Застосування явища поляризації. Полярографія.

Самостійна робота над навчальною дисципліною також включає: опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного матеріалу; вивчення окремих тем питань, що передбачені для самостійного опрацювання; поглиблене вивчення літератури на задану тему та пошук додаткової інформації; підготовка до лабораторних занять; систематизацію вивченого матеріалу перед іспитом тощо.

## 11. Тестовий контроль знань (рівень 1)

1. Виберіть ознаки термохімічного рівняння:  
А) стехіометричні коефіцієнти і агрегатний стан речовини;  
Б) агрегатний стан речовини і зміна ентальпії;  
В) агрегатний стан речовини і зміна внутрішньої енергії;  
Г) стехіометричні коефіцієнти і зміна ентропії;  
Д) реакція протікає при високій температурі.
2. Вкажіть, до груп яких параметрів відноситься маса речовини ( $m$ ) та її об'єм ( $V$ ):  
А) екстенсивних;  
Б) інтенсивних;  
В) термохімічних;  
Г) фізичних;  
Д) хімічних.
3. Виберіть речовини, для яких ентальпія утворення за стандартних умов дорівнює нулю:  
А)  $\text{HCl}$ ,  $\text{N}_2$ ;  
Б)  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_3$ ;  
В)  $\text{O}_2$ ,  $\text{P}$  (білий);  
Г)  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_2$ ;  
Д)  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .
4. Вкажіть формулу, за якою розраховується водневий показник  $\text{pH}$ :  
А)  $K_{\text{H}_2\text{O}} = -\lg[\text{H}^+]$ ;  
Б)  $\text{pH} = \lg[\text{H}^+]$ ;  
В)  $\text{pH} = \lg[\text{OH}^-]$ ;  
Г)  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ ;  
Д)  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ .
5. Вкажіть назву електроду, складеного за схемою  $\text{Au} / \text{Au}^{3+}$ :  
А) електрод I роду;  
Б) окисно-відновний електрод;  
В) стандартний електрод;  
Г) електрод порівняння;  
Д) електрод II роду.
6. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при збільшенні концентрації вихідних речовин:  
А) частково вправо;  
Б) з права на ліво;  
В) зліва на право;

- Г) не зміститься;  
Д) частково вліво.
7. Виберіть визначення ступеня дисоціації:  
А) кількість дисоційованих молекул в 1 літрі розчину;  
Б) відношення загальної кількості молекул у розчині до кількості дисоційованих молекул;  
В) відношення кількості дисоційованих молекул до загальної кількості молекул розчиненої речовини;  
Г) кількість дисоційованих молекул, що припадає на 1 молекулу розчинника;  
Д) відношення кількості дисоційованих молекул до кількості молекул в 1 літрі розчину.
8. Виберіть твердження, яке визначає зміну розчинності газоподібних речовин у рідинах з підвищенням тиску:  
А) не змінюється;  
Б) збільшується незалежно від природи речовин;  
В) зменшується незалежно від природи речовин;  
Г) змінюється неоднозначно, залежно від природи речовин;  
Д) змінюється стрибкоподібно.
9. Виберіть ознаку, за якої температура не впливає на зміщення рівноваги:  
А) екзотермічна;  
Б) ендотермічна;  
В) протікає без зміни об'єму;  
Г) протікає з практично нульовим тепловим ефектом.  
Д) протікає без зміни тиску.
10. Виберіть твердження, яке характеризує процес розчинення кристалічних сполук у воді:  
А) ендотермічний процес;  
Б) екзотермічний процес  
В) супроводжується тепловим ефектом;  
Г) не залежить від температури;  
Д) залежить від тиску.
11. Виберіть умови ізобарно-ізоентропійного процесу в термодинаміці:  
А)  $V=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Б)  $T=\text{const}$ ;  $V=\text{const}$   
В)  $T=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Г)  $V=\text{const}$ ;  $S=\text{const}$

Д)  $S=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$

12. Виберіть критерій, за яким можна встановити фізичний зміст константи швидкості  $k$  з рівняння  $w = k C_A^a C_B^b$ :
- А) степені  $a$  і  $b$  рівні нулю;
  - Б) сума степенів  $a$  і  $b$  рівна одиниці;
  - В) концентрації реагуючих речовин рівні одиниці;
  - Г) сума всіх концентрацій рівна одиниці;
  - Д) реакція протікає гомогенно.
13. Вкажіть ознаку, яку встановлює основний закон термохімії (закон Гесса):
- А) залежність теплового ефекту від природи речовини;
  - Б) залежність теплового ефекту від шляху процесу;
  - В) незалежність теплового ефекту від шляху процесу;
  - Г) залежність теплового ефекту від температури;
  - Д) незалежність теплового ефекту від маси речовини.
14. Вкажіть термодинамічний процес, для якого тепловий ефект реакції дорівнює зміні ентальпії:
- А) ізотермічний;
  - Б) ізохорний;
  - В) ізобарний;
  - Г) адіабатний;
  - Д) ізоентропійний.
15. Виберіть твердження, яке характеризує хімічну кінетику як вчення про:
- А) рівновагу хімічних реакцій;
  - Б) швидкість хімічних реакцій;
  - В) агрегатний стан речовини;
  - Г) будову речовини;
  - Д) хімічну природу речовини.
16. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при підвищенні тиску:
- А) частково вправо;      Б) з права на ліво;
  - В) зліва на право;      Г) не зміститься;      Д) частково вліво.
17. Виберіть твердження, яке характеризує константу хімічної рівноваги:
- А) відношення констант швидкості прямої і зворотної реакції;
  - Б) добуток рівноважних концентрацій продуктів реакції в степенях, що дорівнюють стехіометричним коефіцієнтам;

- В) сума рівноважних концентрацій продуктів реакції і вихідних речовин;  
 Г) відношення констант швидкості зворотної і прямої реакції;  
 Д) добуток рівноважних концентрацій вихідних речовин в степенях, що дорівнюють стехіометричним коефіцієнтам.
18. Виберіть рівняння, за яким розраховують енергію активації хімічної реакції графічним методом:  
 А)  $E = -Mtg\varphi$ ;  
 Б)  $E = Rtg\varphi$ ;  
 В)  $E = -Rtg\varphi$ ;  
 Г)  $E = Ntg\varphi$ ;  
 Д)  $E = Rtg\alpha$ .
19. Виберіть твердження, яке визначає зміну розчинності твердих речовин у рідинах зі зміною тиску:  
 А) збільшується незалежно від природи речовин;  
 Б) не змінюється;  
 В) зменшується незалежно від природи речовин;  
 Г) змінюється неоднозначно, залежно від природи речовин;  
 Д) змінюється стрибкоподібно.
20. Вкажіть критерій збільшення виходу метанолу за реакцією  $\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_{2(г)} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ , якщо даний процес є екзотермічним:  
 А) пониження тиску;  
 Б) підвищення температури;  
 В) підвищення температури і пониження тиску;  
 Г) пониження температури і тиску.  
 Д) пониження температури.
21. Виберіть умови ізохорно-ізоентропійного процесу в термодинаміці:  
 А)  $V=\text{const}; P=\text{const}$   
 Б)  $T=\text{const}; V=\text{const}$   
 В)  $T=\text{const}; P=\text{const}$   
 Г)  $V=\text{const}; S=\text{const}$   
 Д)  $S=\text{const}; P=\text{const}$
22. Вкажіть правильне визначення стандартної ентальпії як теплового ефекту утворення:  
 А) складної речовини з простих речовин при  $25^{\circ}\text{C}$ ;  
 Б) 1 моля сполуки з простих речовин при  $P = 101,3 \text{ кПа}$  і  $T = 298 \text{ К}$ ;



- В) 1 моль-еквівалента речовини з простих речовин при 25°C і 101,3 кПа;
- Г) складної речовини з простих речовин при  $P = 101,3$  кПа і сталій температурі;
- Д) 1 кг сполуки з простих речовин при  $P = 101,3$  кПа і  $T = 298$  К.
23. Виберіть ознаку рівноважного стану системи:
- А) параметри системи з часом не змінюються;
- Б) не змінюються з часом екстенсивні параметри;
- В) не змінюються з часом інтенсивні параметри;
- Г) не змінюються з часом хімічні параметри;
- Д) не змінюються рівноважні параметри.
24. Вкажіть термодинамічний процес, для якого тепловий ефект реакції дорівнює зміні внутрішньої енергії в системі:
- А) ізотермічний;
- Б) ізохорний;
- В) ізобарний;
- Г) адіабатний;
- Д) ізоентропійний.
25. Вкажіть правильне твердження стосовно можливості визначення абсолютної величини вільної енергії Гібса:
- А) не можливо;
- Б) можливо;
- В) можливо за нормальних умов;
- Г) можливо експериментально;
- Д) не можливо за певних умов.
26. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при підвищенні температури:
- А) частково вправо;
- Б) з права на ліво;
- В) зліва на право;
- Г) не зміститься;
- Д) частково вліво.
27. Вкажіть, за рахунок чого проходить активація мономолекулярних реакцій згідно з гіпотезою Перрена (1918 рік):
- А) зіткнення;
- Б) енергія активації;
- В) поглинання інфрачервоної радіації;
- Г) застосування каталізатору;
- Д) нагрівання.

28. Виберіть твердження, щодо зміни розчинності твердих речовин у рідинах зі зміною температури:
- А) змінюється неоднозначно;
  - Б) завжди збільшується;
  - В) завжди зменшується;
  - Г) не змінюється;
  - Д) змінюється стрибкоподібно.
29. Виберіть дію, за допомогою якої можна змістити вправо рівновагу оборотної реакції  $N_2 \leftrightarrow 2N$  ( $\Delta H > 0$ ):
- А) зниження температури;
  - Б) підвищення температури та зниження тиску;
  - В) підвищення тиску;
  - Г) зниження температури та підвищення тиску;
  - Д) підвищення температури та підвищення тиску.
30. Виберіть основний критерій, яким керуються при проведенні хімічного процесу:
- А) швидкість утворення цільового продукту значно більша від швидкостей всіх інших можливих реакцій;
  - Б) процес проходить без каталізатора.
  - В) процес проходить з мінімальними енергетичними затратами;
  - Г) швидкість утворення необхідного продукту значно менша від швидкостей всіх інших можливих реакцій;
  - Д) процес проходить при максимально низькій температурі.
31. Виберіть основну одиницю вимірювання енергії (теплоти) в системі СІ:
- А) кал;
  - Б) ккал;
  - В)  $^{\circ}C$ ;
  - Г) Дж;
  - Д) кДж.
32. Виберіть правильну формулу для визначення вільної енергії Гібса:
- А)  $\Delta G = H + T\Delta S$ ;
  - Б)  $\Delta G = H - T\Delta S$ ;
  - В)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ;
  - Г)  $\Delta G = \Delta H - TS$ ;
  - Д)  $\Delta F = U - TS$ .
33. Вкажіть ознаку ізохорного процесу в термодинаміці:
- А)  $T = \text{const}$ ;

- Б)  $P = \text{const}$ ;  
В)  $V = \text{const}$ ;  
Г)  $RT = \text{const}$ ;  
Д)  $PV = \text{const}$
34. Вкажіть метод експериментального вимірювання ЕРС гальванічних елементів:  
А) стандартів;  
Б) потенціометричний;  
В) компенсації;  
Г) кондуктометричний;  
Д) гальванічний.
35. Виберіть умову самодовільного протікання хімічної реакції:  
А)  $\Delta G > 0$ ;  
Б)  $\Delta G = 0$ ;  
В)  $\Delta G < 0$ ;  
Г)  $\Delta G \leq 0$ ;  
Д)  $\Delta G \geq 0$ .
36. Вкажіть ознаку (ознаки), від яких залежить криоскопічна стала:  
А) природа розчиненої речовини;  
Б) концентрація розчину;  
В) температура;  
Г) природа розчинника;  
Д) маса розчиненої речовини.
37. Вкажіть співвідношення тисків насичених парів води ( $P_1$ ) і етанолу ( $P_2$ ) при температурі кипіння:  
А)  $P_1 = P_2$ ;  
Б)  $P_1 \leq P_2$ ;  
В)  $P_1 \geq P_2$ ;  
Г)  $P_1 < P_2$ ;  
Д)  $P_1 > P_2$ .
38. Виберіть визначення ступеня дисоціації:  
А) кількість дисоційованих молекул в 1 л розчину;  
Б) відношення загальної кількості молекул у розчині до загальної кількості молекул розчиненої речовини;  
В) відношення кількості дисоційованих молекул до загальної кількості молекул розчиненої речовини;  
Г) кількість дисоційованих молекул, що припадає на 1 молекулу розчинника

- Д) відношення загальної кількості молекул у розчині до кількості дисоційованих молекул розчиненої речовини.
39. Вкажіть розділ фізичної хімії, який вивчає швидкість хімічних реакцій:  
А) термодинаміка;  
Б) електрохімія;  
В) каталіз;  
Г) кінетика;  
Д) будова речовини.
40. Виберіть твердження, яке характеризує найбільшу швидкість реакції між молекулами в стані:  
А) рідкому ;  
Б) газоподібному;  
В) твердому;  
Г) перехідному;  
Д) кристалічному.
41. Виберіть основну одиницю вимірювання тиску в системі СІ:  
А) кал;  
Б) Па;  
В) мм рт ст.;  
Г) Дж;  
Д) атм.
42. Виберіть твердження, яке характеризує швидкість реакції:  
А) зміна концентрації реагуючих речовин за одиницю часу в одиниці об'єму;  
Б) зміна концентрації реагуючих речовин за одиницю часу;  
В) зміна концентрації реагуючих речовин у певному об'ємі;  
Г) зміна температури реагуючих речовин за одиницю часу в одиниці об'єму;  
Д) зміна тиску реагуючих речовин за одиницю часу в одиниці об'єму.
43. Виберіть термодинамічну функцію, яку називають вільною енергією Гельмгольца:  
А) G;  
Б) S;  
В) F;  
Г) H;  
Д) U.
44. Вкажіть ознаку ізобарного процесу в термодинаміці:

- А)  $T = \text{const}$ ;  
 Б)  $P = \text{const}$ ;  
 В)  $V = \text{const}$ ;  
 Г)  $RT = \text{const}$ ;  
 Д)  $PV = \text{const}$
45. Виберіть твердження, яке характеризує найбільшу швидкість реакції між молекулами з типом зв'язку:  
 А) іонним;  
 Б) ковалентним;  
 В) металічним;  
 Г) донорно-акцепторним;  
 Д) водневим.
46. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{NOCl} \leftrightarrow 2\text{NO} + \text{Cl}_2$  при підвищенні тиску:  
 А) частково вправо;  
 Б) з права на ліво;  
 В) зліва на право;  
 Г) не зміститься;  
 Д) частково вліво.
47. Вкажіть ознаку (ознаки), від яких залежить ебуліоскопічна стала:  
 А) природа розчиненої речовини;  
 Б) концентрація розчину;  
 В) температура;  
 Г) природа розчинника;  
 Д) маса розчиненої речовини.
48. Виберіть схему реакції, для якої тиск можна використовувати для зміщення рівноваги реакції:  
 А)  $A_{(г)} + B_{(г)} \leftrightarrow D_{(г)} + M_{(г)}$ ;  
 Б)  $A_{(тв.)} + B_{(г)} \leftrightarrow D_{(г)}$ ;  
 В)  $B_{(г)} \leftrightarrow D_{(г)} + M_{(г)}$ ;  
 Г)  $A_{(рід)} + B_{(рід)} \leftrightarrow D_{(рід)} + M_{(рід)}$ ;  
 Д)  $A_{(тв)} + B_{(г)} \leftrightarrow D_{(тв)} + M_{(г)}$ .
49. Виберіть твердження щодо залежності швидкості процесу розчинення газоподібної речовини у рідині від чинників:  
 А) залежить від тиску;  
 Б) не залежить від перемішування;  
 В) не залежить від природи газоподібної речовини;

- Г) не залежить від температури;  
Д) залежить від реакційної посудини.
50. Виберіть вид частинок, що завжди містяться у водних розчинах кислот:  
А) йони металу;  
Б) гідроксид-йони;  
В) йони гідроксонію;  
Г) катіони;  
Д) аніони.
51. Виберіть термодинамічну функцію, яку називають вільною енергією Гібса:  
А)  $U$ ;  
Б)  $F$ ;  
В)  $S$ ;  
Г)  $H$ ;  
Д)  $G$ .
52. Вкажіть ознаку ізотермічного процесу в термодинаміці:  
А)  $T = \text{const}$ ;  
Б)  $P = \text{const}$ ;  
В)  $V = \text{const}$ ;  
Г)  $RT = \text{const}$ ;  
Д)  $PV = \text{const}$ .
53. Вкажіть критерій, за яким поділяють реакції з кінетичної точки зору за ознакою:  
А) молекулярності реакції;  
Б) порядку реакції;  
В) величиною енергії активації;  
Г) молекулярності або порядку реакції;  
Д) агрегатним станом.
54. Виберіть рівняння, яке використовується для розрахунку потенціалу окисно-відновних електродів:  
А) Нернста- Петерса;  
Б) Гіббса;  
В) Гіббса- Гельмгольца;  
Г) Петерса;  
Д) Даніеля-Якобі.
55. Вкажіть критерій, необхідний для визначення швидкості хімічної реакції як зміни в часі кількості:

- А) вихідних речовин, що беруть участь в реакції;  
Б) продуктів реакції, що утворюються внаслідок хімічної реакції;  
В) одної з речовин, що беруть участь в реакції (вихідної або кінцевої);  
Г) проміжних речовин;  
Д) каталізатора.
56. Вкажіть критерій збільшення виходу метанолу за реакцією  $\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_{2(г)} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ , якщо даний процес є екзотермічним:  
А) пониження тиску;  
Б) підвищення температури;  
В) підвищення температури і пониження тиску;  
Г) пониження температури і тиску.  
Д) пониження температури.
57. Вкажіть тип даної фотохімічної реакції взаємодії хлору з воднем  $\text{H}^* + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{Cl}^*$ :  
А) первинна;  
Б) вторинна;  
В) обрив;  
Г) рекомбінація;  
Д) активація.
58. Виберіть спільну характеристику для водного розчину електроліту та металу:  
А) діелектричні властивості;  
Б) йонна провідність;  
В) однакові перетворення при проходженні електричного струму;  
Г) електропровідність;  
Д) здатність дисоціювати.
59. Виберіть умови, за яких реакція  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  є оборотною:  
А) нагрівання;  
Б) відсутність домішок;  
В) замкнена система;  
Г) присутність каталізатора;  
Д) охолодження.
60. Вкажіть співвідношення тисків насичених парів води ( $P_1$ ) і етанолу ( $P_2$ ) при температурі кипіння:  
А)  $P_1 = P_2$ ;  
Б)  $P_1 \leq P_2$ ;  
В)  $P_1 \geq P_2$ ;

- Г)  $P_1 < P_2$ ;  
Д)  $P_1 > P_2$ .
61. Виберіть твердження, яке характеризує ентропію як одну з основних термодинамічних функцій:  
А) розсіювання енергії;  
Б) тепловміст системи;  
В) ізоляція системи;  
Г) безладдя в системі;  
Д) збереження енергії.
62. Вкажіть предмет дослідження в хімічній термодинаміці:  
А) теплові ефекти хімічних реакцій;  
Б) перетворення різних форм енергії при хімічних реакціях;  
В) перетворення різних форм енергії при фізичних та хімічних процесах;  
Г) термодинамічні параметри;  
Д) параметри стану системи.
63. Вкажіть математичний вираз першого закону термодинаміки:  
А)  $Q = \Delta U + A$ ;  
Б)  $Q = \Delta U - A$ ;  
В)  $\Delta U = Q + A$ ;  
Г)  $\Delta U = A - Q$ ;  
Д)  $A = \Delta U - Q$ .
64. Виберіть вид частинок, що завжди містяться у водних розчинах солей:  
А) тільки йони металів;  
Б) гідроксид-йони;  
В) катіони і кислотні залишки;  
Г) тільки кислотні залишки;  
Д) аніони.
65. Виберіть правильне твердження, яке характеризує ентальпію:  
А) тепловміст системи в умовах ізохорного процесу;  
Б) сума внутрішньої енергії і енергії Гібса;  
В) різниця між внутрішньою енергією і роботою по зміні об'єму;  
Г) теплота, підведена до системи в умовах ізобарного процесу;  
Д) різниця між теплотою і внутрішньою енергією.



66. Вкажіть критерії самодовільного перебігу окисно-відновної реакції:
- А)  $EPC=0; \Delta G<0$ ;
  - Б)  $EPC<0; \Delta G>0$ ;
  - В)  $EPC>0; \Delta G>0$ ;
  - Г)  $EPC>0; \Delta G<0$ ;
  - Д)  $EPC=0; \Delta G>0$ .
67. Виберіть рівняння, яке характеризує мономолекулярну реакцію:
- А)  $w = kc$ ;
  - Б)  $w = kc_1c_2$
  - В)  $w = kc_1c_2c_3$ ;
  - Г)  $w = kc_1c_2c_3c_4$ ;
  - Д) жодне.
68. Вкажіть фактори, від яких залежить добуток розчинності малорозчинних сполук:
- А) температури;
  - Б) наявності каталізатора;
  - В) концентрації йонів;
  - Г) концентрації солі;
  - Д) розчинності.
69. Виберіть твердження, що визначає масову частку розчиненої речовини в розчині як відношення:
- А) маси розчину до його об'єму;
  - Б) масу розчиненої речовини до маси розчину;
  - В) маси розчину до маси розчиненої речовини;
  - Г) маси розчиненої речовини до маси розчинника;
  - Д) маси розчинника до маси розчиненої речовини.
70. Вкажіть ознаку проходження реакції між вільними атомами та радикалами:
- А) потребує енергії активації;
  - Б) не вимагає енергії активації;
  - В) проходить з відносно невеликою енергією активації;
  - Г) проходить при високій температурі;
  - Д) проходить з поглинанням тепла.

71. Виберіть електрод, який на практиці використовується як індикаторний в рН-метрії:  
А) водневий;  
Б) каломельний;  
В) хінгідронний;  
Г) скляний;  
Д) хлор срібний.
72. Виберіть умови ізобарно-ізотермічного процесу в термодинаміці:  
А)  $V=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Б)  $T=\text{const}$ ;  $V=\text{const}$   
В)  $T=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Г)  $V=\text{const}$ ;  $S=\text{const}$   
Д)  $S=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$
73. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при підвищенні температури::  
А) частково вправо;  
Б) з права на ліво;  
В) зліва на право;  
Г) не зміститься;  
Д) частково вліво.
74. Виберіть величину ентальпії утворення простих речовин, стійких за стандартних умов:  
А)  $\Delta H^0 \geq 0$ ;  
Б)  $\Delta H^0 < 0$ ;  
В)  $\Delta H^0 > 0$ ;  
Г)  $\Delta H^0 \leq 0$ ;  
Д)  $\Delta H^0 = 0$ .
75. Вкажіть фактор, який визначає можливість протікання процесу розкладу етанолу за реакцією:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(p)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(p)}$   
А) ентропійний;  
Б) ентальпійний;  
В) агрегатний;  
Г) кінетичний;  
Д) ентропійний та ентальпійний.
76. Виберіть твердження, яке характеризує реакції нульового порядку як сталість в часі:  
А) швидкості реакції;  
Б) температури реакції;  
В) порядку реакції;

- Г) молекулярності реакції;  
Д) енергії активації.
77. Виберіть ознаку розчинності кисню в крові при підвищенні атмосферного тиску:  
А) не зміниться;  
Б) понизиться;  
В) підвищиться або понизиться залежно від умов;  
Г) частково понизиться;  
Д) підвищиться.
78. Виберіть твердження, яке визначає густину розчину як відношення:  
А) маси розчиненої речовини до об'єму розчину;  
Б) маси розчиненої речовини до маси розчину;  
В) маси розчину до об'єму розчину;  
Г) маси розчинника до маси розчину;  
Д) маси розчину до маси розчинника.
79. Виберіть твердження, яке характеризує стеричний фактор  $P$  у формулі Арреніуса  $k = Pk_0 e^{-\frac{E}{RT}}$  :  
А) відповідна сприятлива орієнтація молекул при їх зіткненні;  
Б) тиск реакційної суміші;  
В) енергія активації;  
Г) сприятливі умови проведення процесу;  
Д) перебудова електронних оболонок атомів.
80. Вкажіть причину, згідно з якою в стоматологічній практиці не рекомендується застосовувати метали і сплави з різною електрохімічною активністю:  
А) кращий естетичний вигляд;  
Б) метали не піддаються корозії;  
В) утворюються гальванічні кола і виникає ЕРС;  
Г) продовжується термін використання таких виробів;  
Д) утворюються гальванічні кола.
81. Виберіть ознаку залежності значення  $\Delta H_{298}^0$  реакції від наявності в системі каталізаторів:  
А) залежить;  
Б) залежить в гомогенних системах;  
В) залежить в гетерогенних системах;  
Г) не залежить;  
Д) залежить в ізольованих системах.

82. Виберіть умови ізохорно-ізотермічного процесу в термодинаміці:  
А)  $V=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Б)  $T=\text{const}$ ;  $V=\text{const}$   
В)  $T=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$   
Г)  $V=\text{const}$ ;  $S=\text{const}$   
Д)  $S=\text{const}$ ;  $P=\text{const}$
83. Вкажіть процес, для якого ентропія зростає:  
А) випаровування спирту;  
Б) замерзання води;  
В) перетворення графіту в алмаз;  
Г) кристалізація солі;  
Д) затвердіння сплаву.
84. Виберіть кінцеві продукти згорання органічних речовин в організмі:  
А)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ;  
Б)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ;  
В)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
Г)  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
Д)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ .
85. Виберіть правильне твердження, яке характеризує внутрішню енергію:  
А) тепловміст системи в умовах ізохорного процесу;  
Б) сума ентальпії і роботи по зміні об'єму;  
В) різниця між ентальпією і теплотою;  
Г) сума ентальпії і енергії Гібса;  
Д) різниця між теплотою і ентальпією.
86. Вкажіть тип елемента Даніеля-Якобі згідно з класифікацією гальванічних елементів:  
А) концентраційний;  
Б) зворотний;  
В) без переносу йонів;  
Г) не зворотний;  
Д) окисно-відновний.
87. Вкажіть прізвище вченого, який сформулював теорію активних зіткнень:  
А) Арреніус;  
Б) Еванс;  
В) Ейрінг;

- Г) Вант-Гофф;  
Д) Поляні.
88. Виберіть правильне визначення гальванічного елемента як пристрою для перетворення:  
А) електричної енергії в хімічну;  
Б) теплової енергії в роботу;  
В) електричної енергії в теплову;  
Г) хімічної енергії в роботу;  
Д) хімічної енергії в електричну.
89. Вкажіть речовину, яка при розчиненні у воді утворює йони:  
А) глюкоза;  
Б) оцтова кислота;  
В) цукор;  
Г) спирт;  
Д) ацетон.
90. Виберіть визначення розчинності речовини:  
А) здатність речовини дисоціювати на йони при розчиненні;  
Б) здатність речовини змішуватися з іншою речовиною та утворювати гомогенні системи;  
В) здатність речовини змішуватися з іншою речовиною та утворювати гетерогенні системи;  
Г) здатність речовини розчинятися в полярному розчиннику;  
Д) здатність речовини утворювати суміші з іншими речовинами.
91. Виберіть визначення, яке характеризує довжину ланцюга :  
А) число утворених продуктів реакції;  
Б) кількість утворених ланцюгів;  
В) число циклів від моменту зародження ланцюга до його обриву;  
Г) число реакцій від моменту зародження ланцюга до його обриву;  
Д) число реакцій за певний проміжок часу.
92. Вкажіть тип системи, яка обмінюється з оточуючим середовищем лише енергією:  
А) закрита;  
Б) відкрита;  
В) ізольована;  
Г) гомогенна;  
Д) гетерогенна.
93. Вкажіть умови, за яких ентропія простих речовин теоретично може дорівнювати нулю:

- А) нормальні;
  - Б) стандартні;
  - В) при температурі абсолютного нуля;
  - Г) при нормальній температурі;
  - Д) при нормальному тиску.
94. Вкажіть причину зміни енергії при хімічних або фазових перетвореннях:
- А) зміна ізобарно-ізотермічного потенціалу;
  - Б) зміна ізохорно-ізотермічного потенціалу;
  - В) перехід речовини з одного стану в інший;
  - Г) розрив одних хімічних зв'язків і утворення нових;
  - Д) зміна умов проведення процесу.
95. Вкажіть прилад для вимірювання теплових ефектів хімічних і біохімічних реакцій:
- А) термограф;
  - Б) термостат;
  - В) термометр;
  - Г) калориметр;
  - Д) калорифер.
96. Вкажіть частинки, що існують у водному розчині етилового спирту:
- А) молекули;
  - Б) атоми;
  - В) йони;
  - Г) колоїдні частинки;
  - Д) молекули та йони.
97. Вкажіть число йонів, що утворюються в процесі електролітичної дисоціації одної молекули алюміній хлориду, вважаючи дисоціацію повною:
- А) 3;
  - Б) 1;
  - В) 2;
  - Г) 5;
  - Д) 4.
98. Швидкість якої реакції визначається як зміна концентрації одного з реагуючих компонентів за одиницю часу в одиниці об'єму при постійній температурі:
- А) оборотної;
  - Б) окисно-відновної;
  - В) гомогенної;

- Г) гетерогенної;  
Д) фотохімічної.
99. Виберіть формулу, за якою практично вираховують зміну ентропії хімічних реакцій:  
А)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{прод.}} - \Sigma S_{\text{вих.р.}}$ ;  
Б)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{вих.р.}} - \Sigma S_{\text{прод.}}$  ;  
В)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{вих.р.}} + \Sigma S_{\text{прод.}}$  ;  
Г)  $\Delta S = R \ln W$ ;  
Д)  $\Delta S = R \ln(W_2/W_1)$ .
100. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при підвищенні тиску:  
А) частково вправо;  
Б) з права на ліво;  
В) зліва на право;  
Г) не зміститься;  
Д) частково вліво.
101. Виберіть формулу, за якою практично вираховують зміну ентропії хімічних реакцій:  
А)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{прод.}} - \Sigma S_{\text{вих.р.}}$ ;  
Б)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{вих.р.}} - \Sigma S_{\text{прод.}}$  ;  
В)  $\Delta S = \Sigma S_{\text{вих.р.}} + \Sigma S_{\text{прод.}}$  ;  
Г)  $\Delta S = R \ln W$ ;  
Д)  $\Delta S = R \ln(W_2/W_1)$ .
102. Виберіть значення трансмісійного коефіцієнту, яке використовується в практичних розрахунках за методом перехідного стану:  
А) 10;  
Б) 0,1;  
В) 0,01;  
Г) 1;  
Д) 0,001.
103. Виберіть назву електроду, складеного за схемою  $\text{Au}/\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}$ :  
А) стандартний;  
Б) окисно-відновний;  
В) концентраційний;  
Г) хімічний;  
Д) зворотний.
104. Вкажіть тип системи, коли в пробірку з розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$  занурений шматок металічного цинку:

- А) хімічна; гомогенна; відкрита;  
Б) хімічна; гетерогенна; відкрита;  
В) фізична; гомогенна; відкрита;  
Г) хімічна; гомогенна; закрита;  
Д) хімічна; гетерогенна; закрита.
105. Виберіть правильне твердження, яке характеризує внутрішню енергію:  
А) тепловміст системи в умовах ізобарного процесу;  
Б) сума ентальпії і роботи по зміні об'єму;  
В) різниця між ентальпією і роботою по зміні об'єму;  
Г) сума ентальпії і енергії Гібса;  
Д) різниця між теплотою і ентальпією.
106. Вкажіть назву речовини, яка бере участь як у первинній так і у вторинній спряжених реакціях:  
А) актор;  
Б) акцептор;  
В) проміжна речовина;  
Г) індуктор;  
Д) кінцева речовина.
107. Виберіть тип хімічного зв'язку у сполуках, що мають високу розчинність у воді:  
А) йонний та ковалентний полярний;  
Б) ковалентний неполярний та полярний;  
В) металічний  
Г) йонний та ковалентний неполярний;  
Д) йонний.
108. Вкажіть тип світла, яке є хімічно активним згідно з твердженням Ф.Х. Гротгуса (1817р.):  
А) інфрачервоне;  
Б) випромінюється в ході реакції;  
В) поглинається реакційним середовищем;  
Г) видиме;  
Д) ультрафіолетове.
109. Вкажіть частинки, що існують у водному розчині амоніаку:  
А) молекули;  
Б) атоми;  
В) йони;  
Г) колоїдні частинки;  
Д) молекули та йони.



110. Виберіть характерні зміни, що відбуваються з насиченим до певної температури водним розчином калій хлориду при нагріванні:
- А) залишається насиченим;
  - Б) випадають кристали калій хлориду;
  - В) стає ненасиченим.
  - Г) концентрація калій хлориду збільшується;
  - Д) вода випаровується.
111. Виберіть вираз, який є термохімічним рівнянням утворення рідкої води:
- А)  $\text{H}^+(\text{p}) + \text{OH}^-(\text{p}) = \text{H}_2\text{O}(\text{p}) - 55,8 \text{ кДж}$ ;
  - Б)  $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{p}) - 285,8 \text{ кДж}$ ;
  - В)  $\text{H}^+(\text{г}) + \text{OH}^-(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{p}) - 55,8 \text{ кДж}$ ;
  - Г)  $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{p}) - 285,8 \text{ кДж}$ ;
  - Д)  $\text{H}_2(\text{p}) + 1/2\text{O}_2(\text{p}) = \text{H}_2\text{O}(\text{p}) - 285,8 \text{ кДж}$ .
112. Вкажіть тип системи, яка складається з пробірки, в якій нагрівають вапняк:
- А) гомогенна; однофазна;
  - Б) гетерогенна; двофазна;
  - В) гетерогенна; трифазна;
  - Г) гетерогенна; закрита;
  - Д) гомогенна; ізольована.
113. Виберіть рівняння, яке використовується для розрахунку потенціалу окисно-відновних електродів:
- А) Нернста- Петерса;
  - Б) Гіббса;
  - В) Гіббса- Гельмгольца;
  - Г) Петерса;
  - Д) Даніеля-Якобі.
114. Виберіть речовини, для яких стандартні теплоти згорання ( $\Delta\text{H}^0_{\text{згор.}}$ ) дорівнюють нулю:
- А)  $\text{CO}_2$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - Б)  $\text{CO}$ ;  $\text{N}_2$ ;
  - В)  $\text{CO}$ ;  $\text{H}_2$ ;
  - Г)  $\text{NO}$ ;  $\text{NH}_3$ ;
  - Д)  $\text{CO}_2$ ;  $\text{NH}_3$ .

115. Вкажіть фізичний зміст  $\Delta U^*$  і  $\Delta H^*$  у методі активованого комплексу :
- А) енергія активації;
  - Б) внутрішня енергія;
  - В) ентальпія;
  - Г) теплота активації;
  - Д) енергетичний бар'єр.
116. Виберіть ознаку реакції, за якої зміна тиску не впливає на зміщення рівноваги:
- А) з виділенням теплоти;
  - Б) без зміни об'єму;
  - В) зі зміною об'єму;
  - Г) з поглинанням теплоти;
  - Д) без зміни температури.
117. Вкажіть речовину, яка виділяється на аноді під час електролізу водного розчину  $\text{AgNO}_3$  на вугільних електродах:
- А)  $\text{O}_2$ ;
  - Б)  $\text{Ag}$ ;
  - В)  $\text{N}_2$ ;
  - Г)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - Д)  $\text{H}_2$ .
118. Вкажіть ознаку проходження гетерогенного процесу:
- А) реакція проходить в одну стадію;
  - Б) реакція відбувається на межі розділу між фазами;
  - В) реакція проходить в двох фазах;
  - Г) реакція відбувається за участі каталізатора;
  - Д) реакція відбувається в кілька стадій.
119. Вкажіть прізвище вченого, який висловив твердження, що кількість продукту, одержаного при даній фотохімічній реакції - пропорційна кількості поглинутої світлової енергії:
- А) Тімірязєв;
  - Б) Лазарєв;
  - В) Гроттус;
  - Г) Вант-Гофф;
  - Д) Бунзен.
120. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136$  ккал при збільшенні концентрації вихідних речовин:
- А) частково вправо; Б) з права на ліво; В) зліва на право;
  - Г) не зміститься; Д) частково вліво.

## 12. Тестовий контроль знань (рівень 2)

1. Вкажіть умови, при яких хімічна реакція можлива при будь-яких температурах:  
А)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0, \Delta G < 0$ ;  
Б)  $\Delta H < 0, \Delta S > 0, \Delta G < 0$ ;  
В)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0, \Delta G = 0$ ;  
Г)  $\Delta H > 0, \Delta S < 0, \Delta G > 0$ ;  
Д)  $\Delta H > 0, \Delta S > 0, \Delta G > 0$ .
2. Вкажіть основний критерій, яким керуються при здійсненні хімічного процесу:  
А) процес проходить при максимально низькій температурі;  
Б) лабораторне устаткування для проведення процесу повинно бути нескладним;  
В) вихід цільового продукту є максимальним;  
Г) процес проходить з мінімальними енергетичними затратами;  
Д) процес проходить без каталізатора.
3. Вкажіть критерій, за яким порядок реакції за даною речовиною співпадає зі стехіометричним коефіцієнтом даної речовини в рівнянні  $aA + bB \rightarrow mM + nN$ :  
А) реакція протікає в одну стадію ;  
Б) реакція протікає в дві стадії ;  
В) реакція протікає в три стадії;  
Г) реакція гетерогенна;  
Д) реакція гомогенна.
4. Виберіть формулу, запропоновану Мелвінім-Х'юзом, яка описує взаємодію між реагуючими молекулами і молекулами розчинника:  
А)  $Z_a = 2n^2\sigma^2\left(\frac{\pi RT}{\mu}\right)^{\frac{1}{2}}$ ;  
Б)  $Z = 4,61\frac{N\eta d}{M}$  ;  
В)  $Z_a = 2n^2\sigma^2\left(\frac{N\eta d}{\mu}\right)^{\frac{1}{2}}$ ;  
Г)  $Z = 4,61\frac{\mu\eta d}{M}$  ;  
Д)  $k_{\text{газ}} = k_{\text{розч}} \cdot \frac{\gamma_{AB^*}}{\gamma_A\gamma_B}$ .

5. Виберіть рівняння, яке зв'язує константу швидкості реакції  $k$  і період напівперетворення  $\tau$  у випадку необоротних реакцій другого порядку:
- А)  $\tau = \frac{1}{ka^2}$ ;
- Б)  $\tau = \frac{k}{a}$ ;
- В)  $\tau = \frac{1}{ka}$ ;
- Г)  $\tau = \frac{1}{k}$ ;
- Д)  $\tau = \frac{1}{2ka}$ .
6. Виберіть ознаку рівноважного стану системи:
- А) концентрації реагуючих речовин однакові;
- Б) швидкості прямої і зворотної реакції рівні;
- В) концентрації реагуючих речовин не змінюються;
- Г) не змінюються маси реагуючих речовин;
- Д) не змінюється агрегатний стан речовин.
7. Вкажіть речовину, яка утворюється в результаті реакції гідролізу за першим ступенем натрій сульфіту і визначає реакцію середовища:
- А) NaOH;
- Б) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>;
- В) NaHSO<sub>3</sub>;
- Г) H<sub>2</sub>O;
- Д) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
8. Виберіть математичне рівняння, яке характеризує закон осмотичного тиску Вант-Гоффа:
- А)  $p = CRT$ ;
- Б)  $p = vRT$ ;
- В)  $p = vCT$ ;
- Г)  $p = iRT$ ;
- Д)  $p = iCRT$ .
9. Вкажіть речовину, яка утворюється в результаті реакції гідролізу за першим ступенем алюміній нітрату і визначає реакцію середовища:
- А) AlOH(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;
- Б) HNO<sub>2</sub>;
- В) Al(OH)<sub>3</sub>;
- Г) H<sub>2</sub>O;
- Д) HNO<sub>3</sub>.

10. Вкажіть характерну особливість буферних систем:
- А) постійне значення електропровідності;
  - Б) постійність значення рН при додаванні невеликої кількості сильної кислоти;
  - В) значна зміна рН при розведенні;
  - Г) незалежність рН від температури;
  - Д) постійність значення рН при додаванні невеликої кількості сильної основи.
11. Вкажіть рівняння Бренстеда-Б'єррума:
- А)  $k_{\text{газ}} = k_{\text{розч}} \cdot \frac{\gamma_{AB^*}}{\gamma_A \gamma_B}$  ;
  - Б)  $k_{\text{розч}} = k_{\text{газ}} \cdot \frac{\gamma_{A^*} \gamma_B}{\gamma_{AB^*}}$  ;
  - В)  $k_{\text{розч}} = \frac{\gamma_{AB^*}}{\gamma_A \gamma_B}$  ;
  - Г)  $k_{\text{розч}} = Kk_{\text{газ}} \cdot \frac{\gamma_{AB^*}}{\gamma_A \gamma_B}$  ;
  - Д)  $k_{\text{розч}} = k_{\text{газ}} \cdot \frac{\gamma_{AB^*}}{\gamma_A \gamma_B}$  .
12. Виберіть правильне формулювання закону фотохімічної еквівалентності Штарка-Ейнштейна (1912):
- А) кожному поглинутому кванту випромінювання  $h\nu$  відповідає одна перетворена молекула;
  - Б) кожному поглинутому кванту світла відповідає одна перетворена молекула;
  - В) кожній молекулі відповідає один квант випромінювання  $h\nu$  ;
  - Г) з кожної молекули вихідної речовини утворюється одна молекула продукту реакції;
  - Д) кожному поглинутому кванту світла відповідають дві перетворені молекули.
13. Виберіть йон, який зумовлює кисле середовище водних розчинів:
- А)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ;
  - Б)  $\text{OH}^-$ ;
  - В)  $\text{H}^+$ ;
  - Г)  $\text{Cl}^-$ ;
  - Д)  $\text{Na}^+$ .
14. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу водного розчину натрій хлориду на вугільних електродах:

- А) O<sub>2</sub>;
- Б) Na;
- В) Cl<sub>2</sub>;
- Г) H<sub>2</sub>O;
- Д) H<sub>2</sub>.

15. Вкажіть речовину, яка утворюється в результаті реакції гідролізу за першим ступенем CrCl<sub>3</sub> і визначає реакцію середовища:

- А) CrOHCl<sub>2</sub>;
- Б) Cr(OH)<sub>2</sub>Cl;
- В) Cr(OH)<sub>3</sub>;
- Г) H<sub>2</sub>O;
- Д) HCl.

16. Виберіть вираз щодо швидкості реакції A+2B→2C, яка перебігає у газовій фазі:

- А) w=k[C]<sup>2</sup>;
- Б) w=k[B]<sup>2</sup>;
- В) w=k[A][B]<sup>2</sup>;
- Г) w=k[A][B]<sup>2</sup>[C]<sup>2</sup>;
- Д) w=k[C].

17. Виберіть рівняння, яке показує залежність константи швидкості хімічної реакції від температури:

А)  $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{F}{RT^2}$ ;

Б)  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E}{RT}$ ;

В)  $\frac{d \ln k}{dt} = \frac{E}{R^2T^2}$ ;

Г)  $\frac{d \ln K}{dt} = \frac{E}{R^2T}$ ;

Д)  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E}{RT^2}$ .

18. Виберіть твердження щодо дисоціації ортофосфатної кислоти:

- А) відбувається ступінчасто;
- Б) відбувається повна дисоціація;
- В) при дисоціації утворюються йони Гідрогену;
- Г) кількість фосфат-йонів у розчині найбільша;
- Д) не дисоціює.

19. Виберіть рівняння для визначення швидкості оборотної реакції першого порядку:
- А)  $\frac{dx}{dt} = k_1(a+x) - k_2(b+x)$ ;  
Б)  $\frac{dx}{dt} = k_1(a+x) - k_2(b-x)$ ;  
В)  $\frac{dx}{dt} = k_1(b-x) - k_2(a+x)$ ;  
Г)  $\frac{dx}{dt} = k_1(a-x) - k_2(b+x)$ ;  
Д)  $\frac{dx}{dt} = k_2(a-x) - k_1(b+x)$ .
20. Вкажіть чинники, від яких залежить рН буферних розчинів:
- А) константи дисоціації кислоти;  
Б) константи дисоціації основи;  
В) концентрації вихідної кислоти та основи;  
Г) співвідношення концентрації кислоти та основи;  
Д) тиску.
21. Вкажіть речовину, яка виділяється на аноді під час електролізу водного розчину натрій хлориду на вугільних електродах:
- А)  $O_2$ ;  
Б) Na;  
В)  $Cl_2$ ;  
Г)  $H_2O$ ;  
Д)  $H_2$ .
22. Вкажіть приклади реакцій, які здійснюються в потоці в промислових масштабах:
- А) реакції термічного та каталітичного крекінгу нафтопродуктів;  
Б) каталітичного алкілування;  
В) синтезу аміаку;  
Г) синтез оцтової кислоти;  
Д) одержання сульфатної кислоти.
23. Виберіть твердження щодо дисоціації натрій сульфату:
- А) відбувається ступінчасто;  
Б) відбувається повна дисоціація;  
В) кількість йонів натрію у розчині більша, ніж сульфат-йонів;  
Г) кількість йонів натрію та сульфат-йонів у розчині однакова;  
Д) не дисоціює.

24. Вкажіть речовину, яка утворюється в результаті реакції гідролізу за першим ступенем алюміній хлориду і визначає реакцію середовища:
- А)  $\text{AlOHCl}_2$ ;
  - Б)  $\text{HNO}_2$ ;
  - В)  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ;
  - Г)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - Д)  $\text{HCl}$ .
25. Вкажіть назву процесу  $A + A \xrightarrow{k_1} A^* + A$  згідно зі схемою Лінденмана:
- А) дезактивація;
  - Б) хімічна реакція;
  - В) активація;
  - Г) рекомбінація;
  - Д) молізація.
26. Вкажіть умову протікання первинного фотохімічного процесу:
- А) зіткнення молекул;
  - Б) поглинання світлового кванту;
  - В) проходження фотохімічної реакції;
  - Г) вступ в реакцію атомів;
  - Д) вступ в реакцію радикалів.
27. Виберіть частинки речовини, завдяки яким розчин проводить електричний струм:
- А) молекули розчиненої речовини;
  - Б) молекули розчинника;
  - В) електрони;
  - Г) йони;
  - Д) молекули полярного розчинника.
28. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу водного розчину калій хлориду на вугільних електродах:
- А)  $\text{O}_2$ ;
  - Б)  $\text{K}$ ;
  - В)  $\text{Cl}_2$ ;
  - Г)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - Д)  $\text{H}_2$ .
29. Виберіть рівняння кінетики хімічних процесів у потоці Панченкова:
- А)  $v = n_{0,A_i} \frac{dl}{\rho dx}$ ;
  - Б)  $v = n_{0,A_i} \frac{dx}{\rho dl}$ ;



$$\text{В) } v = n_{0,A_i} \frac{\rho dx}{dl};$$

$$\text{Г) } v = kn_{0,A_i} \frac{dx}{\rho dl};$$

$$\text{Д) } v = n_{0,A_i} \frac{dx}{dl}$$

30. Вкажіть речовину, яка виділяється на аноді під час електролізу водного розчину калій хлориду на вугільних електродах:

А) O<sub>2</sub>;

Б) К;

В) Cl<sub>2</sub>;

Г) H<sub>2</sub>O;

Д) H<sub>2</sub>.

31. Вкажіть назву потенціалу, що виникає на межі розділу між двома розчинами:

А) мембранний;

Б) дифузійний;

В) осмотичний;

Г) електричний;

Д) рідинний.

32. Вкажіть назву процесу  $A^* + A \xrightarrow{k_2} A + A$  згідно зі схемою Лінденмана:

А) дезактивація;

Б) хімічна реакція;

В) активація;

Г) рекомбінація;

Д) молізація.

33. Виберіть рівняння для визначення швидкості оборотної реакції другого порядку:

$$\text{А) } \frac{dx}{dt} = k_1(a-x)(b-x) - k_2(c+x)(d+x);$$

Б)

$$\frac{dx}{dt} = k_1(a+x)(b+x) - k_2(c-x)(d-x);$$

$$\text{В) } \frac{dx}{dt} = k_1(a-x)(b+x) - k_2(c-x)(d+x);$$

$$\text{Г) } \frac{dx}{dt} = k_1(a+x)(b-x) - k_2(c+x)(d-x);$$

$$\text{Д) } \frac{dx}{dt} = k_1(a-x)(b-x) + k_2(c+x)(d+x).$$

34. Вкажіть солі, водний розчин яких має кисле середовище:

- А) алюміній сульфат;  
Б) натрій сульфат;  
В) натрій нітрат;  
Г) амоній нітрат;  
Д) калій хлорид.
35. Вкажіть фактор, який зумовлює направленість окисно-відновних процесів:  
А) присутність каталізатору;  
Б) зміна енергії Гібса;  
В) зміна внутрішньої енергії;  
Г) величина ЕРС гальванічного елемента;  
Д) зміна ентальпії.
36. Вкажіть правильне твердження щодо можливості однозначного висновку про реальну можливість протікання реакції за стандартних умов на основі зменшення енергії Гібса:  
А) так, завжди можливо;  
Б) так, але при відповідних умовах;  
В) ні, не можливо;  
Г) ні, тільки принципова можливість;  
Д) потрібні додаткові дані про механізм реакції.
37. Вкажіть умову, необхідну для здійснення елементарного акту хімічної реакції згідно з теоріями хімічної кінетики:  
А) хімічна спорідненість між реагуючими речовинами;  
Б) зіткнення частинок, які беруть в ньому участь;  
В) відповідна енергія активації;  
Г) однаковий агрегатний стан реагуючих речовин;  
Д) відповідна температура реакції.
38. Виберіть правильне співвідношення між різними одиницями вимірювання енергії:  
А) 1 кал = 6,02 Дж;  
Б) 1 Дж = 0,239 кал;  
В) 1 кал = 4,1868 Дж;  
Г) 1 Дж = 4,18 кал;  
Д) 1 кал = 4,02 Дж.
39. Вкажіть активні частинки, які утворюються на початковому етапі ланцюгових реакцій :  
А) вільні атоми;

- Б) молекули;  
В) радикали;  
Г) комплексні сполуки;  
Д) вода.
40. Вкажіть солі, водний розчин яких має лужне середовище:  
А) алюміній сульфат;  
Б) натрій карбонат;  
В) натрій нітрат;  
Г) калій фосфат;  
Д) калій хлорид.
41. Вкажіть буферні суміші, які підтримують сталість рН біологічних рідин:  
А) ацетатна;  
Б) гідрокарбонатна;  
В) аміачна;  
Г) нітратна;  
Д) гемоглобінова.
42. Вкажіть речовину, яка виділяється на аноді під час електролізу водного розчину калій сульфату на вугільних електродах:  
А) O<sub>2</sub>;  
Б) К;  
В) S;  
Г) H<sub>2</sub>O;  
Д) H<sub>2</sub>.
43. Вкажіть солі, водний розчин яких має нейтральне середовище:  
А) алюміній сульфат;  
Б) натрій карбонат;  
В) натрій нітрат;  
Г) амоній нітрат;  
Д) калій хлорид.
44. Вкажіть умови, які сприяють більшому виходу SO<sub>3</sub> за реакцією  
 $SO_2 + 1/2O_2 \leftrightarrow SO_3; \Delta H^0_{298} = -98,9 \text{ кДж/моль}$ :  
А) зниження температури;  
Б) підвищення температури;  
В) підвищення тиску;  
Г) пониження тиску;  
Д) підвищення температури і пониження тиску.

45. Вкажіть фактор (фактори), які впливають на розчинність твердих речовин у рідині:  
А) тиск;  
Б) ступінь дисоціації;  
В) полярність розчинника;  
Г) температура;  
Д) ступінь дисперсності.
46. Виберіть визначення ланцюгової реакції:  
А) реакція, яка має довгий ланцюг;  
Б) послідовність реакцій, які періодично повторюються;  
В) реакція, яка протікає в кілька стадій;  
Г) реакція з розгалуженим ланцюгом;  
Д) вільно радикальна реакція.
47. Виберіть рівняння для визначення швидкості паралельних реакцій:  
А)  $\frac{dx}{dt} = (k_1 + k_2)(a + x)(b - x)$ ;  
Б)  $\frac{dx}{dt} = (k_1 + k_2)(a - x)(b - x)$ ;  
В)  $\frac{dx}{dt} = (k_1 + k_2) - (a - x)(b - x)$ ;  
Г)  $\frac{dx}{dt} = (k_1 - k_2)(a - x)(b - x)$ ;  
Д)  $\frac{dx}{dt} = (k_1 - k_2)(a + x)(b - x)$ .
48. Встановіть суть основного закону термохімії (закону Гесса):  
А) залежність теплового ефекту від природи речовини;  
Б) залежність теплового ефекту від шляху процесу;  
В) не залежність теплового ефекту від шляху процесу;  
Г) залежність теплового ефекту від температури;  
Д) не залежність теплового ефекту від природи речовини.
49. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу розплаву натрій хлориду на вугільних електродах:  
А) O<sub>2</sub>;  
Б) Na;  
В) Cl<sub>2</sub>;  
Г) H<sub>2</sub>O;  
Д) H<sub>2</sub>.
50. Вкажіть умови, які сприяють збільшенню виходу аміаку в системі  
N<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub> ↔ 2NH<sub>3</sub> ; ΔH<sup>0</sup><sub>298</sub> = - 92,4 кДж/моль:

- А) зниження температури;  
 Б) підвищення температури;  
 В) введення каталізатора;  
 Г) підвищення концентрації азоту і водню;  
 Д) зниження тиску.
51. Виберіть математичне рівняння, яке характеризує закон осмотичного тиску Вант-Гоффа:  
 А)  $p = CRT$ ;  
 Б)  $p = \nu RT$ ;  
 В)  $p = \nu CT$ ;  
 Г)  $p = iRT$ ;  
 Д)  $p = iCRT$ .
52. Вкажіть умови, які прийняті за стандартні в термодинаміці:  
 А)  $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $P = 760$  мм рт ст.;  
 Б)  $T = 298$  К,  $P = 101,3$  кПа;  
 В)  $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $P = 1$  атм;  
 Г)  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $P = 760$  мм рт ст.;  
 Д)  $T = 289$  К,  $P = 101,3$  кПа.
53. Вкажіть тип даної ланцюгової реакції  $Cl_2 \xrightarrow{+h\nu} 2Cl$  :  
 А) розвиток ланцюга;  
 Б) зародження ланцюга;  
 В) обрив ланцюга;  
 Г) продовження ланцюга;  
 Д) рекомбінація.
54. Вкажіть фотохімічний процес, який підкоряється закону еквівалентності Штарка-Ейнштейна:  
 А) первинний;  
 Б) вторинний;  
 В) обрив ланцюга;  
 Г) рекомбінація;  
 Д) еквівалентний.
55. Виберіть рядок, що містить речовини, водні розчини яких проводять електричний струм:  
 А)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;  $\text{CaI}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  
 Б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ;  $\text{NaOH}$ ;  $\text{CaI}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  
 В)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ;  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{I}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  
 Г)  $\text{NaOH}$ ;  $\text{CaI}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{I}$ ;  
 Д)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ;  $\text{CaI}_2$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;  $\text{NaOH}$ ;  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

56. Вкажіть речовину, яка виділяється на аноді під час електролізу розплаву калій хлориду на вугільних електродах:
- А)  $O_2$ ;
  - Б)  $K$ ;
  - В)  $Cl_2$ ;
  - Г)  $H_2O$ ;
  - Д)  $H_2$ .
57. Виберіть рівняння, яке виражає середню швидкість реакції:
- А)  $\bar{w} = - \frac{\Delta t}{\Delta c}$ ;
  - Б)  $\bar{w} = - \frac{\Delta c}{\Delta t}$ ;
  - В)  $\bar{w} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ ;
  - Г)  $\bar{w} = \frac{\Delta t}{\Delta c}$ ;
  - Д)  $\bar{w} = \frac{\Delta T}{\Delta c}$ .
58. Вкажіть напрям зміщення рівноваги реакції  $2CO_2 \leftrightarrow 2CO + O_2$  при підвищенні температури;  $\Delta H^0_{298} = 556$  кДж/моль:
- А) вліво;
  - Б) не зміститься;
  - В) в бік утворення продуктів реакції;
  - Г) в бік утворення вихідних речовин;
  - Д) вправо.
59. Виберіть метод, за яким можна визначити порядок реакції:
- А) ізоляції Освальда;
  - Б) Гібса;
  - В) Арреніуса;
  - Г) термодинамічний;
  - Д) графічний.
60. Виберіть твердження, яке характеризує залежність швидкості процесу розчинення твердої речовини у воді від чинників:
- А) не залежить від перемішування;
  - Б) залежить від розміру частинок;
  - В) залежить від тиску;
  - Г) не залежить від температури;
  - Д) не залежить від тиску.

61. Виберіть тип реакції, для якої характерне протікання в системі одночасно кількох реакцій, причому протікання одної з них можливе тільки при умові протікання інших реакцій, які йдуть самодовільно:
- А) оборотня;
  - Б) спряжена;
  - В) паралельна;
  - Г) послідовна;
  - Д) необоротна.
62. Вкажіть напрям зміщення рівноваги реакції  $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$  при підвищенні тиску:
- А) вліво;
  - Б) не зміститься;
  - В) в бік утворення продуктів реакції;
  - Г) в бік утворення вихідних речовин;
  - Д) вправо.
63. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу водного розчину Купрум сульфату на вугільних електродах:
- А)  $O_2$ ;
  - Б)  $Cu$ ;
  - В)  $S$ ;
  - Г)  $H_2O$ ;
  - Д)  $H_2$ .
64. Вкажіть формулу, за якою розраховується максимальна робота, що виконується в оборотному гальванічному елементі при  $T, P = \text{const}$ :
- А)  $A_{\text{max}} = \Delta G - T\Delta S$ ;
  - Б)  $A_{\text{max}} = -nFE$ ;
  - В)  $A_{\text{max}} = E$ ;
  - Г)  $A_{\text{max}} = \Delta H - T\Delta S$ ;
  - Д)  $A_{\text{max}} = -\Delta G$ .
65. Виберіть рівняння для розрахунку константи швидкості реакції за методом перехідного стану:
- А)  $k = P \frac{RT}{Nh} \kappa^*$ ;
  - Б)  $k = \chi \frac{RT}{h} \kappa^*$ ;
  - В)  $k = \chi \frac{RT}{Nh} \kappa^*$ ;
  - Г)  $k = \chi \frac{RTN}{h} \kappa^*$ ;

$$\text{Д) } k = \frac{RT}{Nh} k^* .$$

66. Виберіть рівняння для визначення константи швидкості необоротної реакції першого порядку:

$$\text{А) } k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x} ;$$

$$\text{Б) } k = \frac{1}{t} \ln \frac{a-x}{a} ;$$

$$\text{В) } k = \frac{1}{2t} \ln \frac{a}{a-x} ;$$

$$\text{Г) } k = \frac{1}{t} \ln \frac{a-x}{x} ;$$

$$\text{Д) } k = \frac{1}{t} \ln \frac{2a}{a-x} .$$

67. Вкажіть речовини, водний розчин яких має кислу реакцію:

А)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

Б)  $\text{KNO}_3$ ;

В)  $\text{FeCl}_3$ ;

Г)  $\text{KCl}$ ;

Д)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

68. Виберіть формулу, яка характеризує довжину ланцюга:

$$\text{А) } I = \frac{1}{1-w} ;$$

$$\text{Б) } I = \frac{1}{w-1} ;$$

$$\text{В) } I = \frac{w}{1-w} ;$$

$$\text{Г) } W = \frac{1}{1-I} ;$$

$$\text{Д) } |I| = \frac{1}{1-w} .$$

69. Вкажіть ознаку (ознаки), які характеризують криоскопічну сталу К:

А) пониження температури кипіння розчину;

Б) підвищення температури кипіння розчину;

В) підвищення температури замерзання розчину;

Г) параметр, що характеризує розчинник;

Д) пониження температури замерзання розчину.

70. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу водного розчину натрій хлориду на вугільних електродах:



- А) O<sub>2</sub>;
- Б) Na;
- В) Cl<sub>2</sub>;
- Г) H<sub>2</sub>O;
- Д) H<sub>2</sub>.

71. Виберіть формулу, за якою можна визначити швидкість гомогенної хімічної реакції:

А)  $w = \frac{dc}{dt} \cdot \frac{1}{V}$ ;

Б)  $w = \frac{dc}{dt}$ ;

В)  $\bar{w} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ ;

Г)  $w = - \frac{\Delta t}{\Delta c}$ ;

Д)  $w = \frac{dc}{dt} \cdot \frac{1}{S}$ .

72. Вкажіть умови, які сприяють збільшенню виходу аміаку в системі  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ ;  $\Delta H^0_{298} = - 92,4$  кДж/моль:

- А) зниження температури;
- Б) підвищення температури;
- В) введення каталізатора;
- Г) підвищення концентрації азоту і водню;
- Д) зниження тиску.

73. Виберіть рівняння, яке зв'яже константу швидкості реакції  $k$  і період напівперетворення  $\tau$  у випадку необоротних реакцій першого порядку:

А)  $\tau = \frac{k}{\ln 2}$ ;

Б)  $\tau = \frac{\ln k}{2}$ ;

В)  $\tau = \frac{\ln 2}{2k}$ ;

Г)  $\tau = \frac{\ln a}{k}$ ;

Д)  $\tau = \frac{\ln 2}{k}$ .

74. Вкажіть визначення буферної системи як суміші, що утворена:

- А) слабкою основою і сіллю цієї основи і сильної кислоти;
- Б) сильною основою і сіллю цієї основи і сильної кислоти;
- В) слабкою кислотою і сіллю цієї кислоти і сильної основи;

- Г) сильною основою і сіллю цієї основи і слабкої кислоти;  
 Д) слабкою кислотою і сіллю цієї кислоти і слабкої основи.
75. Вкажіть ознаку (ознаки), які характеризують ебуліоскопічну сталу Е:  
 А) пониження температури кипіння розчину;  
 Б) підвищення температури кипіння розчину;  
 В) підвищення температури замерзання розчину;  
 Г) параметр, що характеризує розчинник;  
 Д) пониження температури замерзання розчину.
76. Вкажіть речовину, яка виділяється на катоді під час електролізу водного розчину  $\text{AgNO}_3$  на вугільних електродах:  
 А)  $\text{O}_2$ ; Б)  $\text{Ag}$ ; В)  $\text{N}_2$ ; Г)  $\text{H}_2\text{O}$ ; Д)  $\text{H}_2$ .
77. Вкажіть, не проводячи розрахунків, для яких з наведених процесів ентропія зростає:  
 А)  $\text{C}_{(\text{графіт})} + \text{CO}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{(\text{г})}$ ;  
 Б)  $4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{Cl}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ ;  
 В)  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} = 2\text{HCl}_{(\text{г})}$ ;  
 Г)  $\text{NaCl}_{(\text{к})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{р})}$ ;  
 Д)  $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})}$
78. Виберіть формулу, за якою можна визначити швидкість гетерогенної хімічної реакції:  
 А)  $w = \frac{dc}{dt} \cdot \frac{1}{V}$ ;  
 Б)  $w = \frac{dc}{dt}$ ;  
 В)  $\bar{w} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ ;  
 Г)  $w = - \frac{\Delta t}{\Delta c}$ ;  
 Д)  $w = \frac{dc}{dt} \cdot \frac{1}{S}$
79. Вкажіть системи, до яких належать біологічні об'єкти:  
 А) гомогенні; Б) гетерогенні; В) рівноважні; Г) нерівноважні;  
 Д) кінетичні.
80. Виберіть рівняння для визначення константи швидкості необоротної реакції другого порядку:  
 А)  $k = \frac{1}{2t} \frac{x}{a(a-x)}$ ;

$$\text{Б) } k = \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)};$$

$$\text{В) } k = \frac{1}{t} \frac{a(a-x)}{x};$$

$$\text{Г) } k = \frac{1}{t} \frac{x}{(a-x)};$$

$$\text{Д) } k = \frac{1}{t} \frac{(a-x)}{a}.$$

81. Вкажіть умови, які сприяють більшому виходу  $\text{SO}_3$  за реакцією  $\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3$ ;  $\Delta H^0_{298} = -98,9$  кДж/моль:
- А) зниження температури;
  - Б) підвищення температури;
  - В) підвищення тиску;
  - Г) пониження тиску;
  - Д) підвищення температури і пониження тиску.
82. Вкажіть назву електроду, складеного за схемою  $\text{Ag} / \text{AgCl}, \text{KCl}(\text{нас.})$ :
- А) електрод I роду;
  - Б) окисно-відновний електрод;
  - В) стандартний електрод;
  - Г) електрод порівняння;
  - Д) електрод II роду.
83. Вкажіть ознаку функції стану системи в термодинаміці:
- А) залежить від шляху переходу системи з одного стану в інший;
  - Б) не залежить від шляху переходу системи з одного стану в інший;
  - В) залежить від початкового та кінцевого стану реагуючих речовин;
  - Г) не залежить від початкового та кінцевого стану реагуючих речовин;
  - Д) залежить від початкового, але не залежить від кінцевого стану реагуючих речовин.
84. Виберіть твердження, що характеризує розчин:
- А) гетерогенна система, що складається з кількох речовин;
  - Б) речовина у рідкому агрегатному стані;
  - В) хімічна сполука;
  - Г) гомогенна суміш речовин;
  - Д) однорідна суміш речовин.

### 13. Тестовий контроль знань (рівень 3)

1. Визначити виконану роботу ( в джоулях), якщо  $0,5 \text{ м}^3$  кисню нагріваючись при сталому тиску  $740 \text{ мм. рт. ст.}$  займає об'єм  $5 \text{ м}^3$ :  
А) 230 кДж;  
Б) 444 кДж;  
В) 746 Дж;  
Г) 128 кДж;  
Д) 645 кДж.
2. Обчислити максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в однокомпонентній системі:  
А) 3;2;  
Б) 2;1;  
В) 1;3;  
Г) 0;2;  
Д) 2;3.
3. Розрахуйте, у скільки разів необхідно підвищити тиск, щоб швидкість реакції  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  зростає у 9 разів:  
А) 33;  
Б) 6;  
В) 3;  
Г) 81;  
Д) 9.
4. Розрахуйте кількість теплоти ( в кДж), що виділиться при згоранні  $1 \text{ м}^3$  ацетилену (н.у), якщо тепловий ефект реакції дорівнює  $786 \text{ кДж}$ :  
А) 25580;  
Б) 30560;  
В) 35090;  
Г) 28055;  
Д) 31095
5. Знайти масову частку у відсотках розчину, одержаного при змішуванні  $200 \text{ г}$  40%-ного і  $800 \text{ г}$  10%-ного розчину:  
А) 8;  
Б) 24;  
В) 12;  
Г) 6;  
Д) 16.
6. Розрахуйте і вкажіть молекулярність реакції  $\text{CH}_3\text{OCH}_3 = \text{CH}_4 + \text{CO} + \text{H}_2 \uparrow$ :

- А) 2;  
Б) 0;  
В) 4;  
Г) 1;  
Д) 3.
7. Визначити залежність між тепловими ефектами при сталих тиску і об'ємі  $Q_p$  і  $Q_v$  при  $25^\circ\text{C}$  для реакції горіння водню з утворенням рідкої води:  
А) 7,44 кДж;  
Б) 3,46 кДж;  
В) 1,25 кДж;  
Г) 76,2 кДж;  
Д) 750 Дж.
8. Обчислити максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в двокомпонентній системі:  
А)  $f=4$ ;  $S=3$ ;  
Б)  $f=1$ ;  $S=2$ ;  
В)  $f=3$ ;  $S=4$ ;  
Г)  $f=2$ ;  $S=1$ ;  
Д)  $f=3$ ;  $S=2$ .
9. Розрахуйте і вкажіть молекулярність реакції  
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ :  
А) 2;  
Б) 0;  
В) 4;  
Г) 1;  
Д) 3.
10. При деякій температурі тиск газу об'ємом 3 л складає 700 мм рт ст. Визначте тиск, якщо не змінюючи температури об'єм зменшити до 2,8л:  
А) 100 кПа;  
Б) 95 кПа;  
В) 92 000 Па;  
Г) 89,96 кПа;  
Д) 101.3 кПа.
11. Обчислити максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в трикомпонентній системі:  
А)  $f=4$ ;  $S=3$ ;  
Б)  $f=1$ ;  $S=2$ ;

- В)  $f=5$ ;  $S=4$ ;
- Г)  $f=2$ ;  $S=1$ ;
- Д)  $f=3$ ;  $S=2$ .

12. Розрахуйте, у скільки разів зросте швидкість реакції  $2\text{Fe}+3\text{Cl}_2=2\text{FeCl}_3$  при збільшенні тиску в 3 рази:
- А) у 3 рази;
  - Б) у 9 разів;
  - В) у 12 разів;
  - Г) у 27 разів;
  - Д) у 243 рази.
13. Користуючись стандартними теплотами згорання сполук, вирахувати тепловий ефект реакції при  $25^\circ\text{C}$ :  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(p)}+\text{CH}_3\text{COOH}_{(p)}=\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(p)}+\text{H}_2\text{O}_{(p)}$ , якщо теплоти згорання речовин наступні:
- ( $\Delta H_{\text{згор.}}$ )  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(p)} = - 1366,9$  кДж/моль,
  - ( $\Delta H_{\text{згор.}}$ )  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(p)} = - 873,8$  кДж/моль,
  - ( $\Delta H_{\text{згор.}}$ )  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(p)} = - 2254,2$  кДж/моль:
- А) 17,6 кДж;
  - Б) 22,1 кДж;
  - В) 13,5 кДж;
  - Г) 162 Дж;
  - Д) 73,4 Дж.
14. Розрахуйте константу рівноваги реакції  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ , якщо константа швидкості прямої реакції рівна 0,16, а зворотної – 0,05.
- А) 0,31;
  - Б) 0,008;
  - В) 3,2;
  - Г) 6,4;
  - Д) 0,16.
15. Розрахуйте швидкість реакції  $\text{A}+\text{B}\rightarrow\text{AB}$  (моль<sup>2</sup>/(л<sup>2</sup>.с)), якщо концентрації речовин А і В дорівнюють 2 моль/л, константа швидкості реакції – 1,5 с<sup>-1</sup>:
- А) 6;
  - Б) 3;
  - В) 12;
  - Г) 9;
  - Д) 2.
16. При  $27^\circ\text{C}$  об'єм газу рівний 600 мл. Визначте об'єм газу при  $57^\circ\text{C}$ , якщо тиск буде залишатися сталим.

- А) 6600 мл;  
Б) 0,65 л;  
В)  $0,61 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ;  
Г)  $0,66 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ;  
Д)  $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ .
17. Обчислити кількість ступенів волі, які має система, що складається з розчину  $\text{KNO}_3$  і  $\text{NaNO}_3$  у воді при наявності кристалів обох солей і водяної пари:  
А) 0;  
Б) 1;  
В) 2;  
Г) 3;  
Д) 4.
18. Розрахуйте і вкажіть молекулярність реакції  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ :  
А) 0;  
Б) 1;  
В) 2;  
Г) 3;  
Д) 4.
19. Обчисліть об'єм маси газу при нормальному тиску і незмінній температурі, якщо об'єм тієї ж маси газу при тиску 721 мм рт ст. дорівнює 250,0 мл:  
А)  $8,96 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ;  
Б)  $0,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ ;  
В)  $1,23 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ;  
Г)  $0,66 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ;  
Д)  $2,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ .
20. Знайти процентну концентрацію розчину, одержаного при змішуванні 200г 40%-ного розчину та 600г 20%-ного розчину:  
А) 5;  
Б) 12;  
В) 25;  
Г) 37;  
Д) 42.
21. Розрахуйте, у скільки разів зросте швидкість реакції  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ , яка перебігає у газовій фазі, якщо подвоїти концентрацію кожної з реагуючих речовин за умови сталості всіх інших умов взаємодії:  
А) у 2 рази;  
Б) у 3 рази;

- В) у 4 рази;  
Г) у 8 разів;  
Д) у 16 разів.
22. Розрахуйте тиск, якщо, не змінюючи температури, збільшити об'єм до 5,5 л, якщо до цього, газ під тиском 1,2 атм займав об'єм 4,5 л:  
А) 145 Па;  
Б) 131 Па;  
В) 23,7 Па;  
Г) 95,2 Па;  
Д) 13,6 кПа.
23. Обчислити кількість ступенів волі, які має система, що складається з розчину обох солей при наявності льоду, кристалів  $KNO_3$ ,  $NaNO_3$  і водяної пари:  
А) 1;  
Б) 3;  
В) 0;  
Г) 2;  
Д) 5.
24. Розрахуйте, у скільки разів зросте швидкість реакції  $2A + B_2 \rightarrow 2AB$ , яка перебігає у газовій фазі, якщо подвоїти концентрацію кожної з реагуючих речовин за умови сталості всіх інших умов взаємодії:  
А) 2;  
Б) 4;  
В) 12;  
Г) 8;  
Д) 16.
25. Розрахуйте об'єм, який займе газ при  $100^\circ C$ , якщо при  $37^\circ C$  об'єм газу дорівнює  $0,50 \text{ м}^3$ , а тиск залишатиметься сталим:  
А)  $0,40 \text{ м}^3$ ;  
Б)  $0,35 \text{ м}^3$ ;  
В)  $0,55 \text{ м}^3$ ;  
Г)  $0,60 \text{ м}^3$ ;  
Д)  $0,70 \text{ м}^3$ .
26. Обчислити кількість ступенів волі, які має система, що складається з розчину натрій сульфату, кристалів льоду і водяної пари:  
А) 0;  
Б) 2;  
В) 4;



- Г) 3;  
Д) 1.
27. Обчислити потенціал електрода в розчині, якщо на потенціометричному містку при 18°C відлік для нормального елемента Вестона дорівнював 52,80 см, відлік для електрода в розчині дорівнював 22,35 см. Другим електродом був нормальний водневий:  
А) 2,4В;  
Б) 0,4В;  
В) 2,36В;  
Г) 0,43В;  
Д) 1,5В.
28. Обчисліть молекулярну масу речовини, знаючи, що 600 мл парів цієї речовини при 87°C і тиску 623 мм рт. ст. важать 1,3г:  
А) 78;  
Б) 32;  
В) 46;  
Г) 154;  
Д) 120.
29. Обчислити кількість ступенів волі, які має система, що складається з розчину натрій сульфату і водяної пари:  
А) 0;  
Б) 2;  
В) 1;  
Г) 4;  
Д) 3.
30. Обчислити, при якій концентрації розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  ступінь електролітичної дисоціації дорівнює 2%.  $K_{\text{NH}_4\text{OH}}=1,79 \cdot 10^{-5}$ :  
А)  $2,7 \times 10^{-2}$ ;  
Б)  $4,0 \times 10^{-3}$ ;  
В)  $9,6 \times 10^{-2}$ ;  
Г)  $4,4 \times 10^{-2}$ ;  
Д)  $1,3 \times 10^{-4}$ .
31. Обчисліть вагу 4 л вуглекислого газу за нормальних умов:  
А)  $8,610^{-3}$  кг;  
Б)  $4,510^{-3}$  кг;  
В)  $7,910^{-3}$  кг;  
Г)  $8,910^{-3}$  кг;  
Д)  $1,310^{-3}$  кг.

32. Обчисліть масову частку розчиненої речовини у 200г розчину, утвореному при розчиненні 40г речовини у воді:  
 А) 5;  
 Б) 0,05;  
 В) 0,1;  
 Г) 0,3;  
 Д) 0,2.
33. Визначте рН розчину, якщо при  $T=298\text{K}$  ЕРС елемента  
 $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{тв})} | \text{KCl}_{(0,1\text{N})} || \text{H}^+(\text{pH}=\text{x}) | \text{Pt}$   
 рівна 0,15 В. Стандартний електродний потенціал хінгідронного електроду 0,6994В, каломельного 0,3369В:  
 А) 3,6;  
 Б) 5,4;  
 В) 12,3;  
 Г) 7,2;  
 Д) 6,9.
34. Визначте масу кисню, якщо відомо що сталевий циліндр ємністю 20,5 л наповнений киснем, а при  $17^\circ\text{C}$  тиск в циліндрі рівний 87 атм.  
 А) 2,399кг;  
 Б) 2399 кг;  
 В) 1521 г;  
 Г) 1521 кг;  
 Д) 2425 г.
35. Визначити кількість ступенів волі для системи  $S_{\text{рідина}} \leftrightarrow S_{\text{пара}}$ :  
 А) 1;  
 Б) 0;  
 В) 4;  
 Г) 2;  
 Д) 3.
36. Визначити активність іонів хлору в розчині хлориду кальцію з концентрацією 0,005 моль/л, якщо  $\gamma_{\text{Cl}^-}=0,88$   
 А)  $4,4 \times 10^{-3}$  г-йон/л;  
 Б)  $2,8 \times 10^{-4}$  г-йон/л;  
 В)  $8,8 \times 10^{-3}$  г-йон/л;  
 Г)  $3,6 \times 10^{-3}$  г-йон/л;  
 Д)  $8,2 \times 10^{-6}$  г-йон/л.

## 14. Задачі з екологічним змістом

У формуванні екологічної свідомості студентів достатньо ефективним методом є розв'язування задач з екологічним змістом. Це дозволяє поєднати теоретичний матеріал з фізичної хімії об'єктів довкілля з отриманням практичних знань та допомагає студентам усвідомлювати, що і від них залежить сучасний і майбутній стан екології навколишнього середовища. Під час розв'язування задач важливо формувати екологічну свідомість студентів. Це сприяє, зокрема, переконливому висвітленню позитивних і негативних наслідків впливу діяльності людини на природне середовище. Поряд з цим, розв'язок задач з екологічним змістом дає можливість запропонувати можливі шляхи усунення або мінімізації негативного впливу діяльності людини. Задачі з екологічним змістом, перш за все, містять інформацію про навколишнє середовище, теоретичні розрахунки, складання хімічних рівнянь та використання певних формул. Такі задачі використовуються паралельно з викладенням теоретичного матеріалу, поглиблення та закріплення знань. Нижче приводимо кілька зразків задач з екологічним змістом:

1. Розрахуйте, чи буде мати негативний вплив на навколишнє середовище скидання в озеро з приблизним об'ємом води  $100 \text{ км}^3$  відходів, що містять  $6 \text{ кг}$  кальцій гідрофосфату, якщо відомо наступне: риба більш чутлива до вмісту фосфатів ніж людина; для водозабору питної води допускається концентрація  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  фосфатів, а вміст фосфатів більше  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  вже загрожує життю риб?
2. Знайдіть масове співвідношення «гелієвого повітря» до звичайного, знаючи, що для запобігання Кесонної хвороби водолази дихають не звичайним, а «гелієвим повітрям», в якому об'ємне співвідношення таке як азоту і кисню в атмосфері.
3. Визначте, в якій масі натрій дигідрофосфату міститься  $700 \text{ мг}$  Фосфору, тобто та його кількість, яку людина повинна споживати за добу, якщо відомо, що фосфор необхідний людському організму для засвоєння вітамінів, мінералів (особливо, вітамінів групи В), для підтримки метаболізму та нормалізації обміну речовин.
4. Розрахуйте значення рН, яке потрібно підтримувати в розчині, щоб концентрація іонів міді не перевищувала гранично допустиму ( $0,1 \text{ мг/л}$ ), знаючи, що для очистки промислових стоків від іонів  $\text{Cu}^{2+}$  ( $[\text{Cu}^{2+}] \approx 0,1 \text{ M}$ ) осаджують  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  додаванням лугу? ( $\text{DPCu}(\text{OH})_2 = 2,2 \cdot 10^{-22}$ ).

Самостійна робота студентів з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» передбачає самостійне складання студентами задач з екологічним змістом до кожного модулю.

### 15. Питання, які виносяться на залік

1. Предмет фізичної хімії.
2. Основні розділи фізичної хімії.
3. Методи дослідження фізичної хімії.
4. Історія становлення та розвитку фізичної хімії.
5. Теорія агрегатного стану речовини.
6. Характеристика ідеальних та реальних газів. Закони ідеальних газів.
7. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Універсальна газова стала, її фізичний зміст та розмірність.
8. Рівняння стану реального газу Ван-дер-Ваальса, його характеристика.
9. Ізотерми стиснення реального газу.
10. Загальна характеристика рідкого стану.
11. Поверхневий натяг, його формула, одиниці вимірювання.
12. Методи визначення поверхневого натягу.
13. Фактори, що впливають на величину поверхневого натягу.
14. Поверхнево-активні та поверхнево-неактивні речовини. Приклади .
15. Правило Траубе-Дюкло.
16. Рівняння Гібса. Позитивна і негативна адсорбція.
17. Формула Бачинського. Парахор.
18. В'язкість рідин. Вивести формулу в'язкості.
19. Фактори, що впливають на в'язкість.
20. Рівняння гідродинаміки потоку Ньютона і Пуазейля.
21. Експериментальне визначення в'язкості.
22. Тиск насиченої пари.
23. Основні поняття, терміни та величини, що використовуються в термодинаміці.
24. Внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота.
25. Теплоємність речовин.
26. Рівняння для роботи розширення 1-го молю ідеального газу при різних умовах.
27. 1-й закон термодинаміки, його формулювання, математичний вираз.
28. Наслідки з 1-го закону термодинаміки.
29. Основи термохімії. Закон Гесса.
30. Наслідки з закону Гесса.
31. Зв'язок між  $Q_p$  і  $Q_v$  або між  $\Delta U$  і  $\Delta H$  .
32. Залежність теплового ефекту реакції від температури. Вивести рівняння Кірхгофа.

33. Термодинамічно оборотні і необоротні процеси.
34. Робота і теплота оборотного процесу.
35. Основний зміст та значення 2-го закону термодинаміки.
36. Про можливість, напрям і межу проходження самодовільних процесів.
37. Статистичний характер 2-го закону термодинаміки.
38. Основні формулювання 2-го закону термодинаміки.
39. Ентропія і аналітичний вираз 2-го закону термодинаміки.
40. Доказ наявності ентропії за допомогою циклу Карно.
41. 2-й закон термодинаміки та існування природного начала відліку температури.
42. Ентропія та термодинамічна ймовірність стану системи. Формула Больцмана. Пояснити поняття “термодинамічна ймовірність”.
43. Об'єднане рівняння 1-го і 2-го законів термодинаміки та його характеристика.
44. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали.
45. Зв'язок частинних похідних термодинамічних потенціалів з параметрами системи.
46. Вивести рівняння максимальної роботи Гібса-Гельмгольца та пояснити його значення.
47. Показати зв'язок між термодинамічними потенціалами і деякими параметрами системи.
48. Вивести рівняння з калоричними коефіцієнтами, дати їх аналіз та показати значення.
49. Вивести рівняння для розрахунку ентропії 1-го молю ідеального газу при  $C_p = \text{const}$ .
50. Вивести рівняння для розрахунку ентропії 1-го молю ідеального газу при  $C_p = f(T)$ .
51. Постулат Планка і розрахунок абсолютного значення ентропії.
52. Вивести формулу для обчислення абсолютного значення ентропії твердих, рідких та газоподібних речовин.
53. Вивести рівняння для термодинамічних потенціалів ідеального газу.
54. Основні поняття термодинаміки реальних газів. Термодинамічна фугітивність та її знаходження.
55. Фазові переходи індивідуальних речовин.
56. Термодинаміка фазових переходів. Вивести рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
57. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів плавлення.
58. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів випаровування.
59. Залежність тиску насиченої пари речовини від температури.
60. Загальні умови рівноваги в гетерогенних системах.
61. Дати визначення поняттям – “фаза”, “компонент”, “ступінь вільності або варіантність”.
62. Вивести і дати аналіз правила фаз Гібса.

63. Фазові переходи першого і другого роду.
64. Термодинамічна умова рівноваги в гетерогенній однокомпонентній системі.
65. Діаграми стану однокомпонентних систем в координатах тиск – температура (на прикладі діаграми стану води).
66. Діаграма стану сульфуру. Енантіотропія і монотропія.
67. Рівновага в двокомпонентних системах.
68. Діаграма стану систем, в яких компоненти А і В необмежено розчиняються в рідкому стані, а в твердому стані вони не утворюють ні твердих розчинів ні хімічних сполук.
69. Принцип побудови діаграм стану.
70. Термічний аналіз, криві охолодження.
71. Діаграми стану систем, компоненти яких необмежено розчинні у рідкому стані, а в твердому стані утворюють хімічні сполуки.
72. Діаграми стану систем, що утворюють хімічні сполуки, які плавляться інконгруентно (з розкладом).
73. Тверді розчини.
74. Фізико-хімічний аналіз, його наукове та практичне значення.
75. Особливості рівноваги в трикомпонентних системах. Графічне вираження складу за допомогою рівностороннього трикутника.
76. Обмежена взаємна розчинність трьох рідин.
77. Основні поняття та термінологія теорії розчинів.
78. Концентрація розчинів та методи її вираження.
79. Розчинність газів і твердих речовин у рідинах.
80. Основи термодинаміки розчинів. Хімічний потенціал.
81. Характеристика ідеальних та реальних розчинів. Закон Рауля.
82. Реальні розчини. Відхилення від закону Рауля.
83. Парціальні мольні величини та їх знаходження.
84. Рівняння Гібса-Дюгема.
85. Термодинамічна теорія розчинності. Вплив температури на розчинність.
86. Залежність розчинності газів від тиску. Термодинамічне обґрунтування цієї залежності.
87. Закон Генрі, його застосування для ідеальних та реальних систем. Залежність розчинності газу від температури, природи газу та розчинника.
88. Діаграми рівноваги в системах пара – розчини летких речовин. Закони Коновалова.
89. Обмежена взаємна розчинність рідин. Критична температура розчинення.
- 90.** Температура кипіння розчинів нелетких речовин. Ебуліоскопія. Фізичний зміст ебуліоскопічної сталої. Вивести формулу для визначення молекулярної маси речовини ебуліоскопічним методом.

91. Температура замерзання розчинів нелетких речовин. Кріоскопія. Фізичний зміст кріоскопічної сталої. Вивести формулу для визначення молекулярної маси речовини кріоскопічним методом.
92. Азеотропні суміші. Перегонка з водяною парою.
93. Осмотичний тиск розчинів. Біологічна роль осмотичного тиску.
94. Закон осмотичного тиску Вант-Гоффа.
95. Ознаки та закони фізико-хімічних рівноваг.
96. Константа хімічної рівноваги. Способи вираження константи рівноваги в гомогенних системах.
97. Особливості хімічної рівноваги в розчинах. Зміщення стану рівноваги. Принцип Ле Шательє.
98. Зв'язок між  $K_p$  і  $K_c$ . Закон діючих мас.
99. Вивести закон діючих мас термодинамічним методом.
100. Вивести рівняння ізотерми хімічної реакції (рівняння максимальної роботи хімічної реакції Вант-Гоффа).
101. Хімічна спорідненість речовин. Принцип Бертло.
102. Методи розрахунку хімічної спорідненості речовин.
103. Особливості вираження константи рівноваги для гетерогенної реакції.
104. Вивести рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції.
105. Теплова теорема Нернста. Постулат Планка. 3-й закон термодинаміки.

**16. Структура залікового варіанту завдання з курсу  
«Фізична хімія об'єктів довкілля» у формі тестів**

**Заліковий білет №**

*Варіант містить 24 тести 3-х рівневого ступеня складності. Перші 7 тестів (1-7) оцінюються по 2 бали кожне завдання. Наступні 8 тестів (8-15) оцінюються по 4 бали. Решта 9 тестів (16-24) оцінюються по 6 балів кожне. Максимальна кількість можливих набраних балів складає 100.*

*Тести містять одну або кілька правильних відповідей.*

1. Вкажіть ознаку позитивної адсорбції:  
А) збільшення концентрації речовини на поверхні розділу фаз;  
Б) зменшення концентрації речовини на поверхні розділу фаз;  
В) зменшення концентрації речовини в поверхневому шарі;  
Г) збільшення концентрації речовини у всьому об'ємі;  
Д) зменшення концентрації речовини у всьому об'ємі.
2. Вкажіть ознаки ідеального газу:  
А) хаотичність руху молекул;  
Б) молекули взаємодіють між собою;  
В) відсутність взаємодії між молекулами;  
Г) молекули не мають власного об'єму;  
Д) молекули мають власний об'єм.
3. Виберіть термодинамічну функцію, яку називають вільною енергією Гельмгольца:  
А)  $G$ ; Б)  $S$ ; В)  $F$ ; Г)  $H$ ; Д)  $U$ .
4. Вкажіть принцип, за яким класифікують розчини:  
А) за насиченістю дисперсного середовища;  
Б) за агрегатним станом розчинника;  
В) за молекулярністю;  
Г) за реакційною здатністю;  
Д) за розмірами частинок дисперсної фази.
5. Виберіть ознаку рівноважного стану системи:  
А) параметри системи з часом не змінюються;  
Б) не змінюються з часом екстенсивні параметри;  
В) не змінюються з часом інтенсивні параметри;  
Г) не змінюються з часом хімічні параметри;  
Д) не змінюються рівноважні параметри.
6. Вкажіть, до груп яких параметрів відноситься маса речовини ( $m$ ) та її об'єм ( $V$ ):



- А) екстенсивних; Б) інтенсивних; В) термохімічних; Г) фізичних; Д) хімічних.
7. Виберіть ознаки термохімічного рівняння:  
А) стехіометричні коефіцієнти і агрегатний стан речовини;  
Б) агрегатний стан речовини і зміна ентальпії;  
В) агрегатний стан речовини і зміна внутрішньої енергії;  
Г) стехіометричні коефіцієнти і зміна ентропії;  
Д) реакція протікає при високій температурі.
- 
8. Вкажіть правильне твердження щодо можливості однозначного висновку про реальну можливість протікання реакції за стандартних умов на основі зменшення енергії Гібса:  
А) так, завжди можливо;  
Б) так, але при відповідних умовах;  
В) ні, не можливо;  
Г) ні, тільки принципова можливість;  
Д) потрібні додаткові дані про механізм реакції.
9. Вкажіть назву кривої, яку використовують для побудови діаграм стану:  
А) нагрівання; Б) стискування; В) охолодження; Г) плавлення; Д) випаровування.
10. Вкажіть максимальну кількість фаз, які можуть співіснувати в трикомпонентних системах:  
А) 1; Б) 2; В) 3; Г) 4; Д) 5.
11. Вкажіть ознаку (ознаки), від яких залежить кріоскопічна стала:  
А) природа розчиненої речовини;  
Б) концентрація розчину;  
В) температура;  
Г) природа розчинника;  
Д) маса розчиненої речовини.
12. Вкажіть напрямок зміни рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 136 \text{ ккал}$  при збільшенні концентрації вихідних речовин:  
А) частково вправо; Б) з права на ліво; В) зліва на право;  
Г) не зміститься; Д) частково вліво.
13. Обчисліть молекулярну масу речовини, знаючи, що 600 мл парів цієї речовини при  $87^\circ\text{C}$  і тиску 623 мм рт.ст. важать 1,3г:  
А) 78; Б) 32; В) 46; Г) 154; Д) 120.

14. Обчисліть максимальну кількість ступенів волі і максимальну кількість фаз, які знаходяться в рівновазі в однокомпонентній системі:  
А)  $f=1; S=2$ ; Б)  $f=3; S=2$ ; В)  $f=2; S=1$ ; Г)  $f=1; S=3$ ; Д)  $f=3; S=1$ .
15. Розрахуйте константу рівноваги реакції  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ , якщо константа швидкості прямої реакції рівна 0,16, а зворотної – 0,05.  
А) 0,31;  
Б) 0,008;  
В) 3,2;  
Г) 6,4;  
Д) 0,16.
- 
16. Визначити виконану роботу, якщо 0,5 м<sup>3</sup> кисню нагріваючись при сталому тиску 740 мм. рт. ст. займає об'єм 5 м<sup>3</sup>:  
А) 560,5 кДж; Б) 345,4 ккал; В) 443,9 кДж; Г) 746,2 кал; Д) 127 кДж.
17. Визначте тиск, якщо не змінюючи температури об'єм зменшився до 2,8л, а перед цим при 700 мм рт. ст. він складав 3 л:  
А) 100 кПа; Б) 95 кПа; В) 92 000 Па; Г) 89,96 кПа; Д) 101.3 кПа.
18. Знайти різницю ентропії 1г води і 1г льоду при 0<sup>0</sup>С і 1 атм. Прихована теплота топлення дорівнює 80 кал/г.  
А) 0,3 кал/град; Б) 3,42 кал/град; В) 1,23 Дж/град; Г) 14,29 Дж/град;  
Д) 1,32 Дж/град.
19. Визначити максимально можливий термічний коефіцієнт корисної дії для паротурбінної установки, якщо максимально можлива температура нагріву пари дорівнює 550<sup>0</sup>С, мінімальна температура, з якою пара залишає турбіну – 25<sup>0</sup>С:  
А) 63,8%; Б) 95,4%; В) 14,2%; Г) 37,1%; Д) 4,38%.
20. Обчисліть кількість ступенів волі, які має система, що складається з розчину  $\text{KNO}_3$  і  $\text{NaNO}_3$  у воді при наявності кристалів обох солей і водяної пари:  
А) 0; Б) 1; В) 2; Г) 3; Д) 4.
21. Вирахуйте процентний вміст аміаку в розчині, який містить 1 моль  $\text{NH}_3$  у 3 молях води:  
А) 31,50%; Б) 18,30%; В) 29,34%; Г) 17,52%; Д) 23,94%.
22. Розрахуйте тиск пари розчину, який містить 10 г хлористого амонію у 100 г води при 20<sup>0</sup>С, якщо тиск пари води при цій же температурі рівний

17,535 мм рт. ст. Для розрахунків прийняти, що система підкоряється законам ідеального стану:

А) 16,09 мм рт ст.; Б) 2,26 кПа; В) 0, 225 кПа; Г) 22,586 кПа;  
Д) 2300 Па.

23. Визначте, чи можливе при кімнатній температурі протікання реакції:

$\text{PbS} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{H}_2\text{S}$ , якщо  $\Delta G^\circ_{\text{H}_2\text{S}} = -7840$  Дж/моль,  $\Delta G^\circ_{\text{PbS}} = -15275$  Дж/моль:

А) -23115 Дж/моль;

Б) 7435 Дж/моль;

В) можлива;

Г) -7435 Дж/моль;

Д) не можлива.

24. Розрахуйте кількість теплоти ( в кДж), що виділиться при згоранні

1 м<sup>3</sup> ацетилену (н.у), якщо тепловий ефект реакції дорівнює 786 кДж:

А) 25580; Б) 30560; В) 35090; Г) 28055; Д) 31095

**17. Питання, які виносяться на екзамен з курсу  
«Фізична хімія об'єктів довкілля»**

1. Основні поняття хімічної кінетики.
2. Швидкість хімічних реакцій.
3. Фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій.
4. Молекулярність реакції.
5. Порядок реакції.
6. Методи визначення порядку реакції.
7. Необоротні реакції I-го порядку.
8. Необоротні реакції II -го порядку.
9. Оборотні реакції I-го порядку.
10. Оборотні реакції II -го порядку.
11. Паралельні реакції.
12. Послідовні реакції.
13. Спряжені реакції.
14. Вплив температури на швидкість реакції.
15. Енергія активації та її експериментальне визначення.
16. Діаграма хімічної реакції.
17. Теорія активних зіткнень у хімічній кінетиці.
18. Теорія Арреніуса.
19. Метод активованого комплексу.
20. Вивід кінетичного рівняння теорії активованого комплексу.
21. Термодинамічний аспект теорії активованого комплексу.  
Ентропія активації.
22. Кінетика процесів у проточних умовах. Рівняння Панченкова.
23. Кінетика реакцій в розчинах.
24. Мономолекулярні реакції в газах. Теорія Лінденмана.
25. Тримолекулярні реакції з позиції теорії зіткнень.
26. Ланцюгові реакції.
27. Кінетика нерозгалужених ланцюгових реакцій.
28. Розгалужені ланцюгові реакції.
29. Довжина ланцюга і довжина розгалуження.
30. Теорія Семенова-Гіншельвуда.
31. Індукційний період.
32. Межі спалаху та вибухів.
33. Особливості кінетики гетерогенних процесів.
34. Дифузійна теорія гетерогенної кінетики.
35. Кінетичний режим гетерогенних реакцій.
36. Топохімічні реакції.
37. Основні закони фотохімії.
38. Первинні і вторинні фотохімічні реакції.
39. Квантовий вихід.
40. Типи фотохімічних реакцій.

41. Фотосенсибілізовані реакції.
42. Фотохімічні реакції в атмосфері Землі.
43. Загальні принципи каталізу.
44. Роль каталізу в промисловості та живій природі.
45. Гомогенний каталіз.
46. Теорії гомогенного каталізу.
47. Кислотно-основний каталіз.
48. Рівняння Бренстеда-Б'єррума.
49. Каталіз комплексними сполуками перехідних металів.
50. Ферментативний каталіз.
51. Гетерогенний каталіз.
52. Швидкість гетерогенно-каталітичної реакції.
53. Активність та селективність гетерогенних каталізаторів.
54. Стадії гетерогенних каталітичних процесів.
55. Активні центри гетерогенних каталізаторів.
56. Каталітичні властивості металів.
57. Отруєння каталізаторів.
58. Промотори та їх роль у гетерогенному каталізі.
59. Нанесені металічні каталізатори, роль носія.
60. Теорії гетерогенного каталізу (Тейлора, Баландіна, Кобозєва, Семенова).
61. Основні поняття та закони електрохімії.
62. Розчини електролітів. Ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа.
63. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса.
64. Причини дисоціації, сольватація.
65. Сильні та слабкі електроліти. Константа та ступінь дисоціації.
66. Закон розведення Освальда.
67. Електролітична дисоціація води. РН розчинів.
68. Буферні системи.
69. Гідроліз.
70. Теорія кислот і основ (Бренстеда-Лоурі, Льюїса, Усановича).
71. Теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Іонна атмосфера.
72. Активність іонів в електролітах.
73. Електропровідність, її типи.
74. Питома електропровідність.
75. Еквівалентна електропровідність.
76. Рухливості іонів.
77. Закон незалежності руху іонів (закон Кольрауша).
78. Числа переносу.
79. Визначення чисел переносу. Метод Гітторфа.
80. Виникнення і будова подвійного електричного шару.
81. Електродний потенціал.
82. Рівняння Нернста.
83. Класифікація електродів.

84. Гальванічний елемент.
85. Термодинаміка гальванічного елементу.
86. Стандартні потенціали. Ряд активності металів.
87. Водневий електрод.
88. Електроди порівняння.
89. Скляний електрод.
90. Каломельний електрод.
91. Хінгідронний електрод.
92. Класифікація гальванічних елементів.
93. Зворотні та незворотні гальванічні елементи.
94. Концентраційні ланцюги.
95. Дифузійний потенціал.
96. Електричні ланцюги без переносу іонів.
97. Методи визначення ЕРС гальванічних елементів.
98. Нормальний елемент Вестона.
99. Електрохімічні джерела струму.
100. Джерела струму одноразового використання.
101. Джерела струму багаторазового використання (акумулятори).
102. Електрохімічні генератори (паливні елементи).
103. Поляризація, її типи.
104. Причини виникнення поляризації.
105. Методи усунення поляризації.
106. Застосування поляризації.
107. Полярнографія.

**18. Структура екзаменаційного варіанту завдання з курсу  
«Фізична хімія об'єктів довкілля» у формі тестів**

**Екзаменаційний білет №**

*Варіант містить 40 тестів, кожен оцінюється по 2,5 бали. Максимальна кількість можливих набраних балів складає 100.*

*Тести містять одну або кілька правильних відповідей.*

1. Розрахуйте, у скільки разів необхідно підвищити тиск, щоб швидкість реакції  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  зросла у 9 разів:  
А) 9; Б) 3; В) 27; Г) 2; Д) 18.
2. Вкажіть ознаку автокаталітичної реакції:  
А) прискорює первинні реакції; Б) прискорює саму себе;  
В) прискорює вторинні реакції; Г) змінює механізм реакції;  
Д) сповільнює реакції.
3. Вкажіть основний критерій, яким керуються при здійсненні хімічного процесу:  
А) процес проходить при максимально низькій температурі;  
Б) лабораторне устаткування для проведення процесу повинно бути не складним;  
В) вихід цільового продукту є максимальним;  
Г) процес проходить з мінімальними енергетичними затратами;  
Д) процес проходить без каталізатора.
4. Розрахуйте і вкажіть молекулярність реакції:  
 $\text{CH}_3\text{OCH}_3 = \text{CH}_4 + \text{CO} + \text{H}_2\uparrow$ :  
А) 2; Б) 0; В) 4; Г) 1; Д) 3.
5. Вкажіть умову, необхідну для здійснення елементарного акту хімічної реакції згідно з теоріями хімічної кінетики:  
А) хімічна спорідненість між реагуючими речовинами;  
Б) зіткнення частинок, які беруть в ньому участь;  
В) відповідна енергія активації;  
Г) однаковий агрегатний стан реагуючих речовин;  
Д) високі температура і тиск.
6. Вкажіть ознаку, характерну для молекули у теорії активних зіткнень:  
А) безструктурна частинка; Б) тверда частинка;  
В) звичайна частинка; Г) ідеальна частинка;  
Д) радикал.
7. Виберіть джерело активації у гомогенних газових реакціях:

- А) зміни, що проходять в реагуючих молекулах при адсорбції їх поверхнею катализатору; Б) поглинання квантів світла;  
В) зіткнення; Г) різного роду випромінювання;  
Д) радіація.
8. Виберіть значення меж, в яких коливається стеричний фактор Р для різних реакцій:  
А) від  $10^{-8}$  до 1; Б) від  $10^{-6}$  до 1; В) від  $10^{-6}$  до 0,1;  
Г) від  $10^{-8}$  до  $10^{-2}$ ; Д) від 1 до 0,01.
9. Вкажіть недоліки теорії активних зіткнень щодо можливості визначення констант швидкостей тільки для реакцій:  
А) бімолекулярних; Б) тримолекулярних; В) одномолекулярних;  
Г) мономолекулярних; Д) дволекулярних.
10. Вкажіть припущення методу перехідного стану, який розглядає рух ядер в адіабатичних умовах з позицій:  
А) класичної термодинаміки; Б) кінетики; В) будови речовини;  
Г) класичної механіки; Д) каталізу.
11. Виберіть значення трансмісійного коефіцієнту, яке використовується в практичних розрахунках за методом перехідного стану:  
А) 10; Б) 0,1; В) 0,01; Г) 1; Д) 0,001.
12. Вкажіть ознаки, за якими експериментально можна виділити мономолекулярні реакції серед інших:  
А) реакція гетерогенна, і на її протікання не впливають стінки посудини;  
Б) реакція строго гомогенна, і на її протікання не впливають стінки посудини;  
В) реакція гетерогенна, і на її протікання впливає температура;  
Г) реакція строго гомогенна, і на її протікання впливає тиск;  
Д) реакція каталітична і на її протікання впливає концентрація.
13. Вкажіть назву процесу  $A + A \xrightarrow{k_1} A^* + A$  згідно зі схемою Ліндемана:  
А) дезактивація; Б) хімічна реакція; В) активація;  
Г) рекомбінація; Д) зародження ланцюга.
14. Виберіть умову активації за теорією Ліндемана для мономолекулярних реакцій:  
А) не є результатом зіткнень, тобто є бімолекулярним процесом;  
Б) є результатом зіткнень, тобто є бімолекулярним процесом;  
В) не є результатом зіткнень, тобто є мономолекулярним процесом;  
Г) є результатом зіткнень, тобто є мономолекулярним процесом;



- Д) не є результатом зіткнень, тобто є тримолекулярним процесом.
15. Вкажіть активні частинки, які утворюються на початковому етапі ланцюгових реакцій :
- А) вільні атоми;    Б) молекули;    В) радикали;  
Г) комплексні сполуки;    Д) вода.
16. Виберіть визначення, яке характеризує довжину ланцюга:
- А) число утворених продуктів реакції;  
Б) кількість утворених ланцюгів;  
В) число циклів від моменту зародження ланцюга до його обриву;  
Г) число реакцій від моменту зародження ланцюга до його обриву;  
Д) загальне число циклів.
17. Вкажіть причину аномально високих значень констант швидкостей ланцюгових реакцій:
- А) великі значення довжини ланцюга;  
Б) великі значення порядку реакції;  
В) великі значення молекулярності реакції;  
Г) малі значення довжини ланцюга;  
Д) велика кількість циклів проходження реакції.
18. Вкажіть твердження К.А.Тімірязєва, яке характеризує кількість продукту, одержаного при даній фотохімічній реакції:
- А) залежить від природи вихідних речовин;  
Б) залежить від температури;  
В) пропорційна кількості поглинутої світлової енергії;  
Г) пропорційна кількості вихідних речовин;  
Д) пропорційна кількості квантів світла.
19. Вкажіть тип даної реакції  $Br \cdot + H_2 \rightarrow HBr + H \cdot$  :
- А) зародження ланцюга;    Б) продовження ланцюга;  
В) розгалуження ланцюга;    Г) обрив ланцюга;  
Д) рекомбінація.
20. Вкажіть рік формулювання Ф.Х Гроттусом твердження, що хімічно активним є лише те світло, яке поглинається реакційним середовищем:
- А) 1875 р.; Б) 1817 р.; В) 1907-1910 р.; Г) 1912 р.; Д) 1760 р.
21. Виберіть рівняння, яке характеризує об'єднаний закон Ламберта-Бера:
- А)  $I = I_0 e^{-knl}$ ;    Б)  $I_0 = I e^{-knl}$ ;    В)  $I = I_0 e^{knl}$ ;    Г)  $I_0 = I e^{knl}$ ;    Д)  $I = I_0 e^{-kn}$ .
22. Виберіть правильне формулювання квантового виходу:

- А) відношення числа поглинутих квантів до числа перетворених молекул;  
Б) відношення числа перетворених молекул до числа поглинутих квантів;  
В) відношення числа поглинутих квантів до загального числа молекул;  
Г) відношення числа перетворених молекул до загального числа молекул;  
Д) кількість поглинутих квантів світла.
23. Вкажіть тип даної фотохімічної реакції взаємодії хлору з воднем  
 $Cl^* + H_2 \rightarrow HCl + H^*$ :  
А) первинна; Б) вторинна; В) обрив; Г) рекомбінація;  
Д) зародження ланцюга.
24. Виберіть правильне визначення для сенсibilізатора:  
А) поглинає світло і вступає в хімічну реакцію з реагентами, оскільки самі реагенти не поглинають хвилі доступної довжини;  
Б) поглинає світло і передає енергію реагентам, оскільки самі реагенти не поглинають хвилі доступної довжини;  
В) випромінює світло і передає енергію реагентам, оскільки самі реагенти не поглинають хвилі доступної довжини;  
Г) поглинає світло і передає енергію продуктам реакції, оскільки самі реагенти не поглинають хвилі доступної довжини;  
Д) стехіометрично не входить у рівняння реакції, але прискорює її.
25. Вкажіть визначення явища каталізу:  
А) до складу активного комплексу входить речовина, яка стехіометрично бере участь у сумарному процесі та змінює кінетичні властивості системи;  
Б) до складу активного комплексу входить речовина, яка стехіометрично не бере участь у сумарному процесі, але змінює кінетичні властивості системи;  
В) до складу активного комплексу входить речовина, яка стехіометрично не бере участь у сумарному процесі;  
Г) явище, при якому речовина не бере участь у сумарному процесі;  
Д) явище, при якому речовина змінює кінетичні властивості системи.
26. Вкажіть назву речовини, яка сповільнює хімічну реакцію:  
А) акцептор; Б) каталізатор; В) інгібітор;  
Г) промотор; Д) індуктор.
27. Вкажіть речовину, яка є каталізатором реакції синтезу амоніаку:

- А) хром (III) оксид; Б) залізо; В) концентрована сульфатна кислота;  
Г) ванадій (V) оксид; Д) ртуть.
28. Вкажіть автора радикально-ланцюгової теорії каталізу:  
А) Тейлор; Б) Поляков; В) Шпитальський; Г) Баландін;  
Д) Семенов.
29. Виберіть реакцію, в якій йон гідроксилу є одночасно і вихідною речовиною і каталізатором:  
А) синтез оцтової кислоти; Б) синтез нітратної кислоти;  
В) інверсія цукру; Г) синтез амоніаку; Д) омилення естерів.
30. Вкажіть вченого, який встановив каталітичний ефект при одночасній присутності в розчині і кислоти, і основи:  
А) Арреніус; Б) Лаурі; В) Даусон; Г) Оствальд; Д) Бренстед.
31. Вкажіть вченого, який вперше показав зв'язок каталітичних явищ з адсорбцією:  
А) Ван-Марум; Б) Прістлі; В) Берцеліус; Г) Лібіх; Д) Фарадей.
32. Вкажіть гетерогенні каталітичні процеси, які найчастіше зустрічаються на практиці:  
А) каталізатор тверда фаза, а реагуючі речовини – рідка фаза;  
Б) каталізатор тверда фаза, а реагуючі речовини – газоподібна фаза;  
В) каталізатор рідка фаза, а реагуючі речовини – тверда фаза;  
Г) каталізатор газоподібна фаза, а реагуючі речовини – рідка фаза;  
Д) каталізатор газоподібна фаза, а реагуючі речовини – рідка.
33. Вкажіть механізм отруєння каталізаторів:  
А) блокування всієї поверхні;  
Б) незворотна адсорбція отрути на поверхні;  
В) блокування активних центрів поверхні;  
Г) зворотна адсорбція отрути на поверхні;  
Д) зміна структури поверхні.
34. Вкажіть тип промотору оксиду калію в залізному каталізаторі синтезу аміаку:  
А) зворотній; Б) структурний; В) незворотній;  
Г) термодинамічний; Д) текстурний.
35. Виберіть визначення ступеня дисоціації:  
А) кількість дисоційованих молекул в 1 літрі розчину;

- Б) відношення загальної кількості молекул у розчині до кількості дисоційованих молекул;  
В) відношення кількості дисоційованих молекул до загальної кількості молекул розчиненої речовини;  
Г) кількість дисоційованих молекул, що припадає на 1 молекулу розчинника;  
Д) відношення кількості дисоційованих молекул до кількості молекул в 1 літрі розчину.
36. Вкажіть визначення речовини – електроліту:  
А) розплави проводять електричний струм;  
Б) при нагріванні розкладаються на прості речовини;  
В) не дисоціюють на іони;  
Г) водні розчини проводять електричний струм;  
Д) не проводять електричний струм.
37. Виберіть йон, який зумовлює кисле середовище водних розчинів:  
А)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; Б)  $\text{OH}^-$ ; В)  $\text{H}^+$ ; Г)  $\text{Cl}^-$ ; Д)  $\text{Na}^+$ .
38. Вкажіть рівність, яка справедлива для процесу електролітичної дисоціації води при  $25^\circ\text{C}$ :  
А)  $[\text{H}^+] + [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ ; Б)  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ ; В)  $[\text{H}^+] / [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ ;  
Г)  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ ; Д)  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ .
39. Вкажіть фактор, який зумовлює направленість окисно-відновних процесів:  
А) присутність каталізатору; Б) зміна енергії Гібса;  
В) зміна внутрішньої енергії;  
Г) величина ЕРС гальванічного елемента;  
Д) зміна ентальпії.
40. Вкажіть причину, згідно з якою в стоматологічній практиці не рекомендується застосовувати метали і сплави з різною електрохімічною активністю:  
А) кращий естетичний вигляд;  
Б) метали не піддаються корозії;  
В) утворюються гальванічні кола і виникає ЕРС;  
Г) продовжується термін використання таких виробів;  
Д) утворюються гальванічні кола.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Аудиторна, самостійна та індивідуальна робота студентів забезпечується всіма навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення навчальної дисципліни чи окремої теми: підручниками, навчальними та навчально-методичними посібниками, методичними рекомендаціями (вказівками), практикумами, конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, електронно-обчислювальною технікою, науковою літературою та періодичними виданнями.

### Основна література

#### Підручники

1. В. Гомонай, О.Гомонай. Фізична хімія. Ч. 1. Хімічна термодинаміка.- Ужгород: Мистецька лінія, 2000.292с.
2. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина 2. Хімічна кінетика. Каталітичні реакції. Фізико-хімія поверхневих явищ. Фото- та радіаційно-хімічні процеси. Електрохімія.- Ужгород: Мистецька лінія, 2003.-479с.
3. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія.- Ужгород: ВАТ “Патент”, 2004.712с.

### Допоміжна література

#### Навчальні посібники та монографії

1. Методичний посібник до лабораторного практикуму з фізичної хімії (основи термодинаміки, термодинаміка розчинів, хімічна термодинаміка, гетерогенні фазові рівноваги) для студентів хімічного факультету (екологів) /Єршов Б.М., Гам М.С., Голуб Н.П., Дзямко В.М.// Ужгород, 1998.- 109с.
2. Єршов Б.М., Гам М.С., Голуб Н.П. Методичний посібник до лабораторного практикуму з фізичної хімії (Електрохімія, кінетика, каталіз) для студентів хімічного факультету, Ужгород, 1998.- 86с.
3. Дзямко В.М., Голуб Н.П. Самостійна робота студентів з курсу «Фізична хімія». Навчально-метод. посібник для студ. 3-го курсу хім. фак. УжНУ спец. «ЕОНС», Ужгород, 2013.100с.
4. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Збірник задач: посібник для вузів.- Луцьк: ЛДТУ, 2005. 332с.
5. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Хімічна та статистична термодинаміка: конспект лекцій для студентів факультету хімії, екології та фармації. Луцьк, 2020. 132с.

### **Періодичні видання**

1. Український хімічний журнал (Інститут загальної та неорганічної хімії ім.В.І. Вернадського НАН України)

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)(бібліотека ім.В.І.Вернадського )
2. [www.mon.gov.ua](http://www.mon.gov.ua) (МОНМС України)

**ДЛЯ ПОДАТОК**

**Підписано до друку 23.10.2023 р. Формат 60x90/16  
Папір друкарський. Друк різнографічний.  
Наклад 100 прим.**

---

*Розтиражовано з готових оригінал-макетів  
ПП Роман О.І.  
м. Ужгород, пл. Ш.Петефі, 34/1  
Тел.: 050 977 16 56*



