

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий інститут агроекології і землеустрою  
Кафедра хімії та фізики

**05-06-131М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни  
«Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності  
101 «Екологія» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІАЗ  
Протокол № 7 від 29.12.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Буденкова Н. М., Мисіна О. І. – Рівне : НУВГП, 2023. – 80 с.

Укладачки: Буденкова Н. М., к.х.н., доцентка кафедри хімії та фізики; Мисіна О. І., ст. викладачка кафедри хімії та фізики.

Відповідальний за випуск: Мороз М. В., д.х.н., професор, завідувач кафедри хімії та фізики

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»: Клименко Л. В., к.с.-г.н., доцент

© Н. М. Буденкова,  
О. І. Мисіна, 2023  
© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета, завдання та програмні результати навчальної дисципліни.....	6
3. Зміст навчальної дисципліни.....	7
4. МОДУЛЬ 1. ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ.....	7
4.1. Тестові завдання для самоконтролю знань.....	16
4.2. Приклади рішення розрахункових завдань.....	39
4.3. Розрахункові завдання .....	44
5. МОДУЛЬ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ .....	47
5.1. Тестові завдання для самоконтролю знань.....	54
5.2. Приклади рішення розрахункових завдань.....	73
5.3. Розрахункові завдання.....	75
6. Порядок оцінювання результатів навчання.....	77
7. Література.....	78

## ПЕРЕДМОВА

Кредитно-трансферна система організації навчального процесу включає значний обсяг самостійної роботи, яка повинна мати відповідне методичне забезпечення. Контент навчальної дисципліни „Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу” (ОК 3.3) складений відповідно до освітньої-професійної програми „Екологія”. Тестові завдання і завдання для самостійної роботи з навчальної дисципліни „Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 „Екологія” максимально наближені до майбутньої спеціальності, охоплюють основні розділи фізичної хімії, колоїдної хімії, фізико-хімічних методів аналізу та спрямовані на більш поглиблене засвоєння знань.

Розділ „Фізична та колоїдна хімія” (I модуль) ґрунтується на основних законах і поняттях загальної хімії і ставить за мету дати студентам сучасні знання про закономірності хімічних процесів, які відбуваються в гетерогенних дисперсних системах; оцінку і використання поверхневих явищ, дисперсних водних систем. Предметом вивчення фізичної та колоїдної хімії є закономірності перебігу хімічних процесів і явищ та дисперсні системи і поверхневі явища, що виникають на межі поділу фаз.

Розділ „Фізико-хімічні методи аналізу” (II модуль) надає відомості про інструментальні методи дослідження природної та питної води, ґрунту, повітря; сучасні кінетичні, спектрометричні, електрохімічні, хроматографічні методи аналізу. Контент тестів та завдань пов'язаний з екологічними проблемами.

Навчання здобувачів вищої освіти складається з лекційних, лабораторних занять та самостійної роботи. Самостійна робота здобувача над курсом проводиться у вільний від аудиторних занять час та передбачає: засвоєння лекційного матеріалу за допомогою конспекту та запропонованої літератури; підготовку до лабораторних занять; інформації сайтів системи Інтернет. Здобувачі вищої освіти всіх форм навчання мають доступ до

навчальних матеріалів, методичного забезпечення освітнього компоненту „Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу” на навчальній платформі Moodle (режим доступу: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1981>).

Для самостійного вивчення дисципліни наведена відповідна література та інформаційні ресурси.

В процесі виконання самостійної роботи студенти повинні закріпити теоретичні знання з даного розділу програми, навчитися розв’язувати контрольні завдання по алгоритму рішення прикладів.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>
Освітня програма	<i>„Екологія”</i>
Спеціальність	<i>101 «Екологія»</i>
Рік навчання, семестр	<i>Другий рік, IV семестр</i>
Кількість кредитів	<i>6 кредитів ЄКТС</i>
Лекції:	<i>30 год. — денна форма 2 год. – заочна форма</i>
Лабораторні заняття	<i>30 год. – денна форма 18 год. – заочна форма</i>
Самостійна робота:	<i>120 год. – денна форма 160 год. – заочна форма</i>
Форма навчання	<i>денна/заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>залік</i>
Мова викладання	<i>українська</i>

## 2. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст освітнього компоненту включає розділи: Хімічні та фізичні методи моніторингу хімічного забруднення навколишнього середовища; Поверхневі явища, адсорбцію, каталіз, Закономірності перебігу хімічних реакцій; Хімія аерозолів атмосфери; Газова хроматографія (ГХ) як компонентний метод визначення забруднювачів повітря; Оцінювання забруднення води; Визначення окремих забруднювачів електрохімічними методами аналізу. Визначення металів в ґрунтах фотоколориметрією.

**Метою** викладання навчальної дисципліни є: засвоєння здобувачами вищої освіти теоретичних основ фізичної та колоїдної хімії, вивчення закономірностей хімічних процесів, які відбуваються в гетеродисперсних системах, оцінка і використання поверхневих явищ, колоїдно-хімічних процесів, дисперсних водних систем, які зустрічаються в різноманітних технологічних процесах та формування на цій основі наукового світогляду фахівців вищої кваліфікації, що будуть працювати інженерами-екологами; ознайомити студентів з сучасними оптичними, електрохімічними, хроматографічними методами аналізу; підготовка студентів до ефективного засвоєння інструментальних методів аналізу природної та питної води, ґрунту, повітря та застосування результатів в розв'язанні практичних завдань.

**Результати навчання:** після вивчення освітнього компоненту здобувач вищої освіти повинен бути здатним: записувати хімічні та термохімічні рівняння реакцій і виконувати стехіометричні та термодинамічні розрахунки на їх основі; виконувати розрахунки, пов'язані з приготуванням розчинів заданої концентрації, визначенням їх водневого показника; кількісно оцінювати вміст забруднювачів в об'єктах довкілля фізико-хімічними методами, користуватись хімічною лабораторною технікою та обладнанням, фіксувати та пояснювати спостереження і результати експериментальних

досліджень, виконувати розрахунки на їх основі, навчитись узагальнювати результати дослідів у вигляді висновків, заключень, виконувати фізико-хімічні дослідження об'єктів довкілля.

***Програмні результати навчання:***

**ПР02.** Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

**ПР05.** Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.

**ПР09.** Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

**ПР19.** Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

### **3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **4. МОДУЛЬ 1. ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ**

##### **Змістовий модуль 1. Основи фізичної хімії**

##### **Тема 1. Основи хімічної термодинаміки та практичне застосування її положень в хіміко-технологічних розрахунках**

Предмет фізичної хімії, її роль у вирішенні проблем навколишнього природного середовища. Основні поняття хімічної термодинаміки. Внутрішня енергія системи. Ентальпія. Перший закон термодинаміки. Теплові ефекти хімічних реакцій. Закон Гесса. Залежність теплових ефектів хімічних реакцій від температури. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Енергія Гіббса.

Література: [1,4-7]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Дайте визначення поняття системи. Які системи називають ізольованими, відкритими, гомогенними, гетерогенними?
2. Що називають термодинамічним процесом? Які термодинамічні процеси вам відомі?
3. Дайте визначення функції стану системи. Наведіть приклади.
4. Дайте визначення внутрішньої енергії системи.
5. Дайте визначення поняття роботи. Чи можна говорити про запас роботи в системі? Чи є робота функцією стану системи? Чому?
6. Дайте визначення поняття теплоти. Чи можна говорити про запас теплоти в системі? Чи є теплота функцією стану системи? Чому?
7. Які формулювання I закону термодинаміки ви знаєте?
8. Запишіть рівняння I закону термодинаміки і вкажіть, які величини, що входять у це рівняння, залежать від шляху процесу.
9. Фізичний зміст ентальпії.
10. Вкажіть знак ентальпії в екзотермічних і ендотермічних процесах.

### Тема 2. Кінетика хімічних реакцій

Швидкість хімічних гомогенних та гетерогенних реакцій. Фактори, що впливають на швидкість реакції. Закон діючих мас. Закон Вант-Гоффа. Каталіз та каталізатори.

Література: [1-4]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Константа швидкості розпаду  $Ra$  дорівнює  $3,79 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ . Визначити період напівперетворення  $\tau_{1/2}$  і час, за який  $Ra$  розкладеться на 90%.
2. Знайти значення константи швидкості реакції  $A + B \rightarrow AB$ , якщо при концентрації речовин  $A$  і  $B$  рівних відповідно 0,05 і 0,01 моль/л швидкість реакції дорівнює  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/(л · хв.).



3. Період напівперетворення  $Ra$  дорівнює 19,7 хв. Скільки  $Ra$  залишиться з 35 мг через 2,5 год.?

4. В розчині, який містить 1 моль  $SnCl_2$  і 2 моль  $FeCl_3$  відбувається реакція за рівнянням  $SnCl_2 + 2FeCl_3 \rightleftharpoons SnCl_4 + 2FeCl_2$ .

В скільки разів зменшиться швидкість прямої реакції після того, як прореагує 0,65 моль  $SnCl_2$ ?

5. Визначити порядок реакції  $2CO = CO_2 + C$  за  $310^\circ C$ , якщо в одному випадку тиск при незмінному об'ємі за 30 хв. зменшився з  $1,049 \cdot 10^5$  до  $9,24 \cdot 10^4$  Па, а в другому за той же проміжок часу з  $37,14 \cdot 10^4$  до  $6,24 \cdot 10^4$  Па.

6. В скільки разів слід збільшити концентрацію речовини  $B$  у системі  $2A(r) + B(r) \rightarrow A_2B(r)$ , щоб при зменшенні концентрації речовини  $A$  в 4 рази, швидкість реакції не змінилась?

7. Визначити час, протягом якого прореагує 9% метанолу, якщо змішати при  $60^\circ C$  1 л 1М  $H_2O_2$  з 1 л 0,5М розчину метанолу,  $k = 0,7544 \text{ год}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$ .

8. Через деякий час після початку реакції  $3A + B \rightarrow 2C + D$  концентрації речовин відповідно стали:  $[A] = 0,03$  моль/л;  $[B] = 0,01$  моль/л;  $[C] = 0,008$  моль/л. Які вихідні концентрації речовин  $A$  і  $B$ ?

9. Концентрація атомів Тритію ( $^3H$ ) в повітрі  $5 \cdot 10^{-15}$  моль/л. Період напівперетворення біля 12 років. Через скільки років розпадеться 90% Тритію, який міститься в повітрі?

10. В системі  $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$  концентрацію  $CO$  збільшили від 0,03 до 0,12 моль/л, а концентрацію  $Cl_2$  – від 0,02 до 0,06 моль/л. У скільки разів збільшилась швидкість реакції?

### Тема 3. Хімічна рівновага

Хімічна рівновага. Константа хімічної рівноваги. Зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє. Обчислення рівноваг. Молекулярність та порядок реакції.

Література: [1-4]

#### Запитання для самоконтролю знань

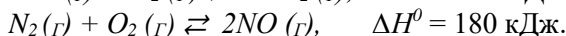
1. Дайте визначення термодинамічної рівноваги в системі. Що називають хімічною рівновагою? Які умови хімічної рівноваги в системі?

2. Сформулюйте закон діючих мас. Що є основною характеристикою хімічної рівноваги?

3. Константа рівноваги деякої реакції за 293К становить  $5 \cdot 10^{-3}$ , а за 1000К –  $2 \cdot 10^{-6}$ . Визначити знак  $\Delta H^0$  цієї реакції.

4. Для деякої довільної реакції  $\Delta S^0 < 0$ . Як буде змінюватися константа рівноваги з підвищенням температури?

5. В якому напрямку зміститься рівновага наступних реакцій:



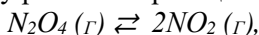
а) при зниженні температури;

б) при підвищенні тиску.

6. Вказати якими змінами концентрації реагуючих речовин можна змістити вправо рівновагу реакції:

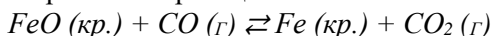


7. Знайти константу рівноваги реакції:



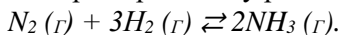
якщо початкова концентрація  $N_2O_4$  складала 0,08 моль/л, а до моменту рівноваги продисоціювало 50%  $N_2O_4$ .

8. Константа рівноваги реакції:

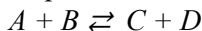


за деякої температури дорівнює 0,5. Знайти рівноважні концентрації  $CO$  і  $CO_2$ , якщо початкові концентрації цих речовин склали:  $C_{CO}^0 = 0,05$  моль/л;  $C_{CO_2}^0 = 0,01$  моль/л.

9. Вказати якими змінами концентрацій реагуючих речовин можна змістити вправо рівновагу реакції:



10. Константа рівноваги реакції



дорівнює одиниці. Початкова концентрація  $C_A^0 = 0,02$  моль/л. Скільки відсотків речовини А вступило в реакцію, якщо початкова концентрація  $C_B^0 = 0,02$  моль/л?

#### Тема 4. Термодинаміка розчинів

Основні поняття. Розчинність речовин у воді. Кінетика розчинення твердих речовин. Теплота розчинення. Насичені і пересичені розчини. Залежність розчинності електролітів від йонної сили розчину. Йонно-молекулярні рівноваги в розчинах електролітів.

Література: [1,2,3]

#### Запитання для самоконтролю знань

1. Дайте визначення дисперсної системи та розчину. Сформулюйте основні положення фізико-хімічної теорії розчинів.

2. Що називають тепловим ефектом розчинення і від яких чинників він залежить?

3. В 100 см<sup>3</sup> води розчинили 2,5 г цукру. Визначити масову частку розчиненої речовини.

4. Розрахувати молярність 48%-відсоткового розчину  $H_2SO_4$ . Густина розчину – 1,380 г/см<sup>3</sup>.

5. Розчин хлоридної кислоти, молярна концентрація еквівалента якого складає 6,037н., має густину 1,10 г/см<sup>3</sup>. Визначити масову частку  $HCl$  у розчині.

6. Визначити нормальну, молярну, моляльну концентрацію 91,0%-відсоткового розчину  $H_2SO_4$ . Густина розчину – 1,825 г/см<sup>3</sup>.

7. Визначити моляльність 4,7М розчину  $NaOH$ , густина якого 1,175 г/см<sup>3</sup>.

8. Визначити мольні частки  $NaOH$  та  $H_2O$  в 40% розчині  $NaOH$ .

9. Визначити молярність 0,5%-відсоткового розчину  $NaOH$ . Густина розчину –  $1 \text{ г/см}^3$ .

10. Що таке йонна сила розчину? Розрахуйте йонну силу в  $0,05 \text{ M}$  розчині натрій фосфату.

## **Змістовий модуль 2. Основи колоїдної хімії**

### **Тема 5. Фізико-хімія поверхневих явищ. Адсорбція**

Поверхневі явища і їх значення. Дисперсність. Питома поверхня і вільна поверхнева енергія. Адсорбція. Адсорбція на межі поділу рідина-газ. Рівняння адсорбції Гіббса. Рівняння Шишковського. Адсорбція на межі поділу тверде тіло-газ. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Ізотерми адсорбції Фрейндліха і Ленгмюра. Полімолекулярна адсорбція. Поверхневі явища на межі поділу тверде тіло-рідина.

Література: [1,4,5]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Що називають поверхневим натягом і в яких одиницях він вимірюється?

2. Як залежить поверхневий натяг від природи речовини, що утворює поверхню?

3. Що називається адсорбцією і як кількісно її характеризують?

4. Від яких факторів залежить адсорбція на межі поділу тверде тіло - розчин?

5. Адсорбція на поверхні твердих адсорбентів. Наведіть рівняння Фрейндліха. Як знайти константи рівняння Фрейндліха?

6. Що називають адсорбцією, абсорбцією, сорбцією?

7. Дайте характеристику і наведіть приклади гідрофільних і гідрофобних поверхонь.

8. Чим обумовлена сферична форма краплин рідини в умовах невагомості?

9. Пом'якшення води за допомогою йонітів.

10. Застосування адсорбції на прикладах.

### **Тема 6. Фізико-хімія дисперсних систем**

Предмет колоїдної хімії, її роль у вирішенні проблем навколишнього природного середовища. Класифікація дисперсних систем. Добування і властивості дисперсних систем. Очищення колоїдних розчинів. Оптичні та молекулярно-кінетичні властивості колоїдних розчинів. Ефект Тіндаля. Дифузія. Закон дифузії Ейнштейна. Осмотичний тиск золів. Рівняння Вант-Гоффа. Седиментаційно-дифузійна рівновага. Седиментація та криві осадження і розподілу частинок за їх розмірами. Використання кінетичних властивостей дисперсних систем при вирішенні різних екологічних питань.

Література: [1,4-7]

#### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Дайте класифікацію дисперсних систем і назвіть основні види колоїдних систем.

2. Охарактеризуйте методи одержання колоїдних систем.

3. Назвіть методи очищення колоїдних систем.

4. Які властивості колоїдних систем відносяться до молекулярно-кінетичних?

5. У чому полягає основна різниця в поглинанні світла в істинних і колоїдних розчинах? Поясніть ефект Тіндаля?

6. Що таке дифузія? Закон дифузії Ейнштейна.

7. Опишіть явище осмосу в золях. Закон Вант-Гоффа.

8. Охарактеризуйте явище седиментації. Седиментаційно-дифузійна рівновага.

9. Криві осадження при седиментації та розподіл частинок за їх розмірами.

10. Як використовуються кінетичні властивості дисперсних систем при вирішенні екологічних питань?

## **Тема 7. Електрокінетичні властивості колоїдних систем.**

### **Стійкість і коагуляція колоїдних розчинів**

Міцелярна теорія будови ліофобних золей. Будова подвійного електричного шару на межі поділу. Електрокінетичні явища. Електрофорез і електроосмос. Вплив електролітів на подвійний електричний шар і електрокінетичний потенціал. Ізоелектричний стан колоїдних систем. Ізоелектричні властивості забруднювачів промислових стічних вод.

Агрегативна і седиментаційна стійкість колоїдних систем. Теорія стійкості і коагуляції дисперсних систем. Коагуляція під дією електролітів. Поріг коагуляції. Правило Шульца-Гарді. Коагуляційні методи знешкодження забруднювачів промислових і стічних вод.

Література: [1,2,4]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Які електричні властивості характерні для колоїдних систем? Що являють собою електрокінетичні явища?
2. Що таке електрофорез? Застосування.
3. Охарактеризуйте електроосмос. Застосування.
4. Поясніть міцелярну будову колоїдних розчинів.
5. Поясніть виникнення заряду і будову колоїдних частинок. Яка будова подвійного електричного шару?
6. Що характеризує дзета-потенціал і за допомогою яких факторів його можна змінити?
7. Чим визначається агрегативна стійкість колоїдних частинок і чим вона відрізняється від кінетичної?
8. Чим пояснюється коагуляція? Які фактори її обумовлюють? У чому полягає правило Шульца-Гарді? В якому співвідношенні знаходяться пороги коагуляції для різних електролітів?
9. Який з розчинів електролітів в першу чергу буде викликати коагуляцію золю  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ : а)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; б)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ; в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; г)  $\text{NaCl}$ .

10. Скласти формулу міцели золю аргентум хлориду, який одержують при взаємодії розчину аргентум нітрату та надлишку розчину калій хлориду.

### **Тема 8. Мікрогетерогенні системи. Розчини високомолекулярних сполук**

Аерозолі, порошки, суспензії, емульсії, піни. Способи одержання, фізико-хімічні властивості, практичне застосування. Високомолекулярні сполуки та їх властивості. Синтетичні і природні ВМС. Будова ВМС. Добування і властивості розчинів ВМС. Оптичні властивості розчинів ВМС. Стійкість розчинів ВМС.

Література: [1,4,7]

#### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Дайте характеристику суспензіям, емульсіям, аерозолям і пінам.
2. Що таке прямі і зворотні емульсії?
3. Що являють собою піни? Поясніть їх будову. Що таке кратність піни?
4. Наведіть приклади застосування пін.
5. Поясніть дію піноутворення і піногасників. Наведіть приклади.
6. Що є основним фактором піноутворення? Що використовують для стабілізації пін?
7. Які є види та типи пін?
8. Охарактеризуйте основні властивості гелів.
9. Що називається критичною концентрацією міцелоутворення?
10. Наведіть приклади колоїдних ПАР.

## 4.1. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

**1. Теплові ефекти хімічних реакцій розраховують на основі закону Гесса, згідно якого тепловий ефект реакції визначається:**

- 1) способом перебігу реакції;
- 2) шляхом перебігу реакції;
- 3) тривалістю процесу;
- 4) початковим і кінцевим станами системи;
- 5) кількістю проміжних стадій.

**2. Яка термодинамічна функція є критерієм самовільного перебігу процесів при сталих температурі та тиску:**

- 1) енергія Гельмгольца;
- 2) внутрішня енергія;
- 3) ентропія;
- 4) енергія Гіббса;
- 5) ентальпія?

**3. Які хімічні реакції відбуваються з виділенням теплоти:**

- 1) ендотермічні;
- 2) оборотні;
- 3) екзотермічні;
- 4) необоротні;
- 5) термохімічні?

**4. Які хімічні реакції відбуваються з поглинанням теплоти:**

- 1) ендотермічні;
- 2) оборотні;
- 3) екзотермічні;
- 4) необоротні;
- 5) термохімічні?

**5. Процеси, які відбуваються при сталому тиску, називаються:**

- 1) ізотермічними;



- 2) ізобарними;
- 3) ізохорними;
- 4) рівноважними;
- 5) циклічними.

**6. Процеси, які відбуваються при сталому об'ємі, називаються:**

- 1) ізотермічними;
- 2) ізобарними;
- 3) ізохорними;
- 4) рівноважними;
- 5) циклічними.

**7. Процеси, які відбуваються при сталій температурі, називаються:**

- 1) ізотермічними;
- 2) ізобарними;
- 3) ізохорними;
- 4) рівноважними;
- 5) циклічними.

**8. Стандартні умови визначаються такими значеннями тиску та температури (параметрами стану)**

- 1) 101,3 кПа, 273 К;
- 2) 101,3 кПа, 298 К;
- 3) 101,3 кПа, 0 К;
- 4) 50 кПа, 273 К;
- 5) 50 кПа, 298 К.

**9. Залежність швидкості реакції від концентрації описується:**

- 1) правилом Вант-Гоффа;
- 2) правилом фаз Гіббса;
- 3) законом діючих мас Гульдберга і Вааге;
- 4) законом Гесса;
- 5) першим законом термодинаміки.

**10. Залежність швидкості реакції від температури описується:**

- 1) правилом Вант-Гоффа;
- 2) правилом фаз Гіббса;

- 3) законом діючих мас Гульдберга і Вааге;
- 4) законом Гесса;
- 5) першим законом термодинаміки.

**11. В яких межах знаходиться температурний коефіцієнт швидкості більшості хімічних реакцій:**

- 1) 3-4;
- 2) 1-3;
- 3) 2-5;
- 4) 2-3;
- 5) 2-4?

**12. Який з факторів НЕ впливає на константу швидкості хімічної реакції:**

- 1) температура;
- 2) концентрація реагуючих речовин;
- 3) природа розчинника;
- 4) природа реагентів;
- 5) ступінь дисперсності твердої речовини?

**13. Константа швидкості хімічної реакції чисельно дорівнює швидкості реакції за умови, що молярні концентрації:**

- 1) реагентів відрізняються на одиницю;
- 2) реагентів дорівнюють одиниці;
- 3) продуктів однакові;
- 4) продуктів відрізняються на одиницю;
- 5) реагентів різні.

**14. Від якого з факторів залежить константа швидкості реакції:**

- 1) температура;
- 2) тиск;
- 3) об'єм;
- 4) концентрація;
- 5) час реакції?

**15. Використання активованого вугілля для очищення природних вод зумовлене процесом самовільної зміни концентрації компонентів у поверхневому шарі водних**

**розчинів, у порівнянні з об'ємом фази. Цей процес називається:**

- 1) змочування;
- 2) адсорбція;
- 3) адгезія;
- 4) когезія;
- 5) десорбція.

**16. В якому з випадків реакція можлива при будь яких температурах:**

- 1)  $\Delta H < 0; \Delta S < 0$ ;
- 2)  $\Delta H = 0; \Delta S > 0$ ;
- 3)  $\Delta H < 0; \Delta S > 0$ ;
- 4)  $\Delta H > 0; \Delta S > 0$ ;
- 5)  $\Delta H = 0; \Delta S = 0$ ?

**17. Яке визначення відповідає термодинамічній системі:**

- 1) сукупність тіл, що енергетично взаємодіють між собою і іншими тілами, але не обмінюються речовиною;
- 2) сукупність тіл, що енергетично взаємодіють між собою і іншими тілами, а також обмінюються між ними речовиною;
- 3) сукупність тіл, що не взаємодіють між собою і іншими тілами і не обмінюються енергією;
- 4) сукупність тіл, що енергетично перебувають в рівновазі і не обмінюються енергією і речовиною з іншими тілами;
- 5) сукупність тіл, що не обмінюються енергією і речовиною з іншими тілами?

**18. Вираз для швидкості прямої реакції  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$  описується рівнянням:**

- 1)  $V = k[SO_2][O_2]$ ;
- 2)  $V = k[SO_2]^2[O_2]$ ;
- 3)  $V = k[SO_3]^2$ ;
- 4)  $V = k[SO_3]$ ;
- 5)  $V = k$ .

**19. Виберіть правильне твердження:**

- 1) підвищення температури на  $10\text{ K}$  збільшує швидкість реакції у 2–4 рази;
- 2) підвищення температури на  $10\text{ K}$  збільшує швидкість реакції у 1,5–2 рази;
- 3) пониження температури на  $10\text{ K}$  збільшує швидкість реакції у 1,5–2 рази;
- 4) пониження температури на  $10\text{ K}$  збільшує швидкість реакції у 2–4 рази;
- 5) зміна температури не впливає на швидкість реакції.

**20. В екзотермічній реакції:**

- 1) ентальпія реакційної системи збільшується  $\Delta H > 0$ ;
- 2) ентальпія реакційної системи зменшується  $\Delta H < 0$ ;
- 3) тиск реакційної системи збільшується;
- 4) тепловий ефект реакції негативний  $Q_p < 0$ ;
- 5) об'єм реагуючих речовин збільшується.

**21. Стандартною теплою (ентальпією) утворення**

**називається:**

- 1) тепловий ефект реакції утворення 1 моль складної речовини з простих за стандартних умов;
- 2) тепловий ефект реакції утворення 1 моль складної речовини з простих за нормальних умов;
- 3) тепловий ефект реакції утворення 1 г складної речовини з простих за стандартних умов;
- 4) тепловий ефект реакції утворення 1 кг складної речовини з простих за стандартних умов;
- 5) тепловий ефект реакції утворення 1 кг складної речовини з простих за нормальних умов.

**22. Для яких речовин стандартні ентальпії (теплоти)**

**утворення ( $\Delta H^\circ_{\text{утв}}$ ) дорівнюють нулю:**

- 1)  $\text{O}_2, \text{H}_2$  ;
- 2)  $\text{NO}, \text{NH}_3$  ;
- 3)  $\text{P}_2\text{O}_3, \text{PH}_3$  ;
- 4)  $\text{NO}_2, \text{N}_2\text{H}_4$  ;
- 5)  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ .

**23. При досягненні хімічної рівноваги концентрація речовин:**

- 1) не змінюється;
- 2) збільшується для продуктів реакції і зменшується для вихідних речовин;
- 3) не можуть бути визначені;
- 4) досягають максимальних значень для вихідних речовин;
- 5) досягають мінімальних значень для вихідних речовин.

**24. Для ізохорного процесу тепловий ефект реакції рівний:**

- 1) зміні ентальпії процесу;
- 2) нулю;
- 3) зміні внутрішньої енергії;
- 4) зміні ентропії системи;
- 5) зміні вільної енергії Гіббса.

**25. Для ізобарного процесу тепловий ефект реакції рівний:**

- 1) зміні ентальпії процесу;
- 2) нулю;
- 3) зміні внутрішньої енергії;
- 4) зміні ентропії системи;
- 5) зміні вільної енергії Гіббса.

**26. Другий закон термодинаміка визначає:**

- 1) можливість, напрямок протікання самовільних процесів;
- 2) можливість, напрямок і границі проходження рівноважного процесу;
- 3) зміну ентропії системи в різних умовах;
- 4) тепловий ефект реакції в стандартних умовах;
- 5) тепловий ефект реакції при високих температурах.

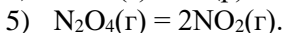
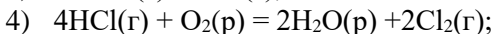
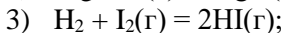
**27. В ізольованих системах самовільно можуть здійснюватися лише такі процеси, при яких ентропія:**

- 1) зменшується;
- 2)  $S = 0$ ;
- 3) постійна величина;

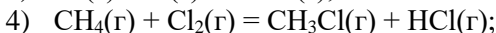
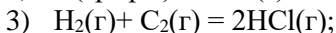
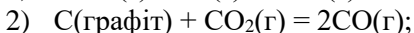
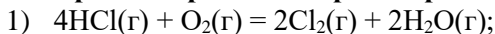
4)  $S = S_{\min}$ ;

5) зростає.

**28. Зміна тиску не буде впливати на зміщення рівноваги для реакції:**



**29. Ентропія є мірою неупорядкованості системи. Під час перебігу хімічних реакцій величина ентропії може змінюватися. Вкажіть, не проводячи розрахунків, у якому з наведених рівнянь реакції ентропія зростає:**



**30. За правилом Вант-Гоффа при підвищенні температури на 10 градусів швидкість реакції збільшується в:**

1) температура не впливає на швидкість реакції;

2) 2-4 рази;

3) 1,5 рази;

4) 5 раз;

5) 10 раз.

**31. Яку роль відіграє каталізатор в хімічній реакції:**

1) знижує енергію активації;

2) підвищує енергію активації;

3) не змінює енергію активації;

4) змінює природу реагентів;

5) змінює степінь дисперсності?

**32. Теорія хімічної рівноваги дозволяє прогнозувати шляхи максимального виходу продукту реакції. Не впливає на зміщення хімічної рівноваги:**

1) зміна концентрації продуктів реакції;

- 2) зміна температури;
- 3) зміна тиску;
- 4) додавання каталізатора;
- 5) зміна концентрації вихідних речовин.

**33. Які з наведених речовин належать до поверхнево-неактивних:**

- 1) неорганічні кислоти, основи та їх солі;
- 2) альдегіди та спирти;
- 3) карбонові кислоти та мила;
- 4) аміни та сульфокислоти;
- 5) спирти та мила?

**34. Які з наведених речовин належать до поверхнево-активних:**

- 1) неорганічні кислоти;
- 2) неорганічні основи;
- 3) неорганічні солі;
- 4) карбонові кислоти та мила;
- 5) вода?

**35. Поверхнева активність характеризує здатність речовини до адсорбції. У скільки разів зросте поверхнева активність при подовженні карбонового радикалу ПАР на групу  $\text{CH}_2$ :**

- 1) 1,5;
- 2) 6,4;
- 3) 3,2;
- 4) 2,8;
- 5) 0,5.

**36. Яке з наступних тверджень є вірним:**

- 1) каталізатор не бере участі у реакції;
- 2) каталізатор є одним з продуктів реакції;
- 3) каталізатор бере участь у реакції, проте не витрачається у реакції;
- 4) каталізатор не є одним з продуктів реакції;
- 5) каталізатор бере участь у реакції і витрачається в ній?

**37. Перший закон термодинаміки встановлює зв'язок між:**

- 1) кількістю теплоти, що надана системою, роботою яка виконується над системою та зміною внутрішньої енергії;
- 2) кількістю теплоти наданій системі, роботою яка виконується над системою та зміною внутрішньої енергії;
- 3) кількістю теплоти наданій системі, роботою яка виконує система та зміною її енергії;
- 4) кількістю теплоти наданій системі, роботою яку виконує система та зміною внутрішньої енергії;
- 5) кількістю теплоти та роботою?

**39. Фізична хімія – це наука, яка:**

- 1) пояснює фізичні явища на основі хімічних законів;
- 2) пояснює хімічні явища на основі фізичних принципів та законів;
- 3) дозволяє визначати можливість і напрямок самовільного перебігу того чи іншого хімічного процесу;
- 4) дозволяє визначати можливість і напрямок самовільного перебігу того чи іншого фізичного процесу;
- 5) вивчає речовини, їх властивості, перетворення між ними та явища, що супроводжують ці перетворення.

**40. Дисперсність – це величина:**

- 1) прямо пропорційна лінійному розміру частинок;
- 2) обернено пропорційна лінійному розміру частинок;
- 3) не залежить від лінійних розмірів частинок;
- 4) немає правильної відповіді;
- 5) пропорційна масі частинок.

**41. Вибрати вираз, що відповідає швидкості прямої реакції  $4Fe(\kappa) + 3O_2(\varepsilon) \rightarrow 2Fe_2O_3(\kappa)$ :**

- 1)  $V = k[Fe]^4[O_2]^3$ ;
- 2)  $V = k[O_2]^3$ ;



3)  $V = k[Fe] [O_2]^3$ ;

4)  $V = k[O_2]$  ;

5)  $V = k[Fe_2O_3]^2$ .

**42. Який розчин називається насиченим:**

- 1) розчин, що містить в осаді кристали речовини;
- 2) розчин, що містить максимальну кількість речовини, яка може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;
- 3) розчин, що містить більше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;
- 4) розчин при нагріванні якого не відбувається розчинення кристалів осаду;
- 5) розчин, що містить менше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури?

**43. Який розчин називається ненасиченим:**

- 1) розчин, що містить в осаді кристали речовини;
- 2) розчин, що містить максимальну кількість речовини, яка може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;
- 3) розчин, що містить більше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;
- 4) розчин при нагріванні якого не відбувається розчинення кристалів осаду;
- 5) розчин, що містить менше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури?

**44. Який розчин називається перенасиченим:**

- 1) розчин, що містить в осаді кристали речовини;
- 2) розчин, що містить максимальну кількість речовини, яка може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;

- 3) розчин, що містить більше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури;
- 4) розчин при нагріванні якого не відбувається розчинення кристалів осаду;
- 5) розчин, що містить менше розчиненої речовини, ніж може розчинитися в даній кількості розчинника за заданої температури?

**45. В якому випадку має місце каталітична реакція:**

- 1) швидкість реакції взаємодії водню з бромом збільшується при нагріванні;
- 2) інтенсивність реакції горіння вугілля зростає після його подрібнення;
- 3) швидкість реакції розкладу гідроген пероксиду збільшується при внесенні манган (IV) оксиду ;
- 4) швидкість реакції взаємодії водню з бромом зменшується при нагріванні;
- 5) немає правильної відповіді?

**46. Мірою хаотичності (невпорядкованості) в системі є:**

- 1) ентропія;
- 2) ентальпія;
- 3) внутрішня енергія;
- 4) енергія Гіббса;
- 5) енергія Гельмгольца.

**47. Вибрати рядок, в якому наведені екстенсивні параметри системи:**

- 1) маса, об'єм, внутрішня енергія, ентальпія, ентропія;
- 2) температура, тиск, густина, концентрація;
- 3) маса, об'єм, внутрішня енергія, ентальпія, ентропія, теплоємність, температура, тиск;
- 4) концентрація, порядок реакції, швидкість реакції;
- 5) температура, молекулярність, хімічний потенціал.

**48. Вибрати рядок, в якому наведені інтенсивні параметри системи:**

- 1) маса, об'єм, внутрішня енергія, ентальпія, ентропія;

- 2) температура, тиск, молярні теплоємності, хімічний потенціал;
- 3) маса, об'єм, внутрішня енергія, ентальпія, ентропія, теплоємність, температура, тиск;
- 4) концентрація, порядок реакції, швидкість реакції;
- 5) температура, молекулярність, хімічний потенціал.

**49. Температурний коефіцієнт швидкості хімічної реакції – це:**

- 1) число, яке показує, у скільки разів зменшується швидкість хімічної реакції при підвищенні температури на 10 градусів;
- 2) число, яке показує, у скільки разів збільшується швидкість хімічної реакції при підвищенні температури на 10 градусів;
- 3) число, яке показує, у скільки разів збільшується швидкість хімічної реакції при пониженні температури на 10 градусів;
- 4) число, яке показує, у скільки разів зменшується швидкість хімічної реакції при підвищенні температури на 10 градусів;
- 5) число, яке показує, у скільки разів збільшується швидкість хімічної реакції при підвищенні температури на 20 градусів.

**50. Виберіть вираз, який відповідає математичному запису першого закону термодинаміки:**

- 1)  $Q = \Delta U - A$  ;
- 2)  $Q = \Delta U + A$  ;
- 3)  $Q = U + A$  ;
- 4)  $Q = U - A$  ;
- 5)  $Q = A - U$  .

**51. Виберіть правильне твердження:**

- 1) якщо енергія активації дуже мала, то швидкість реакції велика;
- 2) якщо енергія активації дуже велика, то швидкість реакції велика;

- 3) якщо енергія активації дуже мала, то швидкість реакції мала;
- 4) немає правильної відповіді;
- 5) швидкість реакції не залежить від енергії активації.

**52. Виберіть неправильне твердження:**

- 1) збільшення тиску зсуває рівновагу в бік реакції, яка відбувається із зменшенням загального числа молекул газів;
- 2) зменшення тиску зсуває рівновагу в бік реакції, яка відбувається із збільшенням числа молекул газів;
- 3) підвищення температури зсуває рівновагу в сторону ендотермічної реакції;
- 4) пониження температури зсуває рівновагу в в сторону ендотермічної реакції;
- 5) пониження температури зсуває рівновагу в в сторону екзотермічної реакції.

**53. Напрямок зміщення рівноваги визначається:**

- 1) законом діючих мас;
- 2) принципом Ле Шательє;
- 3) законом Гесса;
- 4) законом Нернста;
- 5) законом Вант Гоффа.

**54. Речовини, які знижують поверхневий натяг і адсорбуються на поверхні поділу, називаються:**

- 1) поверхнево-активною;
- 2) поверхнево-неактивною;
- 3) поверхнево-інактивною;
- 4) індиферентною;
- 5) полярною.

**55. Яке з наведених рівнянь відповідає зміні енергії**

**Гіббса:**

- 1)  $G = H - TS$ ;
- 2)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ;
- 3)  $G = H + TS$ ;
- 4)  $\Delta G = \Delta H + T\Delta S$ ;
- 5)  $G = TS + H$ ?

**56. Речовини, які підвищують поверхневий натяг і не адсорбуються на поверхні поділу, називаються:**

- 1) поверхнево-активною;
- 2) поверхнево-неактивною;
- 3) активною;
- 4) неполярною;
- 5) полярною.

**57. Структурною одиницею колоїдного розчину є:**

- 1) міцела;
- 2) атом;
- 3) кристал;
- 4) гранула;
- 5) йон.

**58. До колоїдно-дисперсних відносяться системи, розмір частинок яких знаходиться у межах:**

- 1)  $10^{-9} - 10^{-7}$  м;
- 2)  $10^{-7} - 10^{-4}$  м;
- 3)  $10^{-5} - 10^{-7}$  м;
- 4)  $10^{-9} - 10^{-4}$  м;
- 5)  $10^{-9}$  м.

**59. Як називаються грубодисперсні системи з рідким дисперсійним середовищем і твердою дисперсною фазою:**

- 1) суспензії;
- 2) емульсії;
- 3) піни;
- 4) аерозолі;
- 5) порошок?

**60. Процес вилучення із колоїдного розчину розчинних низькомолекулярних домішок шляхом проникнення їх крізь напівпроникні мембрани називається:**

- 1) ультрафільтрація;
- 2) фільтрування;
- 3) седиментація;
- 4) діаліз;
- 5) ультрацентрифугування.

**61. Якщо дисперсна фаза слабо взаємодіє з середовищем, то систему називають:**

- 1) ліофобною;
- 2) ліофільною;
- 3) гідрофільною;
- 4) вільно-дисперсною;
- 5) зв'язаною.

**62. Якщо між частинками дисперсної фази і дисперсійним середовищем існує тісна взаємодія, то систему називають:**

- 1) ліофобною;
- 2) ліофільною;
- 3) гідрофільною;
- 4) вільно-дисперсною;
- 5) зв'язаною.

**63. До дисперсійних методів одержання колоїдних розчинів відноситься:**

- 1) фізична конденсація;
- 2) хімічна конденсація;
- 3) механічне подрібнення;
- 4) реакції гідролізу;
- 5) реакції обміну.

**64. Важливим методом підтвердження колоїдного стану є проходження світла через систему. При цьому пучок світла:**

- 1) відбивається;
- 2) поглинається;
- 3) заломлюється;
- 4) проникає всередину частинки;
- 5) розсіюється у вигляді конуса, що світиться.

**65. Спрямоване переміщення дисперсійного середовища в постійному електричному полі, є:**

- 1) електроосмос;
- 2) електрофорез;
- 3) адсорбція;
- 4) потенціал перебігу;

5) потенціал седиментації.

**66. Рух частинок дисперсної фази в нерухомому дисперсійному середовищі під дією різниці потенціалів називається:**

- 1) електроосмос;
- 2) електрофорез;
- 3) адсорбція;
- 4) потенціал перебігу;
- 5) потенціал седиментації.

**67. Який потенціал зумовлює стійкість колоїдних систем:**

- 1) електрокінетичний;
- 2) термодинамічний;
- 3) потенціал перебігу;
- 4) седиментації;
- 5) дифузійний?

**68. Згідно правила Панета-Фаянса, на поверхні кристалічного твердого адсорбенту з розчину адсорбується той йон, який:**

- 1) входить до складу сітки адсорбенту і є в надлишку у розчині;
- 2) не входить до складу кристалічної сітки адсорбенту;
- 3) не утворює з одним з йонів сітки важкорозчинну сполуку;
- 4) утворює з одним з йонів сітки добрерозчинну сполуку;
- 5) утворює з одним з йонів сітки важкорозчинну сполуку.

**69. При дослідженні процесу коагуляції до золю додають мінімальну концентрацію електроліту, при перевищенні якої спостерігається коагуляція. Яку назву має ця мінімальна концентрація електроліту:**

- 1) поріг седиментації;
- 2) поріг чутливості;
- 3) поріг адсорбційно-сольватної чутливості;
- 4) поріг коагуляції;
- 5) коагулююча здатність?

**70. Частинка золю ферум(III) гідроксиду заряджена позитивно. Вкажіть йон, який має по відношенню до нього найменший поріг коагуляції:**

- 1)  $\text{Cl}^-$ ;
- 2)  $\text{Cu}^{2+}$ ;
- 3)  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 4)  $\text{Na}^+$ ;
- 5) Г.

**71. Коагулююча здатність електролітів по відношенню до деяких золів зменшується у такій послідовності:  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Колоїдна частинка має заряд:**

- 1) не має заряду;
- 2) електронейтральний;
- 3) негативний;
- 4) позитивний;
- 5) спочатку немає заряду, а потім стає негативним.

**72. Йоном-коагулятором буде та частинка, яка має заряд:**

- 1) протилежний до заряду гранули;
- 2) протилежний до протийонів адсорбційного шару;
- 3) однаковий з зарядом гранули;
- 4) однаковий з потенціал визначальними йонами;
- 5) однаковий із зарядом ядра.

**73. Який метод одержання золів відноситься до фізичної конденсації:**

- 1) відновлення;
- 2) окиснення;
- 3) випаровування розчинника;
- 4) гідролізу;
- 5) подвійного обміну?

**74. Який метод одержання золів відноситься до хімічної конденсації:**

- 1) механічне подрібнення;
- 2) випаровування розчинника;
- 3) заміна розчинника;



- 4) гідролізу;
- 5) ультразвукове подрібнення?

**75. Який метод одержання золів відноситься до хімічної конденсації:**

- 1) механічне подрібнення;
- 2) випаровування розчинника;
- 3) заміна розчинника;
- 4) подвійного обміну;
- 5) ультразвукове подрібнення?

**76. Яким методом в лабораторії одержують золь силікатної кислоти:**

- 1) реакція обміну;
- 2) гідроліз водного розчину;
- 3) заміна розчинника;
- 4) диспергування;
- 5) випаровування розчинника?

**77. Склад колоїдної частинки (гранули) золя ферум(III) гідроксиду відображає формула:**

- 1)  $Fe(OH)_3$ ;
- 2)  $[Fe(OH)_3]_m$ ;
- 3)  $[(Fe(OH)_3)_m \cdot nFe^{3+} \cdot 3(n-x)Cl^-]^{3x+}$ ;
- 4)  $[(Fe(OH)_3)_m \cdot nFe^{3+} \cdot 3(n-x)Cl^-]^{3x+} \cdot 3xCl^-$ ;
- 5)  $3xCl^-$ .

**78. Які йони можуть бути потенціаловизначаючими:**

- 1) що здатні добудувати кристалічну ґратку агрегату;
- 2) що мають більший позитивний заряд;
- 3) що мають більший негативний заряд;
- 4) що мають більшу адсорбційну здатність;
- 5) що мають нейтральний заряд?

**79. Вкажіть, який з коагулюючих йонів має найменший поріг коагуляції**

золю  $\left\{ [Fe(OH)_3]_m \cdot nFe^{3+} \cdot 3(n-x)Cl^- \right\}^{3x+} \cdot 3xCl^-$  :

- 1)  $Al^{3+}$ ;

- 2)  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 3)  $\text{Cl}^-$ ;
- 4)  $\text{Tl}^{4+}$ ;
- 5)  $\text{K}^+$ .

**80. Колоїдна хімія – наука, яка вивчає:**

- 1) фізико-хімічні властивості гетерогенних високодисперсних систем і високомолекулярних сполук і процеси, які в них протікають;
- 2) фізико-хімічні властивості гомогенних високодисперсних систем і високомолекулярних сполук і процеси, які в них протікають;
- 3) властивості дисперсних систем і високомолекулярних сполук і процеси, які в них протікають;
- 4) хімічні властивості дисперсних систем і процеси, які в них протікають;
- 5) хімічні явища і пояснює їх на основі законів фізики.

**81. Яким з наведених нижче методів одержують золь ферум(III) гідроксиду:**

- 1) диспергуванням;
- 2) реакцією обміну;
- 3) гідролізом розведеного водного розчину солі при нагріванні;
- 4) заміною розчинника;
- 5) окисненням?

**82. Диспергування проводять:**

- 1) за допомогою колоїдних млинів;
- 2) за допомогою ультразвуку;
- 3) електричним подрібненням;
- 4) за допомогою подрібнювачів;
- 5) всіма вказаними методами.

**83. Вкажіть, як залежить поріг коагуляції від величини заряду йона-коагулятора:**

- 1) не залежить;
- 2) залежить прямо пропорційно;
- 3) залежить обернено пропорційно;
- 4) немає певної закономірності;

5) залежить експоненційно.

**84. Адсорбційний або  $\varphi_{\delta}$  - потенціал виникає:**

- 1) на поверхні поділу фаз;
- 2) на межі адсорбційного і дифузного шарів;
- 3) у адсорбційному шарі;
- 4) у дифузному шарі;
- 5) на поверхні твердої фази агрегату.

**85. Коагуляція дисперсних систем може бути зумовлена:**

- 1) додаванням електролітів;
- 2) механічним перемішуванням;
- 3) підвищенням температури;
- 4) заморожуванням;
- 5) усіма зазначеними факторами.

**86. Колоїдно-дисперсні частинки каламутної води мають негативний заряд. Яка з наведених солей може бути найефективнішим коагулянтom такого гідрозоля:**

- 1) натрій хлорид;
- 2) кальцій хлорид;
- 3) алюміній сульфат;
- 4) натрій фосфат;
- 5) калій нітрат?

**87. Вкажіть, між якими величинами виражений зв'язок у рівнянні Гіббса:**

- 1) вільною поверхневою енергією і площею поверхні;
- 2) адсорбцією, концентрацією розчину та поверхневою активністю;
- 3) поверхневим натягом і концентрацією розчину;
- 4) адсорбцією і площею поверхні;
- 5) концентрацією розчину та поверхневою активністю?

**88. Процес злипання колоїдних частинок, в результаті якого порушується агрегативна стійкість колоїдних систем, називається:**

- 1) тиксотропія;
- 2) синерезис;
- 3) коагуляція;

- 4) адсорбція;
- 5) десорбція.

**89. Різниця потенціалів між рухомою (дифузною) і нерухомою (адсорбційною) частиною подвійного електричного шару називається:**

- 1) адсорбційним або  $\varphi_{\delta}$  - потенціалом;
- 2) поверхневим або  $\varphi_s$  - потенціалом;
- 3) електрокінетичним або  $\xi$  (дзета)- потенціалом;
- 4) дифузійним або  $\varphi_0$  - потенціалом;
- 5) потенціалом ковзання.

**90. Емульсії – це дисперсні системи, у яких і дисперсна фаза і дисперсійне середовище:**

- 1) рідкі;
- 2) тверді;
- 3) газоподібні;
- 4) дисперсна фаза – рідка, дисперсійне середовище – тверде;
- 5) немає правильної відповіді.

**91. Коагуляція колоїдних розчинів – це:**

- 1) процес злипання частинок дисперсної фази;
- 2) процес подрібнення частинок дисперсної фази;
- 3) процес дезагрегації частинок осаду;
- 4) процес осідання частинок дисперсної фази;
- 5) немає правильної відповіді.

**92. Дифузія – це:**

- 1) несамовільний процес вирівнювання концентрацій молекул, йонів або колоїдних частинок під впливом їх теплового хаотичного руху;
- 2) самовільний процес вирівнювання концентрацій молекул, йонів або колоїдних частинок під впливом броунівського руху;
- 3) процес осідання частинок під дією сил тяжіння;
- 4) процес переміщення частинок під дією сил тяжіння;
- 5) процес злипання частинок дисперсної фази.

**93. При отриманні золя конденсаційним методом за реакцією взаємодії надлишку барій хлориду з натрій сульфатом заряд гранули зумовлюють йони:**

- 1) барію;
- 2) натрію;
- 3) хлорид-йони;
- 4) сульфат-йони;
- 5) індеферентного електроліту.

**94. ПЕШ складається з:**

- 1) нерухомого (або адсорбційного) шару та рухомого (або дифузного) шару;
- 2) нерухомого (або дифузного) шару та рухомого (або адсорбційного) шару;
- 3) нерухомого (або адсорбційного) шару, який складається з протийонів, розміщених у плівці рідини, що змочує тверду поверхню частинки;
- 4) рухомого (або дифузного) шару, який складається з протийонів, розміщених навколо частинки в рідині і проникаючих на деяку глибину;
- 5) немає правильної відповіді.

**95. Згідно правилу Шульце-Гарді поріг коагуляції змінюється обернено пропорційний:**

- 1) 2-му степеню валентності йону;
- 2) 3-му степеню валентності йону;
- 3) 4-му степеню валентності йону;
- 4) 6-му степеню валентності йону;
- 5) 5-му степеню валентності йону.

**96. Кінетична (седиментаційна) стійкість – це:**

- 1) здатність дисперсної фази знаходитись у завислому стані і не седиментувати;
- 2) здатність подрібнених систем зберігати властивий їм ступінь дисперсності;
- 3) здатність дисперсних частинок утримуватись у зваженому стані від впливом броунівського руху;
- 4) здатність системи протидіяти злипанню частинок і утримують певний ступінь дисперсності;

5) здатність системи зберігати певний ступінь дисперсності, не об'єднуючись в більші агрегати.

**97. Ізоелектричною точкою білка називають:**

- 1) значення  $pK$  розчину білка, при якому білок стає електронейтральним;
- 2) значення  $Ox-Red$  потенціалу розчину білка, при якому білок стає електронейтральним;
- 3) значення  $pH$  розчину білка, при якому білок стає електронейтральним;
- 4) значення  $pH$  розчину білка, при якому білок стає кислим;
- 5) значення  $pH$  розчину білка, при якому білок стає лужним.

**98. Піни – це дисперсні системи, у яких:**

- 1) дисперсна фаза – газ, а дисперсійне середовище – рідина;
- 2) дисперсна фаза – рідина, а дисперсійне середовище – газ;
- 3) дисперсна фаза – газ, а дисперсійне середовище – газ;
- 4) дисперсна фаза – рідина, а дисперсійне середовище – рідина;
- 5) дисперсна фаза – тверде тіло, а дисперсійне середовище – рідина.

**99. Туман – це:**

- 1) аерозоль з рідкою дисперсною фазою;
- 2) аерозоль з твердою дисперсною фазою;
- 3) аерозоль, що містить різні тверді часточки;
- 4) емульсії двох рідин;
- 5) суспензії твердої дисперсної фази.

**100. Пил і дим – це:**

- 1) аерозолі з рідкою дисперсною фазою;
- 2) аерозолі з твердою дисперсною фазою;
- 3) аерозолі, що містить різні рідкі часточки;
- 4) емульсії двох рідин;
- 5) суспензії твердої дисперсної фази.

## 4.2. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗКУ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАВДАНЬ

**4.2.1.** Кисень об'ємом  $0,5 \text{ м}^3$  нагрівають при тиску  $P = 98600 \text{ Н/м}^2$ . Визначити роботу (кДж), якщо газ при розширенні займає об'єм  $5 \text{ м}^3$ .

**Розв'язок.**

За формулою  $A = P(V_2 - V_1)$  визначаємо роботу

$$A = 98600(5 - 0,5) = 443700 \text{ Дж} = 443,7 \text{ кДж}.$$

**4.2.2.** Як зміниться швидкість прямої хімічної реакції  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ , що проходить у закритому середовищі, якщо збільшити тиск у 4 рази? У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури від  $150^\circ\text{C}$  до  $200^\circ\text{C}$ , якщо температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 3?

**Розв'язок.**

За законом діючих мас швидкість прямої реакції до зміни тиску можна записати

$$v_{np} = k_{np} [NO]^2 [O_2].$$

Після збільшення тиску у 4 рази концентрації реагуючих речовин збільшиться у 4 рази, тому швидкість прямої реакції

$$v_{np}' = k_{np} (4[NO])^2 (4[O_2]) = 64k_{np} [NO]^2 [O_2] = 64v_{np}.$$

Отже, швидкість прямої реакції зросте у 64 рази.

За правилом Вант-Гоффа

$$\frac{v_{t+\Delta t}}{v_t} = \frac{k_{t+\Delta t}}{k_t} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}},$$

де  $\gamma$  – температурний коефіцієнт швидкості реакції;  $\Delta t$  – різниця температур.

Згідно умови задачі:

$$\frac{v_{(200^\circ\text{C})}}{v_{(150^\circ\text{C})}} = \gamma^{\frac{200-150}{10}} = \gamma^{\frac{50}{10}} = 3^{\frac{50}{10}} = 3^5 = 243.$$

Отже, швидкість зросте у 243 рази.

**4.2.3.** При певній температурі константа рівноваги гомогенної системи  $3H_2(z) + N_2(z) \rightleftharpoons 2NH_3(z)$ ,  $K = 0,25$ . Розрахуйте рівноважні концентрації всіх речовин, якщо початкові концентрації азоту і водню дорівнюють 0,2 і 1,5 моль/л.

**Розв'язок.**

Для даної системи константа рівноваги

$$K = \frac{[NH_3]_p^2}{[H_2]_p^3 \cdot [N_2]_p} = 0,25.$$

Позначимо рівноважну концентрацію амоніаку  $[NH_3]_p = x$  моль/л. Згідно з рівнянням реакції для одержання  $x$  моль/л амоніаку витрачається  $\frac{x}{2}$  моль/л азоту і  $\frac{3}{2}x$  моль/л водню.

Звідси рівноважні концентрації азоту

$$[N_2]_p = [N_2]_0 - [N_2]_{вип} = (0,2 - 0,5x) \text{ моль/л,}$$

$$\text{водню } [H_2]_p = [H_2]_0 - [H_2]_{вип} = (1,5 - \frac{3}{2}x) = (1,5 - 1,5x) \text{ моль/л.}$$

Підставивши значення у вираз для константи рівноваги одержано рівняння:

$$\frac{x^2}{(0,2 - 0,5x)(1,5 - 1,5x)} = 0,25.$$

Розв'язуючи це рівняння отримаємо  $x = 0,183$  моль/л.

Тоді  $[NH_3]_p = 0,183$  моль/л.

$$[H_2]_p = 0,2 - 0,5 \cdot 0,183 = 0,109 \text{ моль/л}$$

$$[N_2]_p = 1,5 - 1,5 \cdot 0,183 = 1,225 \text{ моль/л.}$$

**4.2.4.** Визначити коефіцієнт дифузії і середньоквадратичний зсув  $\bar{\Delta}$  частинки гідрозолу за час  $\tau = 10$  с, якщо радіус частинки  $r = 50$  нм, температура досліду 293К, в'язкість середовища  $\eta = 10^{-3}$  Па·с.

**Розв'язок.**



Середньоквадратичний зсув частинки  $\bar{\Delta}$  за проміжок часу  $\tau$  визначається за законом Ейнштейна-Смолуховського:

$$\bar{\Delta} = \sqrt{2D\tau}.$$

Коефіцієнт дифузії  $D$  вираховуємо за рівнянням Ейнштейна:

$$D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A}.$$

$$D = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-9}} = 4,29 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}.$$

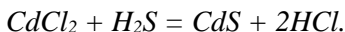
Тоді середньоквадратичний зсув частинки складає:

$$\bar{\Delta} = \sqrt{2D\tau} = \sqrt{2 \cdot 4,29 \cdot 10^{-12} \cdot 10} = 9,26 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 9,26 \text{ мкм}.$$

**4.2.5.** При отриманні золю  $CdS$  змішали 5 мл 0,03н. розчину  $CdCl_2$  з 30 мл 0,01н. розчину  $H_2S$ . Напишіть формулу міцели отриманого золю та вкажіть заряд колоїдної частинки.

**Розв'язок.**

При змішуванні речовини прореагують між собою за рівнянням



Агрегатом міцели буде важкорозчинна сполука  $CdS$ . Будова міцели і заряд колоїдної частинки залежать від того, який з реагентів буде у надлишку. Розрахуємо кількість моль кожного реагенту за рівнянням

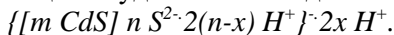
$$n_i = \frac{C_i \cdot V_i}{1000},$$

де  $C_i$  – молярна концентрація еквівалентів, моль/л;  $V_i$  – об'єм розчину, л.

$$n_{CdCl_2} = \frac{0,03 \cdot 5}{1000} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль};$$

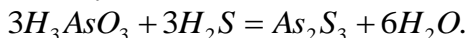
$$n_{H_2S} = \frac{0,01 \cdot 30}{1000} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ моль}.$$

Так як  $n_{H_2S} > n_{CdCl_2}$ , то у надлишку знаходиться реагент  $H_2S$ , який і буде виконувати роль стабілізатора. Припустимо, що  $H_2S$  дисоціює на йони за наступною схемою:  $H_2S = 2H^+ + S^{2-}$ . За цих умов формула міцели буде мати вигляд



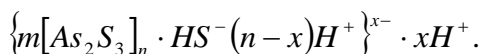
Колоїдна частинка матиме негативний заряд, так як потенціаловизначаючими іонами в даному випадку будуть іони  $S^{2-}$ .

**4.2.6.** Визначте, до якого електроду повинні переміщуватися частинки золю, отриманого з реакції при невеликому надлишку  $H_2S$



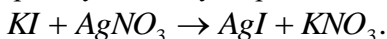
**Розв'язок.**

Потенціаловизначальними йонами в даному випадку можуть бути йони  $HS^-$ , оскільки до складу агрегату входять сульфід-йони. До складу адсорбційного шару можуть входити йони  $H^+$ . Йони  $H^+$  утворюють дифузний шар. Таким чином, схематична будова міцели золю можна виразити наступною формулою



Колоїдна частинка має негативний заряд, відповідно електрофоретичний рух направлений до аноду.

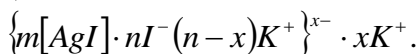
**4.2.7.** Золь аргентум йодиду, отримано за реакцією



При певному залишку  $KI$  коагулюють розчинами калій сульфату та кальцій ацетату. Коагулююча дія якого електроліту є сильнішою?

**Розв'язок.**

Будова міцели золю така



Йонами, які створюють дифузний шар, тобто протийонами, є катіони  $K^+$ . Тому, при порівнянні коагулюючої дії необхідно порівнювати заряди катіонів введеного електроліту. Оскільки заряд йону  $Ca^{2+}$  вищий за заряд  $K^+$ , то відповідно до правила Шульце-Гарді коагулююча дія  $Ca(CH_3COO)_2$  сильніша.

**4.2.8.** У три колби було налито по  $100 \text{ см}^3$  золю  $Fe(OH)_3$ . Щоб викликати коагуляцію золю потрібно додати в першу колбу  $10,5 \text{ см}^3$  1н. розчину калій хлориду; у другу –  $62,5 \text{ см}^3$  0,01н. розчину натрій сульфату; в третю –  $37,0 \text{ см}^3$  0,001н. розчину натрій фосфату. Обчисліть поріг коагуляції кожного електроліту і визначте знак заряду частинок золю.

**Розв'язок.**

Визначимо скільки ммоль-екв  $KCl$  міститься в  $10,5 \text{ см}^3$  1н. розчину  $KCl$ :  $10,5 \cdot 1 = 10,5$  ммоль-екв  $KCl$ .

Загальний об'єм розчину (золь+розчин електроліту дорівнює:  $100 + 10,5 = 110,5 \text{ см}^3$ ).

Обчислимо поріг коагуляції (ммоль-екв) для  $KCl$

$$C_{KCl} = \frac{10,5}{110,5} \cdot 1000 = 95 \text{ ммоль-екв/л.}$$

Аналогічно розраховуємо пороги коагуляції для інших електролітів

$$C_{Na_2SO_4} = \frac{62,5 \cdot 0,01}{162,5} \cdot 1000 = 3,8 \text{ ммоль-екв/л.}$$

$$C_{Na_3PO_4} = \frac{37 \cdot 0,001}{137} \cdot 1000 = 0,27 \text{ ммоль-екв/л.}$$

Електроліти  $KCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $Na_3PO_4$  мають катіони однакового заряду, а аніони – різного заряду. Чим заряд аніона вищий, тим поріг коагуляції менший. Найменший поріг коагуляції і найвища коагуляційна здатність у йонів  $PO_4^{3-}$ . Отже, частинки  $Fe(OH)_3$  заряджені позитивно.

### 4.3. РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ (ТЕСТИ 3-ГО РІВНЯ СКЛАДНОСТІ)

1. Температурний коефіцієнт швидкості хімічної реакції рівний 4. У скільки раз зросте швидкість цієї реакції, якщо температуру підвищити на 30 °С:

- 1) у 32 рази;
- 2) у 128 раз;
- 3) у 64 рази;
- 4) у 16 разів;
- 5) у 12 разів?

2. У скільки разів зростає швидкість реакції  $2A + B \rightarrow 2C$ , якщо концентрація реагентів збільшується вдвічі:

- 1) у 4 рази;
- 2) у 2 рази;
- 3) у 6 рази;
- 4) у 16 рази;
- 5) у 8 разів?

3. Як зміниться швидкість прямої реакції  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$  при зменшенні тиску у системі у 2 рази:

- 1) зменшиться у 8 разів;
- 2) збільшиться у 8 разів;
- 3) зменшиться у 2 рази;
- 4) не зміниться;
- 5) збільшиться у 4 рази?

4. В якому напрямку зміститься рівновага реакції  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g); \Delta H^0 = 130 \text{ кДж}$  при підвищенні температури:

- 1) в напрямку прямої реакції;
- 2) в напрямку зворотної реакції;
- 3) рівновага не зміститься;
- 4) вліво;
- 5) в напрямку утворення вихідних речовин?

5. У скільки разів треба збільшити тиск, щоб швидкість реакції утворення продукту з реакції  $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$  зростає в 1000 разів:

- 1) в 22,4 рази;
- 2) швидкість реакції не залежить від тиску;
- 3) в 10 разів;
- 4) в 500 разів;
- 5) в 100 разів?

6. Швидкість хімічної реакції зростає у 27 разів при зростанні температури на 30 К. Чому дорівнює температурний коефіцієнт цієї реакції:

- 1) 2;
- 2) 6;
- 3) 3;
- 4) 9;
- 5) 4?

7. В якому напрямку зміститься рівновага реакції  $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g); \Delta H^0 = -566 \text{ кДж}$  при пониженні температури:

- 1) вліво;
- 2) не зміститься;
- 3) вправо;
- 4) в напрямку утворення кисню;
- 5) температура не впливає на рівновагу?

8. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури на 60 градусів, якщо  $\gamma = 2$ :

- 1) у 120 разів;
- 2) у 12 разів;
- 3) у 64 рази;
- 4) у 2 рази;
- 5) 60 разів.

9. Пороги коагуляції золя лікарської речовини електролітами:  $MgSO_4, NaCl, Al(NO_3)_3$  рівні відповідно

**0,81; 51,0; 0,095 ммоль/л. Який з йонів електrolітів має найбільшу коагулюючу дію:**

- 1)  $Mg^{2+}$ ;
- 2)  $Na^{+}$ ;
- 3)  $Al^{3+}$ ;
- 4)  $Cl^{-}$ ;
- 5)  $SO_4^{2-}$ ?

**10. Для коагуляції 30 мл золю  $Al(OH)_3$  необхідно 5,3 мл 1 М розчину  $NH_4Cl$ . Знайти поріг коагуляції (в ммоль/л):**

- 1) 150,1;
- 2) 115,1;
- 3) 51,1;
- 4) 176,7;
- 5) 0,15.

**11. Яку кількість 1М  $NaCl$  (в мл) необхідно додати до 300 мл золю  $Fe(OH)_3$ , щоб викликати коагуляцію, якщо поріг коагуляції складає 104 ммоль/л:**

- 1) 21,8;
- 2) 34,8;
- 3) 31,2;
- 4) 25,8;
- 5) 15,6?

**12. Який об'єм 0,002 н. розчину  $BaCl_2$  потрібно додати до 30 мл 0,001 н.  $Al_2(SO_4)_3$  щоб одержати позитивно заряджені частинки золю барій сульфату:**

- 1) < 60 мл;
- 2) > 60мл;
- 3) < 15 мл;
- 4) > 15 мл;
- 5) = 15 мл?

13. Визначити коефіцієнт дифузії частинки гідрозолу за час 10 с, якщо радіус частинки 50 нм, температура досліду 293К, в'язкість середовища  $10^{-3}$  Па · с:

- 1)  $4,29 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с;
- 2)  $4,29 \cdot 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с;
- 3)  $4,29 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с;
- 4)  $42,9 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с;
- 5)  $429 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с.

14. Обчислити поріг коагуляції, якщо на коагуляцію колоїдних частинок, що містяться в 250,0 мл стічних вод, витрачено 5,0 мл розчину  $Al_2(SO_4)_3$  з концентрацією 0,2 моль/л (в ммоль/л):

- 1) 3,9;
- 2) 0,0039;
- 3) 0,004;
- 4) 4;
- 5) 40.

15. До 45 мл золю  $Fe(OH)_3$  для початку явної коагуляції необхідно додати 5 мл 3М розчину  $HCl$ . Знайти поріг коагуляції (в ммоль/л):

- 1) 0,3;
- 2) 0,333;
- 3) 33,3;
- 4) 300;
- 5) 0,111.

## 5. МОДУЛЬ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

### Змістовий модуль 3. Оптичні методи аналізу

#### Тема 1. Спектроскопічні методи аналізу

Значення фізико-хімічних методів аналізу в організації охорони природи та навколишнього середовища. Застосування інструментальних методів аналізу в наукових розробках вчених

НУВГП. Класифікація оптичних методів досліджень. Джерела випромінювання. Будова атома та походження атомних спектрів. Класифікація спектроскопічних методів досліджень. Атомно-сорційний спектральний аналіз методи атомізації. Основний закон світло поглинання Бугера-Ламберта-Бера. Способи визначення концентрації. Полум'яно-емісійна спектроскопія. Полум'яні фотометри. Колориметрія. Фотоколориметрія. Спектрофотометрія.

Література: [2-4]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Як зміниться оптична густина і пропускання розчину при збільшенні товщини світлопоглинального шару?
2. Як зміниться оптична густина і пропускання розчину  $KMnO_4$ , якщо його концентрація зменшиться в 2 рази?
3. Які умови слід витримувати, щоб при фотометруванні розчинів купрум(II) аміакатів одержати лінійну залежність  $D - C_{Cu^{2+}}$ ?
4. Чи буде зберігатися лінійна залежність  $D - C$ , якщо при розведенні розчину відбувається дисоціація:  $Fe(SCN)_3 \rightleftharpoons Fe(SCN)_2^+ + SCN^-$ . Чому?
5. При зміні кислотності розчину відбувається зсув рівноваги:  $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ . Чи буде в цьому випадку зберігатися основний закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера? Чому?
6. Оптичні густини трьох досліджуваних розчинів дорівнюють 0,10; 0,44; 0,80. В якому випадку відносна помилка вимірювань буде мінімальною? Чому?
7. Який атомізатор (полум'яний або неполум'яний) слід застосовувати при дослідженні органічних розчинів, олій? Чому?
8. Молярні коефіцієнти світлопоглинання йонів  $FeSCN^{2+} \epsilon_{453} = 5000$ ;  $Fe(SCN)_2^+ \epsilon_{485} = 9800$ . Пояснити чому  $\epsilon$  одного з йонів вдвічі більше другого.



9. Назвіть методи атомізації речовини в полум'яно-емісійній спектроскопії.

10. Суть фотоколориметрії. Апаратура, що застосовується для досліджень.

### **Тема 10. Рефрактометрія**

Показник заломлення речовин. Визначення молекулярних рефракцій речовин. Методика рефрактометричних визначень. Способи визначення концентрації . Рефрактометр Аббе. Аналіз потрійних систем рефрактоденсиметричним методом.

Література: [2,4-7]

#### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Що таке показник заломлення, від чого він залежить?
2. Граничний кут заломлення, повне внутрішнє відбиття.
3. Схема рефрактометра.
4. Визначення концентрації речовини рефрактометричним методом.
5. Застосування рефрактометрії в дослідженні якісного складу речовин.
6. Питома та молярна рефракції. Формула Лоренц-Лорентца.
7. Основні рефрактометричні методики досліджень.
8. Рефрактоденсиметричний метод досліджень.
9. Для визначення молярної рефракції  $CH_3I$  визначили показник заломлення 1,5257 при  $20^{\circ}C$  і густину 2,2790. Розрахуйте молярну рефракцію йодметану і порівняйте її з розрахованою по атомним рефракціях ( $R_c = 2,42$ ;  $R_H = 1,10$ ,  $R_I=8,86$ ).
10. Визначити концентрацію розчину  $CaCl_2(\%)$ , якщо відомо, що показник заломлення даного розчину дорівнює 1,33025,  $F = 0,0015$ , показник заломлення розчинника дорівнює 1,3330.

### Тема 3. Поляриметрія

Основи методу. Поляризоване світло. Питоме обертання площини поляризації. Коловий поляриметр. Порядок роботи на поляриметрі. Оптично активні речовини. Визначення концентрації розчинів оптично активних речовин. Спектрополяриметрія.

Література: [2,3,5]

#### Запитання для самоконтролю знань

1. Що називають поляризованим світлом, площиною поляризації.

2. Оптично активні речовини, природа оптичної активності. Приклади оптично активних речовин.

3. Напрямок обертання площини поляризації, кут обертання, залежність його від різних факторів.

4. Питоме обертання площини поляризації, розрахунок  $[\alpha]_D^{20}$  для рідких речовин та розчинів.

5. Суть поляриметричних досліджень та їх можливості.

6. Прилади для вимірювання кута обертання площини поляризації, їх принципова схема та призначення основних елементів.

7. Застосування поляриметричного методу при дослідженні якісного та кількісного складу речовин.

8. Визначити концентрацію розчину глюкози, якщо кут обертання  $\alpha$  для цього розчину дорівнює  $+7,05^\circ$ , товщина шару – 1 дм, а питоме обертання глюкози  $+53,1^\circ$ .

9. Визначити питоме обертання глюкози, якщо відомо, що кут обертання поляризованого променя дорівнює  $+18,60^\circ$  при вимірюванні у кюветі довжиною 1 дм  $\cdot c = 35,00\%$ .

10. Порядок роботи на поляриметрі.

#### Змістовий модуль 4. Основні електрохімічні та хроматографічні методи аналізу

### Тема 5. Кондуктометрія

Загальна характеристика електрохімічних методів аналізу. Електрохімічна комірка. Оборотність електрохімічних реакцій.

Вимірювання опору провідників II-го роду. Питома, молярна та гранична електропровідність. Рухомість йонів. Закон Кольрауша. Кондуктометричне визначення ступеня і константи йонізації слабого електроліту. Кондуктометричне титрування. Основні типи кривих кондуктометричного титрування.

Література: [2,4,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. В чому полягає сутність кондуктометричних методів досліджень?

2. Від яких факторів залежить рухомість йону в розчині?

3. Поняття питомої та еквівалентної електричної провідності розчину, зв'язок між ними.

4. Яка залежність лежить в основі методу кондуктометричного титрування?

5. Який вигляд мають криві кондуктометричного титрування для реакції: а) кислотно-основної взаємодії; б) осадження; в) комплексоутворення?

6. Переваги кондуктометричного титрування.

7. В чому суть височастотного кондуктометричного титрування?

8. Практичне застосування електропровідності.

9. Розчини 0,1М  $CH_3COOH$  і 0,05М  $NH_4OH$  мають однакові молярні електропровідності, гранична електрична провідність  $CH_3COOH$  в 1,5 рази більше такої ж величини  $NH_4OH$ . Визначити співвідношення їх ступенів дисоціації.

10. Знайдіть питому електричну провідність розчину, якщо його опір становить 500 Ом, площа електродів  $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ , а відстань між електродами дорівнює 1 см.

### **Тема 6. Потенціометрія**

Вимірювання потенціалу. Рівняння Нернста. Скляний електрод. Йоноселективні електроди. Пряма потенціометрія. Потенціометричне визначення рН. Електрометричне визначення йонів за допомогою йоноселективних електродів. Потенціометричне титрування. Інтегральна та диференціальна

криві потенціометричного титрування. Потенціометричне титрування суміші електролітів.

Література: [2,4,5]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. На чому засновані потенціометричні методи досліджень.
2. Яка залежність виражається рівнянням Нернста? Поясніть зміст величин, які входять в це рівняння.
3. Що являють собою електроди I та II роду? Навести приклади цих електродів.
4. Які функції виконують індикаторні електроди і які – електроди порівняння. Вказати вимоги до цих електродів.
5. Навести схему пристрою для потенціометричного визначення.
6. Що таке сольовий місток і яке його призначення.
7. Як побудований скляний електрод? Як можна визначити стандартний потенціал цього електроду. Вказати переваги і недоліки скляного електроду.
8. Які існують йоноселективні електроди. Будова та характеристики йоноселективних електродів.
9. В яких координатах будують криві потенціометричного титрування. Чим обумовлений вибір координат.
10. Застосування потенціометричного титрування в неводних середовищах.

### **Тема 7. Кулонометрія. Вольтамперометрія**

Кількість електрики. Закон Фарадея. Класифікація кулонометричних методів аналізу . Пряма кулонометрія. Апаратура. Кулонометричне титрування. Вимірювання кількості електрики. Срібний кулонометр. Визначення кисню в газах. Прилади для проведення кулонометричного титрування. Полярограма та її характеристики. Полярографія. Потенціал півхвилі. Якісний полярографічний аналіз. Амперометричне титрування. Криві амперометричного титрування. Кількісний

полярографічний метод аналізу. Переваги та недоліки полярографії.

Література: [2,4,7]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. В чому різниця методів прямої кулонометрії і кулонометричного титрування?
2. Які закони лежать в основі методів електрогравіметрії і кулонометрії? Сформулювати ці закони.
3. Що таке вихід по струму і як це враховують при підрахунках?
4. На чому засновано електрогравіметричне розділення?
5. Які особливості методу кулонометрії при потенціалі, що контролюється?
6. Які переваги кулонометричних досліджень при силі струму, що контролюється?
7. Привести принципову схему пристрою для кулонометричного титрування.
8. Назвати методи фіксації точки еквівалентності в кулонометричному титруванні.
9. Визначення складу природної води кулонометричним титруванням.
10. Потенціал срібного електрода, зануреного в насичений розчин аргентум йодиду при 298К становить 0,325В. Обчислити активність йонів  $Ag^+$ .

### **Тема 9. Хроматографічні методи аналізу**

Суть хроматографічного аналізу. Хроматографічні характеристики: коефіцієнт ємкості, коефіцієнт розподілу, коефіцієнт розділення. Характеристики піків: об'єм утримання, індекс утримання, час утримання. Розрішення піків. Якісний аналіз. Кількісний аналіз. Газова хроматографія. Рідина колоночна хроматографія. Твердорідинна колоночна хроматографія. Йонообмінна хроматографія. Паперова та тонкошарова хроматографія. Застосування хроматографії.

Література: [2,4,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. В чому полягає суть хроматографічного досліджень?
2. Опишіть застосування хроматографії.
3. Що таке рухома фаза, нерухома фаза?
4. Назвіть автора і об'єкт першого хроматографування.
5. Поясніть хроматографічні характеристики: коефіцієнт ємності, коефіцієнт розподілу, коефіцієнт розділення.
6. Дайте визначення характеристик хроматографічних піків: індекс утримання, об'єм утримання, ширина.
7. Як відбувається визначення розрешення піків речовин А і В?
8. Назвіть якісні хроматографічні дослідження.
9. Назвіть кількісні хроматографічні дослідження.
10. Що таке катіоніти і аніоніти та як їх класифікують?
11. Як за допомогою іонообмінної адсорбції одержати знесолону воду?
12. Які фізико-хімічні принципи покладені в основу тонкошарової хроматографії?
13. Наведіть класифікацію хроматографічних методів.
14. Як проводять ідентифікацію компонентів суміші газовою хроматографією?
15. В чому полягає метод визначення кількісного складу суміші газовою хроматографією?

## **5.1. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

### **1. Аналітичний сигнал – це:**

- а) будь-яке виявлення хімічних властивостей речовини для визначення його складу;
- б) будь-яке виявлення фізичних властивостей речовин для визначення його складу;
- в) як „а”, так і „б”;
- г) виявлення елементів досліджуваного об'єкта у вигляді атомів, молекул, йонів;

д) немає правильної відповіді.

**2. Ультрафіолетова область спектру включає довжину хвиль світла в нм:**

- а)  $760 - 1 \cdot 10^5$ ; б)  $380 - 750$ ; в)  $10 - 380$ ;  
г)  $10 - 1 \cdot 10^5$ ; д)  $200 - 400$ .

**3. Для розрахунку молярної рефракції застосовують формулу Лоренц-Лорентца:**

- а)  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ ; б)  $R = M \cdot \tau$ ; в)  $R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$ ;  
г)  $n = \frac{V_1}{V_2}$ ; д)  $U = \frac{I}{R}$ .

**4. В поляриметрії застосовується призма:**

- а) Аббе; б) Ніколя; в) Пульфриха;  
г) Нернста; д) В'юрца.

**5. Призма рефрактометра:**

- а) виділяє зі світлового потоку поляризований промінь;  
б) пропускає тільки певну частину світлового випромінювання;  
в) заломлює світловий промінь;  
г) пропускає тільки жовтий промінь (лінія натрію в спектрі);  
д) поглинає світловий потік.

**6. Найбільшу температуру має:**

- а) полум'я; б) іскра; в) дуга;  
г) лампа розжарювання; д) як „а” так і „б”.

**7. Формула гліцеролу, концентрацію якого в розчині визначають рефрактометричним методом:**

- а)  $H_2C(OH)CH(OH)CH_2OH$ ; б)  $C_2H_5OH$ ;  
в)  $CH_3OH$ ; г)  $H_2C(OH)CH_2(OH)$ ;  
д)  $H_3C-CH(CH_3)CH_2OH$ .

**8. В поляриметричному методі аналізу досліджують:**

- а) розсіювання світла суспензіями речовин;  
б) заломлення світла рідинами;

в) обертання площини поляризації світла розчинами речовин;

г) вимірювання інтенсивності світлового потоку, що пройшов крізь розчин речовини фотоелектричним способом;

д) поглинання світла.

**9. Суспензія – дисперсна система типу:**

а)  $P_2/P_1$ ; б)  $T_2/T_1$ ; в)  $T_2/P_1$ ; г)  $P_2/T_1$ ; д)  $G_2/P_1$ .

**10. Інтенсивність забарвлення якого комплексу найбільша:**

а)  $FeSCN^{2+}$ ; б)  $Fe(SCN)_2^+$ ; в)  $Fe(SCN)_3$ ;

г)  $Fe(SCN)_4^-$ ; д) немає правильної відповіді.

**11. Інтенсивна властивість речовини – це:**

а) температура; б) маса; в) об'єм;

г) ентропія; д) густина.

**12. Призма рефрактометра:**

а) виділяє зі світлового потоку поляризований промінь;

б) пропускає тільки певну частину світлового випромінювання;

в) заломлює світловий промінь;

г) пропускає тільки жовтий промінь (лінія натрію в спектрі);

д) поглинає світловий потік.

**13. Питоме обертання для рідин визначають за формулою:**

а)  $[\alpha]_D^{20} = \alpha \cdot \frac{100}{l \cdot c}$ ; б)  $[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{l \cdot \rho}$ ; в)  $c = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha]_D^{20} \cdot l}$ ;

г) як „а” так і „б”; д)  $\alpha = \sqrt{\frac{K_D}{c}}$ .

**14. Нефелометрія – оптичний метод аналізу, який базується на вимірюванні:**

а) інтенсивності світла, розсіяного дисперсною системою;

б) інтенсивності світла, поглиненого зваженими частинками;

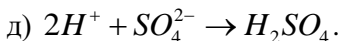
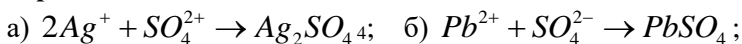
в) оптичної густини розчину;



г) оптичного обертання розчином оптично активної речовини;

д) забарвлення розчинів.

**15. В основі турбідиметричного визначення сульфатів лежить реакція:**



**16. Видима область спектру включає довжину хвиль світла в нм:**

а)  $10 - 1 \cdot 10^5$ ; б) 380 – 750; в)  $750 - 1 \cdot 10^5$ ;

г) 10 – 380; д) 200 – 400.

**17. Інтенсивність забарвлення якого комплексу найменша:**

а)  $FeSCN^{2+}$ ; б)  $Fe(SCN)_2^+$ ; в)  $Fe(SCN)_3$ ;

г)  $Fe(SCN)_4^-$ ; д)  $Fe(SCN)_5^{2-}$ .

**18. Рефрактометрія ґрунтується на спостереженні:**

а) граничних меж заломлення променю світла при переході з одного середовища в інше;

б) кута повного внутрішнього відбиття променю світла;

в) як „а” так і „б”;

г) поляризованого променю світла;

д) забарвленості розчину.

**19. Оптично активною речовиною є:**

а) етанол; б) етиленгліколь; в) гліцерол;

г) глюкоза; д) етаналь.

**20. Каламутність ґрубих суспензій і емульсій обумовлена:**

а) проходженням світла;

б) заломленням світла;

в) відбиванням світла;

г) розсіюванням світла;

д) поглинанням світла.

**21. Нефелометрією можна визначити концентрацію:**

- а) полідисперсних систем;      б) монодисперсних систем;  
в) забарвлених розчинів;      г) безбарвних розчинів;  
д) розчинів неелектролітів.

**22. Закон Бугера-Ламберта-Бера:**

а) поглинання розчину, що містить 1% розчин речовини при товщині шару 1 см;

б) інтенсивність поглинання світла розчинами речовин пропорційна їх концентрації і товщині поглинаючого шару;

в) графічний зв'язок між оптичним поглинанням розчину і довжиною хвилі світлового потоку;

г) зменшення інтенсивності світла при проходженні крізь шар світлопоглинаючої речовини;

д) як „а” так і „б”.

**23. Показник заломлення – це:**

а) відношення синуса кута падіння світла до синуса кута його заломлення;

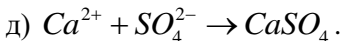
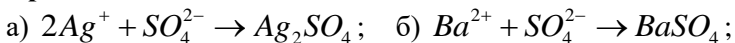
б) відношення швидкості поширення світла  $V_1 : V_2$  у двох середовищах, що стикаються;

в) як „а” так і „б”;

г) відношення синуса кута заломлення променя світла до синуса кута падіння;

д) як „б” так і „г”.

**24. В основі турбідиметричного визначення сульфатів лежить реакція:**



**25. При фотоколориметричному визначенні концентрації  $Fe^{3+}$  тіоціанатним методом застосовують світлофільтр:**

а) червоний;      б) синьо-зелений;      в) жовтий;

г) жовтогарячий;      д) фіолетовий.

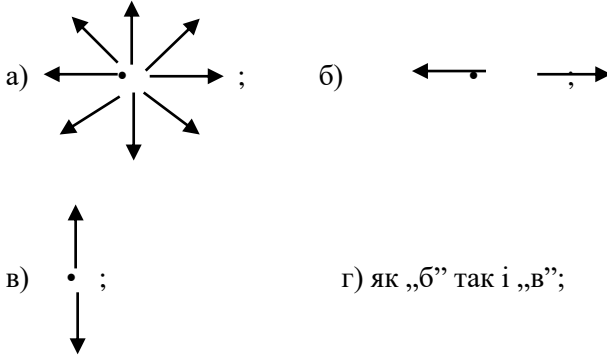
**26. Рефрактометричний метод ґрунтується на:**

а) вимірюванні показника заломлення і густини розчину;

б) будуванні трикутних діаграм складів;

- в) як „а” так і „б”;
- г) вимірюванні густини розчину;
- д) вимірюванні забарвлення розчину.

**27. Коливання хвиль у поляризованому світлі:**



- д) немає правильної відповіді.

**28. Конус Тіндалля – це:**

- а) утворення світлового конуса при боковому освітленні золю на темному фоні;
- б) утворення світлового конуса при боковому освітленні молекулярно-йонної системи на темному фоні;
- в) як „а” так і „б”;
- г) поглинання світла розчинами забарвлених речовин;
- д) вузький пучок світла.

**29. Теоретичною основою нефелометрії є рівняння:**

- а) Релея; б) Нернста; в) Менделєєва-Клапейрона;
- г) Шредінгера; д) Рауля.

**30. Відомий рефрактометр:**

- а) Нернста; б) Аббе; в) Авогадро;
- г) Ломоносова; д) Релея

**31. Інфрчервона область спектру включає довжину хвиль світла в нм:**

- а)  $750 - 1 \cdot 10^5$ ;
- б)  $10 - 1 \cdot 10^5$ ;
- в)  $380 - 750$ ;
- г)  $10 - 380$ ;

д) 200 – 400.

**32. За допомогою рефрактометра визначають:**

а) граничний кут заломлення променя світла на межі рідина-скло;

б) кут падіння променя світла;

в) кут заломлення променя світла;

г) кут заломлення замірювальної призми;

д) інтенсивність поглинання світла.

**33. Площина поляризації – це:**

а) площина, в якій відбуваються коливання хвиль поляризованого світла;

б) площина, в якій відбуваються коливання хвиль монохроматичного світла;

в) площина, в якій відбуваються коливання хвиль поліхроматичного світла;

г) як „б” так і „в”;

д) як „а” так „б”.

**34. Для двох каламутних середовищ з частинками однакової форми і розмірів ( $w$  – потужність розсіяного світлового потоку,  $c$  – концентрація частинок суспензії,  $v$  – об’єм частинок дисперсної фази,  $h$  – висота освітленого шару золю:**

а)  $\frac{w_1}{w_2} = \frac{c_1}{c_2}$ ;    б)  $\frac{w_1}{w_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ;    в)  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{c_2}{c_1}$ ;

г) як „а” так і „б” і „в”; д) немає правильної відповіді.

**35. Сахариметр призначений для визначення концентрації в розчинах за:**

а) кутом обертання площини поляризації;

б) показника заломлення променя світла;

в) зміною рН розчину;

г) оптичною густиною;

д) за каламутністю розчин

**36. Екстенсивна властивість речовини:**

а) температура; б) маса;                    в) потенціал;

г) частота лінії спектру;                д) тиск.

**37. Відомий рефрактометр:**

- а) Нернста; б) Аббе; в) Авогадро;  
г) Ломоносова; д) Бекмана.

**38. Оптичну активність мають:**

- а) суспензії речовин;  
б) органічні речовини з асиметричним атомом Карбону;  
в) розчини неорганічних речовин;  
г) дисперсні системи;  
д) забарвлені розчини.

**39. Питоме обертання – це:**

- а) обертання площини поляризації при проходженні поляризованого світла крізь шар розчину в 1 л з концентрацією 1 г/мл;  
б) обертання площини поляризації праворуч;  
в) обертання площини поляризації ліворуч;  
г) як „б” так і „в”;  
д) обертання навколо власної висі.

**40. При нефелометричних визначеннях вимірюють:**

- а) потужність розсіяного світла в напрямку, перпендикулярному напрямку первинного пучка;  
б) потужність світла, яке виходить з кювети в напрямку падаючого світлового потоку;  
в) як „а” так і „б”;  
г) оптичну густину розчинів;  
д) густину розчинів.

**41. Сахариметр призначений для визначення концентрації в розчинах за:**

- а) кутом обертання площини поляризації;  
б) показника заломлення променя світла;  
в) зміною рН розчину;  
г) оптичною густиною;  
д) за каламутністю розчину.

**42. Формула розрахунку оптичної густини розчину:**

- а)  $\lg \frac{I_0}{I}$ ; б)  $\frac{I_0}{I} \cdot 100\%$ ; в)  $\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100\%$ ;

- г)  $\lg \frac{I}{I_0}$ ;      д) як „а” так і „б”.

**43. Рефрактометричний фактор F показує:**

- а) збільшення показника заломлення при зростанні концентрації речовини на 1%;  
б) при якому куті промінь світла буде ковзати по поверхні поділу середовищ;  
в) суму атомних рефракцій елементів, з яких складається сполука;  
г) зв'язок між питомою і молярною рефракцією речовини;  
д) суму питомих рефракцій.

**44. При вимірюванні кута обертання однієї тієї ж речовини в спеціальних кюветах при сталій температурі його значення залежить:**

- а) від концентрації;      б) від тиску;      в) від спостерігача;  
г) від зовнішніх умов;      д) немає правильної відповіді.

**45. Сахариметр призначений для визначення концентрації в розчинах за:**

- а) кутом обертання площини поляризації;  
б) показника заломлення променя світла;  
в) зміною рН розчину;  
г) оптичною густиною;  
д) за каламутністю розчину.

**46. Нефелометричний і турбідиметричний методи аналізу ґрунтуються на:**

- а) обертанні площини поляризованого світла розчинами оптично активних речовин;  
б) розсіюванні світла суспензіями речовин;  
в) визначенні коефіцієнтів заломлення світла рідинами;  
г) оптичної густини забарвлених розчинів;  
д) поглинанні світла розчинами.

**47. Ступінь йонізації слабкого електроліту можна розрахувати за формулою:**

- а)  $\lambda_c = K \cdot \alpha$ ;      б)  $\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\max}}$ ;      в) як „а” так і „б”;

$$\text{г) } \alpha = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_c}; \quad \text{д) } \lambda = \frac{1}{\nu}.$$

**48. Чому реакцію  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$  проводять в сильноокислому середовищі:**

- а) для запобігання гідролізу солі ферум(III);
- б) для запобігання відновлення  $\text{Fe}^{3+}$  до  $\text{Fe}^{2+}$ ;
- в) як „а” так і „б”;
- г) для збільшення інтенсивності забарвлення комплексу;
- д) для зменшення інтенсивності забарвлення комплексу.

**49. Молекулярна рефракція дихлорометану дорівнює:**

- а)  $R_C + 4R_{Cl}$ ;      б)  $R_C + 2R_H + 2R_{Cl}$ ;      в)  $R_C + 4R_H$ ;
- г)  $2R_C + 2R_H + 2R_{Cl}$ ;      д)  $R_C + R_H + 3R_{Cl}$ .

**50. Поляриметрію застосовують для визначення концентрації речовин в:**

- а) забарвлених розчинах;
- б) каламутних розчинах;
- в) розчинах оптично активних речовин;
- г) істинних розчинах;
- д) розчинах неелектролітів.

**51. В основі кількісного полярографічного аналізу лежить:**

- а) потенціал напівхвилі;    б) висота полярографічної хвилі;
- в) площа полярографічної хвилі;    г) як „а” так і „б” і „в”;
- д) як „б” так і „в”.

**52. Для визначення концентрації  $\text{Pb}^{2+}$  в розчині застосовують:**

- а) полярографію;
- б) амперметричне титрування;
- в) пряму кондуктометрію;
- г) кондуктометричне титрування;
- д) рефрактометрію.

**53. Одиниця виміру електропровідності розчину:**

- а) Ом; б) См; в) а; г)  $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ ; д) в.

**54. При потенціометричному визначенні рН розчинів як індикаторний застосовують електрод:**

- а) хлорсрібний;    б) каломельний;    в) скляний;

г) платиновий; д) графітовим.

**55. При електролізі в срібному кулонометрі утворюються:**

а)  $Ag, O_2, HNO_3$ ; б)  $H_2, O_2$ ; в)  $Ag_2O, H_2, O_2$ ;

г)  $Ag, H_2, HNO_3$ ; д)  $AgOH, N_2$ .

**56. Математичний запис закону Кольрауша:**

а)  $\lambda^+ = F \cdot u^+$ ; б)  $\lambda_{\max} = \lambda^+ + \lambda^-$ ;

в)  $\lambda_{\max} = F(u^+ + u^-)$ ; г) як „б” так і „в”; д)  $\nu = \frac{1}{\lambda}$ .

**57. Як газ-носії в газовій хроматографії застосовують:**

а)  $O_2$ ; б)  $CO_2$ ; в)  $N_2$ ; г)  $H_2S$ ; д)  $NH_3$ .

**58. Розрахунки в кулонометричному методі аналізу здійснюються за законом:**

а) Ома; б) Нернста; в) Фарадея;

г) Менделєєва-Клапейрона; д) Кулона.

**59. Концентрацію деполяризатора в полярографії визначають:**

а) за калібрувальним графіком залежності висота хвилі від концентрації;

б) методом стандартів;

в) методом добавок;

г) як „а” так і „б” і „в”;

д) немає правильної відповіді.

**60. Питома електропровідність – це:**

а) електропровідність розчину, який міститься між електродами площею  $1 \text{ м}^2$ , розташованих на відстані  $1 \text{ м}$ ;

б) електропровідність об'єму розчину  $V$ , в якому міститься один моль-еквівалент електроліту, розміщений між електродами, відстань між якими  $1 \text{ м}$ ;

в) електропровідність електроліту при нескінченному розведенні;

г) електрична провідність об'єму розчину, в якому міститься  $1 \text{ моль}$  розчиненого електроліту, розміщеного між електродами, віддаленими один від одного на відстань  $1 \text{ м}$ ;

д) електропровідність  $1 \text{ л}$  розчину.



**61. Гранична рухливість якого йону найбільша:**

- а)  $OH^-$  ; б)  $SO_4^{2-}$  ; в)  $H^+$  ; г)  $Rb^+$  ; д)  $K^+$  .

**62.  $\varphi = \varphi_0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg c$  - це рівняння:**

- а) Менделєєва-Клапейрона; б) Нернста;  
в) Вант-Гоффа; г) Релея; д) Генрі.

**63. Кулонометричне титрування проводять при:**

- а) сталому потенціалі; б) сталій силі струму;  
в) як „а” так і „б”; г) сталому тиску;  
д) змінному струму.

**64. Ртутний краплинний електрод застосовують в:**

- а) кулонометрії; б) потенціометрії; в) полярографії;  
г) кондуктометрії; д) електрогравіметрії.

**65. Зв'язок між питомою і еквівалентною електропровідністю:**

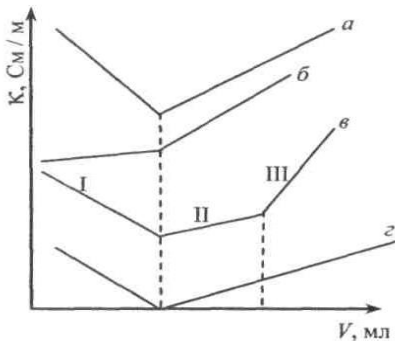
- а)  $\lambda = \frac{1000\chi}{c}$ ; б)  $\lambda = 1000 \cdot \nu \cdot \chi$ ; в) як „а” так і „б”;

- г)  $\lambda = \frac{1000c}{\chi}$ ; д)  $\lambda = \frac{1}{\nu}$ .

**66. Першим окиснюється на аноді:**

- а)  $OH^-$  ; б)  $SO_4^{2-}$  ; в)  $Cl^-$  ; г)  $NO_3^-$  ; д)  $MnO_4^-$  .

**67. Крива кондуктометричного титрування слабкої кислоти лугом або слабкої основи сильною кислотою:**



- а) крива  $a$ ; б) крива  $\bar{b}$ ; в) крива  $v$ ; г) крива  $z$ ;  
 д) немає правильної відповіді.

**68.**  $m = \frac{Q \cdot M}{n \cdot F}$  - математичний запис закону:

- а) Нернста; б) Фарадея; в) Авогадро; г) Релея; д) Генрі.

**69.** Еквівалентна електрична провідність розчину – це:

а) електропровідність розчину, який міститься між електродами площею  $1 \text{ м}^2$ , розташованих на відстані  $1 \text{ м}$ ;

б) електропровідність об'єму розчину  $V$ , в якому міститься один моль-еквівалент електроліту, поміщений між електродами, відстань між якими дорівнює  $1 \text{ м}$ ;

в) електропровідність розчину при нескінченному розведенні;

г) електропровідність об'єму розчину, в якому міститься  $1$  моль розчиненого електроліту, розміщеного між електродами, віддаленими один від одного на відстань  $1 \text{ м}$ ;

д) електропровідність  $1 \text{ л}$  розчину.

**70.** Для виміру рН можуть застосовувати такий гальванічний ланцюг:

а)  $\text{Pt/Hg, Hg}_2, \text{Cl}_2/\text{KCl}/\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}/\text{Pt}$ ;

б)  $\text{Pt/Hg}_2/\text{H}^+/\text{KCl}(\text{нас.})/\text{AgCl}/\text{Ag}$ ;

в)  $(-)\text{Pt}/\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^{4+}/\text{Pt}(+)$ ;

г)  $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4/\text{ZnSO}_4/\text{Zn}(+)$ ;

( $C_1$ ) ( $C_2$ )

д)  $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4/\text{CuSO}_4/\text{Cu}(+)$ .

**71.** Коефіцієнт розподілу в хроматографії визначається за формулою:

а)  $K = \frac{n_{\text{PVX.}}}{n_{\text{HEPVX.}}}$ ;

б)  $D = \frac{c_{\text{HEPVX.}}}{c_{\text{PVX.}}}$ ;

в)  $\alpha = \frac{K_B}{K_A}$ ;

г)  $\alpha = \frac{D_A}{D_B}$ ;

д)  $a = \gamma \cdot c$ .

**72. Потенціометрія – це:**

а) електрохімічний метод аналізу, який ґрунтується на визначенні залежності величини рівноважного електродного потенціалу від концентрації учасника електрохімічної реакції;

б) метод визначення точки еквівалентності за зміною електричної провідності розчину;

в) електрохімічний метод аналізу йонів у розчині, який ґрунтується на вимірюванні сили струму, що виникає у процесі електролізу досліджуваного розчину на ртутному краплинному електроді;

г) метод, який ґрунтується на одержанні графічної залежності величини дифузійного струму від концентрації досліджуваної речовини за сталого потенціалу;

д) оптичний метод аналізу.

**73. Число Фарадея:**

а)  $6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; б) 96487 Кл/моль; в) 22,4 л/моль;

г) 8,314 Дж/моль · К; д) 1 Кл.

**74. Метод хроматографії заснований:**

а) Д. Менделєєвим; б) М. Цветом; в) М. Ломоносовим;

г) М. Фарадеєм; д) С. Арреніусом.

**75. За механізмом хроматографія на папері є:**

а) адсорбційною; б) розподільною; в) осадовою;

г) як „а” так і „б”; д) газовою.

**76. Перевагою кондуктометричного титрування перед індикаторним є:**

а) можливість титрування каламутних розчинів;

б) можливість титрування забарвлених розчинів;

в) усунення суб’єктивності під час визначення точки зміни кольору;

г) як „б” так і „в”;

д) немає правильної відповіді.

**77. Кулонометричні методи аналізу ґрунтуються на:**

- а) реєстрації і дослідженні залежності струму, що протікає крізь електролітичну комірку, від зовнішньої напруги;
- б) вимірюванні кількості електрики, витраченої на електроперетворення досліджуваної речовини;
- в) вимірюванні потенціалу індикаторного електроду відносно електроду порівняння;
- г) вимірюванні питомої електропровідності досліджуваного розчину;
- д) вимірюванні сили струму.

**78. Хімічна поляризація виникає:**

- а) внаслідок утворення в електролізній ванні гальванічного елемента, який виробляє струм, напрямлений проти струму зовнішнього джерела;
- б) внаслідок того, що при проходженні електролізу концентрація електроліту в прикатодному об'ємі та прианодному об'ємі стає різною;
- в) внаслідок вводу в електролізер речовин, які взаємодіють з побічними продуктами електролізу;
- г) як „а” так і „б” і „в”;
- д) внаслідок корозії.

**79. Ступінь йонізації слабого електроліту можна розрахувати за формулою:**

а)  $\lambda_c = K \cdot \alpha$ ;    б)  $\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\max}}$ ;    в) як „а” так і „б”;

г)  $\alpha = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_c}$ ;    д)  $\lambda = \frac{1}{\nu}$ .

**80. Кулон – це:**

- а) кількість електрики, яка викликає електрохімічне перетворення 1 моль-еквівалентів речовини;
- б) кількість електрики, яка переноситься за 1 с при постійному струмі в 1 А;
- в) величина, обернена опору провідника струму;
- г) як „а” так і „б” і „в”;
- д) немає правильної відповіді.

**81. Основи полярографії були розроблені:**

- а) Д. Менделєєвим; б) Я. Гейровським; в) М. Фарадеем;
- г) С. Арреніусом; д) М. Ломоносовим.

**82. Індикаторний електрод – це:**

а) різновид хімічних сенсорів, який надає безпосередньо інформацію про концентрацію речовин;

б) електрод, який реагує на зміну в розчині активності досліджуваного йона або йонів титранту;

в) напівелемент, який складається з інертного провідника (платина, золото, графіт тощо), зануреного в розчин, де є окиснена та відновлена форми однієї і тієї самої речовини;

г) металевий провідник, який контактує одночасно з певним газом і розчином, що містить його йони;

д) пластина з графіту.

**83. Адсорбція – це:**

а) поглинання речовини твердими поглиначами;

б) поглинання речовини рідкими поглиначами;

в) поглинання речовини або газової суміші об'ємом сорбенту;

г) концентрація речовини на поверхні сорбенту;

д) очищення речовини.

**84. Коефіцієнт розділення в хроматографії визначають за формулою:**

$$\text{а) } K = \frac{n_{PVX.}}{n_{HEPVX.}}; \quad \text{б) } D = \frac{C_{HEPVX.}}{C_{PVX.}}; \quad \text{в) } \alpha = \frac{K_B}{K_A};$$

$$\text{г) } K = \frac{t_m}{t_R}; \quad \text{д) } K_D = \alpha^2 \cdot c.$$

**85. Гельфільтраційна хроматографія ґрунтується на:**

а) законах розподілу;

б) різниці в розмірах молекул речовин, які розділяються;

в) різниці у швидкостях йонного обміну;

г) різниці в розчинності сполук, утворених компонентами суміші, що розділяються осаджувачем;

д) законі Фарадея.

**86. Які зміни відбуватимуться поблизу катода при електролізі водного розчину KCl:**

а) зменшення концентрації  $K^+$ , зменшення концентрації  $Cl^-$ ;

б) зменшення концентрації  $Cl^-$ , збільшення концентрації  $K^+$ ;

в) зменшення рН;

г) збільшення рН;

д) немає змін.

**87. Йоноселективний електрод – це:**

а) металева пластинка, занурена в розчин однойменних катіонів;

б) метал, покритий його важкорозчинною сполукою (сіллю, оксидом, гідроксидом) і зануреного в розчин добре розчиненої сполуки з тим самим аніоном;

в) електрохімічний датчик, потенціал якого однозначно визначається активністю певного виду йонів в розчині;

г) металевий провідник, який контактує одночасно з певним газом і розчином, що містить його йони;

д) платинова пластина.

**88. Як сорбент в хроматографічній колонці застосовують:**

а)  $P_2O_5$  ; б)  $Al_2O_3$  ; в)  $AlCl_3$  ; г)  $ZnO$  ; д) графіт.

**89. Полярограма – це:**

а) залежність потенціалу електрода від об'єму титранта;

б) залежність електрорушійної сили від логарифма активності йона;

в) залежність сили струму від прикладної напруги;

г) залежність питомої електропровідності від об'єму титранта;

д) залежність сили струму від напруги.

**90. Кондуктометричне титрування – це:**

а) визначення концентрації речовини або її вмісту в розчині шляхом вимірювання електропровідності після кожного додавання невеликої порції титранта;

б) визначення еквівалентності за результатами потенціометричних вимірювань;

в) визначення величини дифузійного струму від концентрації електроактивної речовини при титруванні;

г) вимірювання кількості електрики, витраченої на електроперетворення при титруванні;

д) знаходження точки нейтралізації по зміні забарвлення індикатора.

**91. Для якісного аналізу в хроматографії застосовують:**

а) час утримання; б) висоту піку; в) площу піку;

г) ширину піку; д) як „б” так і „в”.

**92. Вольтамперометричними називають методи аналізу, які ґрунтуються на:**

а) вимірюванні кількості електрики, витраченої на електроперетворення досліджуваної речовини;

б) реєстрації і дослідженні залежності струму, що протікає крізь електролітичну комірку, від зовнішньої напруги;

в) вимірюванні потенціалу індикаторного електрода відносно електроду порівняння;

г) вимірюванні питомої електропровідності досліджуваного розчину;

д) вимірюванні сили струму.

**93. Концентрацію досліджуваної речовини в полярографії методом добавок знаходять за формулою:**

$$\text{а) } C_X = C_{\text{доб.}} \cdot \frac{h_1}{h_2 - h_1}; \quad \text{б) } C_X = C_{\text{ст.}} \cdot \frac{h_X}{h_{\text{ст.}}};$$

$$\text{в) } C_X = C_{\text{ст.}} \cdot \frac{A_X}{A_{\text{ст.}}}; \quad \text{г) } C_X = \frac{x}{a \cdot t}; \quad \text{д) як „а” так і „б”}.$$

**94. Елюат – це:**

а) розчин, який збирають на виході з хроматографічної колонки;

б) розчинник, яким промивають хроматографічну колонку;

в) суміш речовин, яку розділяють на хроматографічній колонці;

г) рухома фаза в адсорбційній хроматографії;

д) розчинник.

**95. Йонообмінна хроматографія ґрунтується на:**

а) різниці адсорбування різних речовин адсорбентом;

б) різниці констант йонообмінної рівноваги між нерухомою фазою і компонентами суміші, які розділяють;

в) різній проникності молекул компонентів суміші в нерухому фазу – високо пористий гель;

г) на неоднаковій здатності розділювальних компонентів випадати в осад у твердій нерухомій фазі;

д) як „а” так і „б”.

**96. Електричні властивості розчинів характеризуються:**

а) опором; б) питомим опором; в) електропровідністю;

г) як „а” так і „б”; д) як „б” так і „в”.

**97. Які властивості розчинів електролітів досліджують за допомогою вимірювання електропровідності:**

а) ступінь дисоціації; б) константу дисоціації;

в) добуток розчинності слабкого електроліту;

г) як „а” так і „б” і „в”; д) як „а” так і „б”.

**98. Закон Кольрауша:**

а) при визначенні кількості пропущеної через розчин електрики відношення мас прореагованих речовин дорівнює відношенню їх хімічних еквівалентів;

б) еквівалентна електропровідність розчину електроліту при нескінченному розведенні дорівнює сумі рухливостей катіона й аніона даного електроліту.

в) маса речовини, що виділилась на електроді при проходженні електричного струму через розчин електроліту, прямо пропорційна кількості пропущеної електрики;

г) при розведенні ступінь дисоціації слабкого електроліту зростає;

д) немає правильної відповіді.



**99.** За допомогою скляного електроду вимірюють концентрацію:

а)  $Na^+$  ; б)  $K^+$  ; в)  $H^+$  ; г)  $OH^-$  ; д)  $Li^+$  .

**100.** Електрорушійна сила гальванічного елемента дорівнює:

а)  $\varphi$  анода –  $\varphi$  катода;      б)  $\varphi$  катода –  $\varphi$  анода;  
в)  $\varphi$  катода +  $\varphi$  анода;      г)  $\frac{\varphi_{\text{катода}} - \varphi_{\text{анода}}}{F}$  ;  
д)  $\varphi$  катода.

## 5.2. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗКУ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАВДАНЬ

**5.2.1.** Розрахувати молярну рефракцію тетрахлорметану, якщо  $n_d = 1,463$  і  $d = 1,604$ . Порівняти її з величиною, розрахованою за табл. атомних рефракцій ( $R_C = 2,42$ ;  $R_{Cl} = 5,97$ ).

**Розв'язок.**

1. За формулою Лоренц-Лорентца:

$$R = \frac{n-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \frac{1,463^2-1}{1,463^2+2} \cdot \frac{154}{1,604} = 26,4.$$

$$M_{CCl_4} = 154.$$

$$R_{CCl_4} = R_C + 4R_{Cl} = 2,42 + 4 \cdot 5,97 = 26,3.$$

**5.2.2.** Визначити концентрацію розчину глюкози (%), якщо відомо, що показник заломлення даного розчину дорівнює 1,3557,  $F = 0,00142$ , а показник заломлення розчинника дорівнює 1,3330.

**Розв'язок.**

$$c = \frac{n - n_0}{F} = \frac{1,3557 - 1,3330}{0,00142} = 15,99\%.$$

**5.2.3.** Визначити концентрацію розчину глюкози, якщо кут обертання  $\alpha$  для цього розчину дорівнює  $+15,01^0$ , товщина шару – 1,2 дм, а питоме обертання глюкози  $+53,1^0$ .

**Розв'язок.**

$$\text{Питоме обертання для розчинів } [\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot C}.$$

$\alpha$  - кут обертання;  $l$  – товщина шару рідини, дм.

$$\begin{aligned} &\text{Процентна} \\ &\text{концентрація (C)} = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha]_D^{20} \cdot l} = \frac{15,01}{53,1 \cdot 1,2} = 0,24\%. \\ &\text{розчину} \end{aligned}$$

**5.2.4.** Визначити концентрацію розчину глюкози, якщо кут обертання  $\alpha$  для цього розчину дорівнює  $+53,1^0$ , товщина шару – 1 дм, а питоме обертання глюкози  $+7,05^0$ .

**Розв'язок.**

$$\text{Для розчинів } [\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c}, \text{ тоді}$$

$$c = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha]_D^{20} \cdot l} = \frac{7,05 \cdot 100}{53,1 \cdot 1} = 13,28\%.$$

**5.2.5.** Питома електрична провідність бутанової кислоти  $C_3H_7COOH$  дорівнює  $1,812 \cdot 10^{-2} \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$  при розведенні 64 л/моль. Вирахувати її ступінь ( $\alpha$ ) та константу йонізації ( $K$ ). Гранична молярна електрична провідність йонів відповідно:  $\lambda_{\max}(C_3H_7COO^-) = 0,0043 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ ,  $\lambda_{\max}(H^+) = 0,03498 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ .

**Розв'язок.**

За даними задачі обчислюємо:

1. Молярну електричну провідність:

$$\lambda_C = \frac{K}{1000 \cdot C_M} = \frac{K \cdot V}{1000} = \frac{1,812 \cdot 10^{-2} \cdot 64}{1000} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}.$$

2. Граничну молярну електричну провідність:

$$\lambda_{\max} = \lambda_{\max C_3H_7COO^-} + \lambda_{\max H^+} = 0,043 + 0,03498 =$$

$$= 3,90 \cdot 10^{-2} \text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}.$$

3. Ступінь йонізації:

$$\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\max}} = \frac{1,16 \cdot 10^{-3}}{3,9 \cdot 10^{-2}} = 297 \cdot 10^{-2} = 2,97\%.$$

4. Константу йонізації  $K$ :

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C_M}{1 - \alpha} = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha) \cdot V} = \frac{0,0297^2}{(1 - 0,0297) \cdot 64} = 1,42 \cdot 10^{-5}.$$

### 5.3. РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ (ТЕСТИ 3-ГО РІВНЯ СКЛАДНОСТІ)

1. Концентрація розчину глюкози (%) дорівнює (за умов, що показник заломлення даного розчину 1,3557, показник заломлення розчинника 1,3330;  $F = 0,00142$ ):

1) 1; 2) 32; 3) 8; 4) 16; 5) 4.

2. Довжина кювети при вимірюванні концентрації 10% розчину глюкози дорівнює (кут обертання поляризованого променя  $12,5^0$ ; питоме обертання –  $125^0$ ):

1) 0,1 дм; 2) 1 дм; 3) 10 дм; 4) 2 дм; 5) 100 дм.

3. Розрахувати молекулярну рефракцію тетрахлорометану, якщо  $n = 1,463$  і густина 1,604:

1) 28,5; 2) 54,3; 3) 2,64; 4) 26,4; 5) 264.

4. Молярна рефракція дийодметану ( $R_C = 2,42$ ;  $R_H = 1,10$ ;  $R_I = 8,86$ ) дорівнює:

1) 24,76; 2) 22,34; 3) 12,38; 4) 21,24; 5) 10,53.

5. Молекулярна рефракція тетрахлороетану ( $R_C = 2,42$ ;  $R_H = 1,10$ ;  $R_{Cl} = 5,97$ ) дорівнює:

1) 392; 2) 30,92; 3) 2,64; 4) 0,264; 5) 17,8.

6. Величина молярного коефіцієнта поглинання 0,005 М розчину амоніачного комплексу  $\text{Cu}^{2+}$  при товщині шару 3 см та оптичній густині 0,545 дорівнює в л/моль · см:

1) 1100,9; 2) 0,0031; 3) 36,3; 4) 0,0275; 5) 3,63.

7. Молекулярна рефракція вуглеводню  $C_{10}H_{16}$  дорівнює (показник заломлення дорівнює 1,4635, густина – 0,8594):

1) 4,36; 2) 436; 3) 87,2; 4) 43,6; 5) 55,7.

8. Чому дорівнює молярна концентрація розчину калію гексаціаноферату, якщо оптична густина його розчину дорівнює 0,435, товщина шару 2 см, молярний коефіцієнт поглинання речовини – 230 л/моль · см:

1)  $95 \cdot 10^{-5}$ ; 2) 264,4; 3) 0,02; 4)  $3,810^{-3}$ ; 5) 1,95?

9. Чому дорівнює потенціал водневого електрода при рН=10:

1) -0,59 В; 2) -0,30 В; 3) 0,59 В; 4) 0,30 В; 5) 0,00 В?

10. Розрахувати масу срібла, яке осаджується на катоді при проходженні струму силою 6А крізь розчин аргентуму нітрату протягом 30 хвилин:

1) 1; 2) 32; 3) 12; 4) 16; 5) 4.

11. Вміст Нікелю в розчині визначили полярографічно методом стандартів. Висота полярографічної хвилі  $2,15 \cdot 10^{-3}$  М стандартного розчину дорівнює 56 мм, а висота полярографічної хвилі досліджуваного розчину дорівнює 62 мм. Розрахувати концентрацію Нікелю в досліджуваному розчині:

1) 1,95 М; 2) 2,38 М; 3)  $1,95 \cdot 10^{-3}$ М; 4)  $2,38 \cdot 10^{-3}$ М;

5) 19,5 М.

12. Через розчин солі деякого металу пропускали струм силою 4А протягом 40 хв. При цьому 100%-ному виходу за струмом відповідає така кількість речовини металу (моль-екв/л):

1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,25; 4) 0,5; 5) 1,0.

13. Потенціал мідного електрода (в) зануреного в 0,01 М розчин його солі дорівнює:

1) 0,34; 2) 0,31; 3) 0,37; 4) -0,34; 5) 0,50.

14. Розрахувати, потенціал цинкового електрода (В), зануреного в розчин, який містить йони  $Zn^{2+}$  концентрацією 0,01 моль/л:

1) 0,67; 2) 0,8; 3) -0,67; 4) 1,2; 5) -0,85;

**15. Знайти граничну молярну електричну провідність масляної кислоти в  $\text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ , якщо  $\lambda_{\text{max}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-) = 0,0043$ ,  $\lambda_{\text{max}}(\text{H}^+) = 0,03498 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ :**

1)  $3,17 \cdot 10^{-2}$ ; 2)  $1,50 \cdot 10^{-4}$ ; 3) 8,13; 4)  $3,90 \cdot 10^{-2}$ ; 5) 0,14.

## **6. ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Проведення поточного та підсумкового контролів знань регламентується Положенням про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/25889>.

Поточний контроль знань студентів проводиться шляхом оцінювання звітів про виконання лабораторних робіт, якості конспектів лекцій та самостійної роботи студентів. Контроль самостійної роботи проводиться: з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів; за індивідуальним завданням – за допомогою перевірки та захисту реферату за отриманою темою.

Усі форми контролю охоплені 100-бальною шкалою оцінювання знань студентів за ECTS. В результаті можна отримати такі обов'язкові бали:

- 60 балів - за вчасне та якісне виконання завдань практичних та лабораторних робіт, що становить поточну складову його оцінки;
- 20 балів – модульний контроль 1;
- 20 балів – модульний контроль 2.

Модульний контроль проходитиме у формі тестування із застосуванням системи Moodle. У тесті 30 запитань різної складності:

- рівень 1 – 20 запитань по 0,6 балів (12 балів),
- рівень 2 – 8 запитань по 0,7 балів (5,6 балів),
- рівень 3 – 2 запитання по 1,2 балів (2,4 балів).

Усього – 20 балів.

Час тестування обмежений – 40 хвилин. Дата тестування призначається за тиждень до його проведення та повідомляється здобувачам вищої освіти.

Поточна складова оцінювання (60 балів) накопичується здобувачем вищої освіти у процесі виконання лабораторних робіт. Всього є в курсі 15 лабораторних заняття. Кожне з них оцінюється у 4 бали. Загальна оцінка розраховується як сума балів, накопичена здобувачем вищої освіти за роботу впродовж семестру.

Освітній компонент "Фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи аналізу" закінчується заліком, тому результати складання модульних контролів можуть зараховуватись як підсумковий контроль.

Положення про атестацію здобувачів вищої освіти та роботу екзаменаційної комісії <http://ep3.nuwm.edu.ua/8545/>. Положення про навчально-науковий центр незалежного оцінювання Національного університету водного господарства та природокористування <https://ep3.nuwm.edu.ua/4184/>. Порядок ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ОСНОВНА, ДОПОМІЖНА)

### Основна література:

1. Яцков, М. В., Буденкова, Н. М., Мисіна, О. І. *Фізична та колоїдна хімія.* Рівне : НУВГП, 2016. 164 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/5047>

2. Буденкова, Н. М., Яцков, М. В., Мисіна, О. І. *Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз.* Рівне : НУВГП, 2023. 189 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/26240>

3. Буденкова, Н. М. *Фізико-хімічні методи досліджень*. Рівне : НУВГП, 2011. 244 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2041>

4. Манековська, І. Є., Яцков, М. В. *Лабораторний практикум „Гідрохімія водойм”*. Рівне : НУВГП, 2011. 93 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2163>

#### Допоміжна література:

5. Манековська І. Є., Яцков М. В. Хімія, частина I (загальнотеоретична). Рівне : НУВГП, 2005. 187 с.

6. Манековська І. Є., Яцков М. В. Хімія, частина II (Хімія елементів). Рівне : НУВГП, 2009. 154 с

7. Клименко М. О., Бедункова О. О. Кругообіг важких металів у водних екосистемах : монографія. Рівне : НУВГП, 2008. 216 с.

#### Інформаційні ресурси в Інтернет:

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-resources/>

2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.lib.rv.ua/>

3. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>

4. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua;>

5. Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни:

– **Google Scholar:** [https://scholar.google.com/;](https://scholar.google.com/)

– **Elsevier/ Sciencedirect:** [https://www.elsevier.com/;](https://www.elsevier.com/)  
[https://www.sciencedirect.com/;](https://www.sciencedirect.com/)

**ResearchGate:** [https://www.researchgate.net/;](https://www.researchgate.net/)

6. <https://nap.nationalacademies.org/read/10814/chapter/1;>

7. <https://shop.elsevier.com/books/combustion/ball/978-0-12-088573-2;>

8. <https://shop.elsevier.com/books/fuel-cells-and-hydrogen/hacker/978-0-12-811459-9;>

9. <https://shop.elsevier.com/books/handbook-of-science-and-engineering-of-green-corrosion-inhibitors/bath/978-0-323-90589-3>;
10. [https://www.hilti.com.ar/content/dam/documents/pdf/temp/Corrosion-Handbook\\_global\\_W4412\\_en.pdf](https://www.hilti.com.ar/content/dam/documents/pdf/temp/Corrosion-Handbook_global_W4412_en.pdf);
11. <https://www.npl.co.uk/electrochemistry/corrosion-guides>