

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

**05-06-129М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни  
**«Хімія з основами біогеохімії»**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньо-професійними програмами «Екологія»  
спеціальності 101 «Екологія» та «Технології захисту  
навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології  
захисту навколишнього середовища»  
денної та заочної форми 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 «Хімія з основами біогеохімії» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Мисіна О. І. – Рівне : НУВГП, 2023. – 51 с.

Укладач: Мисіна О. І., старша викладачка кафедри хімії та фізики.

Відповідальний за випуск: Мороз М. В., доктор хім. наук, професор, завідувач кафедри хімії та фізики.

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Клименко Л. В.

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Статник І. І.

© О. І. Мисіна, 2023

© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

|   | Стор. |
|---|-------|
| ПЕРЕДМОВА.....  | 4     |
| 1. Опис навчальної дисципліни.....                    | 5     |
| 2. Мета, завдання навчальної дисципліни.....          | 6     |
| 3. Компетентності, програмні результати навчання..... | 6     |
| 4. Зміст навчальної дисципліни.....                   | 8     |
| 5. Тестові завдання для самоконтролю знань.....       | 24    |
| 6. Приклади розв'язку розрахункових завдань.....      | 43    |
| 7. Розрахункові завдання .....                        | 46    |
| 8. Порядок оцінювання результатів навчання.....       | 49    |
| 9. Література .....                                   | 51    |

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» входить до фундаментальної бази, що є основою фахової підготовки висококваліфікованих фахівців екологічного напрямку, здатних вирішувати практичні проблеми в галузях екології та технологіях захисту навколишнього середовища. Навчальна дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» ґрунтується на сучасних уявленнях хімічної науки, основних законах і поняттях класичної хімії і закладає базовий потенціал знань, необхідний як бакалаврам-екологам, так і бакалаврам-технологам захисту навколишнього середовища. Хімія з основами біогеохімії вивчає хімічні, фізичні, біологічні процеси, які регулюють склад навколишнього середовища, біогеохімічні цикли.

Контент навчальної дисципліни „Хімія з основами біогеохімії” складений відповідно до освітньої-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища».

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 «Хімія з основами біогеохімії» на навчальній платформі Moodle (режим доступу: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1975>).

В процесі виконання самостійної роботи студенти повинні закріпити теоретичні знання з даного розділу програми, навчитися розв'язувати контрольні завдання за наведеними алгоритмами розв'язку прикладів.

Головним результатом отриманої системи знань повинно бути вміння проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Ступінь вищої освіти        | бакалавр  |
| Освітня програма            | Екологія  |
| Спеціальність               | 101 Екологія  |
| Рік навчання, семестр       | Перший рік, I семестр - д.ф.н.;<br>другий рік, III семестр - з.ф.н.                             |
| Кількість кредитів          | 5   |
| Лекції:                     | 26 годин – д.ф.н.; 2 години – з.ф.н.  |
| Лабораторні заняття         | 26 годин – д.ф.н.; 14 годин – з.ф.н.  |
| Самостійна робота:          | 98 годин – д.ф.н.; 134 години – з.ф.н.  |
| Форма навчання              | денна/заочна  |
| Форма підсумкового контролю | екзамен   |
| Мова викладання             | державна або іноземна відповідно до п. 2.4 Положення про організацію освітнього процесу в НУВГП |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Ступінь вищої освіти        | бакалавр  |
| Освітня програма            | Технології захисту навколишнього середовища ID 458  |
| Спеціальність               | 183 Технології захисту навколишнього середовища   |
| Рік навчання, семестр       | Перший рік, I семестр - д.ф.н.;<br>другий рік, III семестр - з.ф.н.                             |
| Кількість кредитів          | 5   |
| Лекції:                     | 26 годин – д.ф.н.; 2 години – з.ф.н.  |
| Лабораторні заняття         | 26 годин – д.ф.н.; 14 годин – з.ф.н.  |
| Самостійна робота:          | 98 годин – д.ф.н.; 134 години – з.ф.н.  |
| Форма навчання              | денна/заочна  |
| Форма підсумкового контролю | екзамен   |
| Мова викладання             | державна або іноземна відповідно до п. 2.4 Положення про організацію освітнього процесу в НУВГП |

## **2. МЕТА, ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Метою вивчення навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії»** є поглиблене засвоєння студентами фундаментальних знань в галузі хімії, які складають основу для подальшого вивчення циклу хіміко-екологічних дисциплін та широко використовуються у практичній роботі фахівців з охорони та захисту навколишнього середовища.

**Завдання при вивчення навчальної дисципліни** – формування цілісної системи знань з основ загальної хімії та хімії елементів періодичної системи, формування уявлень про найважливіші закономірності перебігу хімічних процесів, роль хімічних елементів у живій природі, їхні колообіги та перетворення у біосфері та підготовка студентів до ефективного засвоєння спеціальних дисциплін згідно з навчальним планом, обґрунтування значення хімії та біогеохімії в різних галузях промисловості, зокрема в галузі раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища.

## **3. КОМПЕТЕНТНОСТІ, ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

**ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 101 «ЕКОЛОГІЯ»:**

**Компетентності:**

**ЗК08.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**Програмні результати навчання:**

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

**ПР10.** Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.

**ПР21.** Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

## **ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 183 «ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»:**

### **Компетентності:**

**ЗК2.** Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності.

**ФК3.** Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль якості навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів.

### **Програмні результати навчання:**

**РН1.** Знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природозахисних задач у виробничій сфері.

**РН8.** Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей полутантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля.

**РН9.** Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації.

## 4. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Модуль 1.

#### Тема 1. Основні поняття та закони хімії

Атомно-молекулярне вчення. Основні хімічні поняття: атом, молекула, хімічний елемент, прості і складні речовини, хімічна реакція, моль, еквівалент речовини, атомна, молекулярна, молярна маси та молярна маса еквівалентів. Основні хімічні закони: збереження маси речовини, сталості складу, кратних відношень, закон Авогадро, закон еквівалентів.

Література: [1, 4-9]

#### Запитання для самоконтролю знань

1. Сформулюйте основні положення атомно-молекулярного вчення.
2. Дайте визначення атома, молекули, хімічного елемента.
3. Дайте визначення простої та складної речовини. Наведіть приклади.
4. Наведіть визначення таких понять: моль, відносна атомна маса, відносна молекулярна маса.
5. Дайте визначення поняттю еквівалент. Наведіть приклади визначення еквівалента простих та складних речовин.
6. Наведіть формулу для визначення молярної маси еквівалентів простих та складних речовин. Приклади.
7. Наведіть формули взаємозв'язку між кількістю речовини, сталою Авогадро та кількістю структурних одиниць.
8. Основні закони хімії: закон збереження маси, закон Авогадро, закон сталості складу, закон об'ємних відношень.
9. Дати визначення понять: еквівалент, чинник еквівалентності, еквівалентне число, молярна маса еквівалента, кількість речовини еквівалента.
10. Закон еквівалентів та розрахунки на його основі.

#### Тема 2. Класифікація та номенклатура неорганічних сполук

Класифікація неорганічних сполук: оксиди, основи, кислоти, солі, амфотерні гідроксиди; способи їх добування,



номенклатура, властивості. Генетичний зв'язок між найважливішими класами неорганічних сполук. Застосування неорганічних сполук у виробництві мінеральних добрив та меліорантів.

Література: [1, 4-9]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Наведіть визначення оксидів, їх склад, класифікація, номенклатура та хімічні властивості (на прикладі кальцій оксиду).

2. Кислоти оксигеновмісні та безоксигенові. Номенклатура. Основність кислот. Кислотні залишки. Хімічні властивості кислот.

3. Основи, класифікація, номенклатура та хімічні властивості (на прикладах).

4. Солі (середні, кислі, основні), номенклатура. Хімічні властивості солей.

5. Кислотні оксиди, номенклатура, приклади. Хімічні властивості кислотних оксидів на прикладі карбон(IV) оксиду.

6. Амфотерні оксиди, номенклатура, приклади. Хімічні властивості амфотерних оксидів на прикладі алюміній оксиду.

7. Написати формули ангідридів, що відповідають вказаним кислотам:  $H_2SO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HNO_2$ . Написати рівняння реакцій, що підтверджують кислотний характер цих ангідридів.

8. Складіть формули таких речовин: натрій ортофосфат, кальцій гідрогенсульфіт, ферум(III) гідроксид сульфат, магній ацетат, алюміній дигідрогенортофосфат, хром(III) дигідроксид сульфат, літій силікат, манган(II) нітрит, хром(III) сульфат.

9. За формулами назвати солі:

$FeCl_3$ ,  $NaNO_2$ ,  $(CuOH)_2SO_4$ ,  $Mg(H_2PO_4)_2$ ,  $AlOH(NO_3)_2$ .

10. Виконати такі перетворення:

$MgSO_4 \rightarrow Mg(HSO_4)_2 \rightarrow MgSO_4 \rightarrow (MgOH)_2SO_4 \rightarrow Mg(OH)_2$ .

### Тема 3. Будова атома та систематика хімічних елементів

Розвиток уявлень про будову атомів. Атомні ядра. Ізотопи. Сучасне поняття про хімічний елемент. Поняття про

атомну орбіталь. Квантові числа. Атомні s-, p-, d-, і f-орбіталі. Правило Гунда. Принцип Паулі. Правила Клечковського. Будова багатоелектронних атомів. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів. Властивості атомів хімічних елементів (радіус атома, енергія йонізації, енергія спорідненості до електрона, електронегативність) та періодичність їх зміни.

Література: [1, 4-9]

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Дайте визначення атома. Які частинки входять до складу атома та його ядра. Що таке ізотопи?

2. Розподіл електронів по енергетичних рівнях та підрівнях. Принцип Паулі. Правило Гунда. Правила Клечковського.

3. Поняття про атомну орбіталь. Квантові числа. Атомні s-, p-, d-, і f-орбіталі.

4. Наведіть електронні формули йонів  $S^{2-}$  та  $Ca^{2+}$ .

5. Вказати значення квантових чисел (головного  $n$ , орбітального  $l$ , магнітного  $m$ , спінового  $m_s$ ) електрона, який є останнім за порядком заповнення в атомі Алюмінію  ${}_{13}Al$ .

6. Яку валентність, обумовлену неспареними електронами, може виявляти атом Хлору в нормальному та збудженому станах?

7. Електронна конфігурація атома Хлору в збудженому стані описується формулою  $3s^23p^43d^1$ . Вказати число неспарених електронів. Відповідь пояснити.

8. Вказати число неспарених електронів в атомі Сульфуру в основному (не збудженому) стані. Відповідь пояснити.

9. Якому з атомів чи йонів, вказаних нижче, відповідає електронна конфігурація зовнішнього енергетичного рівня  $3s^23p^63d^6$ : а) Cr; б) Fe; в)  $Fe^{2+}$ ; г)  $Fe^{3+}$ ; д)  $Co^{3+}$ ?

10. Навести формулювання періодичного закону хімічних елементів.

### **Тема 4. Хімічний зв'язок і будова речовини**

Типи хімічних зв'язків. Ковалентний зв'язок. Способи утворення ковалентного зв'язку. Механізм утворення

ковалентного зв'язку. Йонний зв'язок. Металічний зв'язок. Міжмолекулярна взаємодія.

Література: [1, 4-9]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Дайте визначення ковалентного зв'язку та наведіть способи його утворення.

2. Поясніть утворення ковалентного неполярного зв'язку в молекулах азоту та хлору.

3. Полярний ковалентний зв'язок. Механізм утворення ковалентного зв'язку на прикладі молекули амоніаку.

4. Який хімічний зв'язок називають водневим? Між молекулами яких речовин він утворюється. Наведіть приклади. Як впливає утворення водневого зв'язку на фізичні властивості речовин?

5. Визначити тип хімічного зв'язку в молекулах:  $N_2$ ,  $HCl$ ,  $CO_2$ ,  $BaCl_2$ . Покажіть утворення йонного зв'язку.

6. Поясніть, як утворюється хімічний зв'язок при взаємодії  $NH_3$  та  $H^+$ .

7. Дайте визначення металічного зв'язку.

8. Які типи хімічного зв'язку в молекулах  $HCl$ ,  $ZnCl_2$ ,  $N_2$ ,  $SO_2$ ,  $Na_2S$ ? Покажіть у вигляді валентних схем будову молекул з ковалентним полярним зв'язком.

9. Укажіть тип зв'язку у речовині, яка утворена елементами з порядковими номерами 17 і 19.

10. Укажіть тип зв'язку у речовині, яка утворена елементами з порядковими номерами 20 і 9.

### Тема 5. Загальні закономірності перебігу хімічних реакцій

Хімічна термодинаміка. Енергетика хімічних реакцій. Термохімічні рівняння і термодинамічні розрахунки на їх основі. Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій в гомогенних і гетерогенних системах та її залежність від різних факторів. Закон діючих мас. Правило Вант-Гоффа. Енергія активації. Каталіз. Хімічна рівновага. Принцип Ле Шательє.

Література: [1, 4-9]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Що називають термодинамічним процесом? Які термодинамічні процеси вам відомі?
2. Дайте визначення функції стану системи. Наведіть приклади.
3. Що вивчає хімічна кінетика і яке вона має теоретичне і практичне значення?
4. Від яких чинників залежить швидкість реакцій у гомогенних і гетерогенних системах?
5. Наведіть математичний запис закону діючих мас.
6. Які речовини називаються каталізаторами, інгібіторами? Наведіть приклади таких речовин.
7. Чому температура істотно впливає на швидкість хімічних реакцій і якими рівняннями описують цю залежність?
8. Що таке температурний коефіцієнт швидкості реакції і яке його чисельне значення?
9. Що таке активні молекули, енергія активації реакцій, проміжний комплекс?
10. Що розуміють під поняттям „стан хімічної рівноваги”? Які чинники впливають на стан хімічної рівноваги? У чому полягає суть принципу Ле Шательє?

### **Тема 6. Істинні розчини**

Загальна характеристика, способи вираження складу розчинів. Фізичні і хімічні процеси при розчиненні речовин. Фактори, які впливають на розчинність речовин. Способи вираження концентрації розчиненої речовини. Розчинники. Властивості розчинів неелектролітів. Явище осмосу. Закони Вант-Гоффа і Рауля.

Література: [1,4-9]

### **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. Властивості розчинів неелектролітів. Дайте визначення осмосу.
4. Сформулюйте закони Вант-Гоффа та Рауля для розчинів неелектролітів.
5. Обчислити масову частку солі в розчині, що містить 10 г солі в 40 г води.
6. Яку масу калій гідроксиду необхідно взяти, щоб приготувати 2 л 0,1 М розчину?
7. В якій масі води треба розчинити 40 г солі, щоб одержати 4%-ий розчин?
8. Визначити нормальність розчину сульфатної кислоти, в 1 л якого міститься 9,8 г  $H_2SO_4$ .
9. Яку масу 15% розчину можна приготувати з 300 г розчиненої речовини.
10. Визначити молярну концентрацію розчину, якщо в 500 мл його міститься 1,42 г натрій сульфату.

### **Тема 7. Розчини електролітів**

Особливості розчинів електролітів. Теорія електролітичної дисоціації С.Арреніуса. Ступінь і константа дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Закон розведення Оствальда. Електролітична дисоціація кислот, основ, амфолітів, солей. Йонний добуток води, водневий показник розчинів. Способи визначення водневого показника розчинів. Реакції між електролітами в розчинах. Йонно-молекулярні рівняння. Гідроліз солей, ступінь гідролізу, константа гідролізу.

Література: [1,4-9]

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

1. Які речовини називають електролітами? Наведіть основні положення теорії електролітичної дисоціації С.Арреніуса.
2. Що таке ступінь та константа дисоціації? Запишіть вираз константи дисоціації для сульфатної кислоти.

3. Дайте визначення сильних та слабких електролітів. Наведіть приклади.

4. Напишіть рівняння електролітичної дисоціації таких сполук: нітратна кислота, магній гідроксид, натрій ортофосфат, кальцій гідрогенкарбонат.

5. Що таке водневий показник розчинів? Які є способи визначення рН?

6. Що таке гідроліз солей? Приклади.

7. Вкажіть середовище розчину, що виникає в результаті гідролізу натрій фосфату. Напишіть рівняння гідролізу цієї солі.

8. Вкажіть сіль, водний розчин якої має кисле середовище:  
1) алюміній сульфат; 2) натрій нітрат; 3) натрій сульфат;  
4) калій хлорид; 5) натрій бромід. Складіть рівняння гідролізу ієї солі.

9. Визначити водневий та гідроксильний показники розчину в 500 мл якого розчинено 2,0 г натрій гідроксиду.

10. Скласти молекулярні, повні та скорочені йонно-молекулярні рівняння взаємодії між  $Fe(OH)_3$  та  $H_2SO_4$ .

### **Тема 8. Окисно-відновні реакції**

Ступінь окиснення елементів. Окисно-відновні реакції. Процеси окиснення та відновлення. Окисники та відновники. Типи окисно-відновних реакцій. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Реакції окиснення-відновлення у природі, виробничих процесах і технології очищення природних та промислових вод.

Література: [1,4-9]

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

1. Дайте визначення ступеня окиснення елементів. Наведіть правила визначення ступенів окиснення елементів.

2. Які реакції називають окисно-відновними? Що таке окисник, відновник, процеси окиснення та відновлення?

3. Які типи окисно-відновних реакцій ви знаєте? Наведіть приклади.

4. Реакції окиснення-відновлення у природі, виробничих процесах і технології очищення природних та промислових вод.

5. Які з наведених нижче рівнянь належать до окисно-відновних:

- 1)  $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ ;      2)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ ;  
3)  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ; 4)  $\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{AgCl}$ ;  
5)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ ? Відповідь пояснити.

6. Визначити ступені окиснення всіх елементів у таких сполуках:  $\text{KClO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

7. Вкажіть, який найвищий додатній та найнижчий ступінь окиснення може мати атом Нітрогену.

8. Урівняйте рівняння окисно-відновної реакції методом електронного балансу:  $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

9. Які найважливіші окисники і відновники ви знаєте?

10. Значення та застосування окисно-відновних реакцій.

## Тема 9. Електрохімічні процеси

Поняття про електродні потенціали. Поняття про стандартний водневий електрод. Рівняння Нернста. Ряд стандартних електродних потенціалів. Гальванічні елементи. Електроліз розплавів та водних розчинів електролітів. Закони Фарадея. Застосування електролізу. Проблеми очищення промислових і стічних вод гальванічних виробництв. Корозія металів. Види корозії. Хімічна та електрохімічна корозія. Механізм атмосферної корозії чорних металів. Методи захисту від корозії.

Література: [1,4-9]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Дайте визначення електродного потенціалу. Що собою являє стандартний водневий електрод?

2. Яка залежність виражається рівнянням Нернста? Поясніть зміст величин, які входять в це рівняння.

3. Що таке ряд стандартних електродних потенціалів?

4. Дати визначення гальванічного елемента. Їх значення.

5. Навести схему мідно-цинкового гальванічного елемента та пояснити його принцип дії.
6. Які процеси відбуваються на електродах при електролізі розплавів електролітів?
7. Які процеси відбуваються на електродах при електролізі водних розчинів електролітів?
8. Що таке корозія металів? Види корозії.
9. Які ви знаєте методи захисту металів від корозії?
10. Проблеми очищення промислових і стічних вод гальванічних виробництв.

## **Тема 10. Хімія води**

Будова молекул води. Фізичні властивості води. Основні особливості фізичних властивостей води (аномалії води). Взаємодія води з простими речовинами і хімічними сполуками. Природні води та їх склад. Твердість води та методи пом'якшення твердості води.

Література: [1,4-9]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Яку будову має молекула води? Навести ізотопний склад води.
2. Поясніть внутрішню будову має вода у вільному стані (рідкому, твердому, газуватому).
3. Які основні особливості фізичних властивостей води (аномалії води).
4. Основні особливості фізичних властивостей води (аномалії води).
5. Взаємодія води з простими речовинами і хімічними сполуками.
6. Що таке твердість води і чим вона зумовлена?
7. Які є види твердості води?
8. Наведіть методи пом'якшення твердості води.
9. Які солі зумовлюють карбонатну твердість води?



10. Які солі зумовлюють постійну твердість води? Які є методи усунення постійної твердості?

### **Тема 11. Основи біогеохімії**

Поняття про базові концепції біогеохімії. Загальні уявлення про еволюційну біогеохімію. Загальна характеристика біогеохімічних циклів елементів. Основи біогеохімії оточуючого середовища. Основні напрямки розвитку сучасної біогеохімії.

Література: [3,10]

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

1. Що вивчає біогеохімія та до яких наук вона належить?
2. Якими факторами забезпечується життя, ріст і розвиток організмів?
3. Поясніть загальні уявлення про еволюційну біогеохімію.
4. Які основні напрямки розвитку сучасної біогеохімії?
5. Наведіть біогеохімічний цикл Карбону.
6. Наведіть біогеохімічний цикл Нітрогену.
7. Наведіть біогеохімічний цикл Оксигену.
8. Наведіть біогеохімічний цикл Фосфору.
9. Наведіть біогеохімічний цикл Сульфуру.
10. Основи біогеохімії оточуючого середовища.

### **Модуль 2.**

#### **Тема 1. Задачі та методи аналітичної хімії**

Предмет аналітичної хімії. Поняття про хімічні та інструментальні методи аналізу. Метрологічні і аналітичні характеристики методів аналізу, доцільність їх застосування. Залежність хіміко-аналітичних властивостей елементів і їх сполук від розміщення елементів в Періодичній системі.

Література: [2,4,7-9]

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

1. Що вивчає аналітична хімія? Які її розділи?

2. Періодичний закон і періодична система елементів Д.Менделєєва в аналітичній системі.
3. Що таке хімічні і інструментальні методи аналізу?
4. Які ви знаєте метрологічні і аналітичні характеристики методів.
5. Поясніть залежність хіміко-аналітичних властивостей елементів і їх сполук від розміщення елементів в Періодичній системі.
6. Поясніть здатність атомів елементів утворювати катіони і аніони.
7. Здатність до реакцій осадження, кислотно-основних взаємодій, комплексоутворення, окисно-відновних реакцій.
8. Які задачі вирішує аналітична хімія?
9. Які методи аналітичної хімії ви знаєте?
10. Які типи реакцій використовуються в аналітичній хімії?

## **Тема 2. Якісний аналіз**

Дробний і систематичний методи якісного аналізу. Класифікація катіонів за аналітичними групами. Аналітичні властивості катіонів. Класифікація аніонів за аналітичними групами. Аналітичні властивості аніонів.

Література: [2,4,7-9]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. В чому суть дробного і систематичного методів якісного аналізу.
2. Наведіть сульфідну класифікацію катіонів за аналітичними групами.
3. Охарактеризуйте аналітичні властивості катіонів I-ої аналітичної групи.
4. Дайте характеристику аналітичним властивостям катіонів II-ої аналітичної групи.
5. Аналітичні властивості катіонів III-ої аналітичної групи.
6. Поясніть аналітичні властивості катіонів IV-ої аналітичної групи.
7. Аналітичні властивості катіонів V-ої аналітичної групи.

8. Наведіть класифікацію аніонів за основними групами.
9. Дайте характеристику аналітичним властивостям I-ої групи аніонів.
10. Аналітичні властивості II-ої та III-ої груп аніонів.

### **Тема 3. Рівноваги в розчинах електролітів**

Кислотно-основні рівноваги. Концентраційна і термодинамічна константи. Обчислення рН в кислотно-основних системах. Приклади розрахунків рН. Буферні розчини. Буферна ємність. Значення буферних розчинів в хімічному аналізі. Буферні властивості природних вод.

Література: [2,4,7-9]

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

1. Дайте загальну характеристику рівноважної системи.
2. Що таке йонна сила розчину, коефіцієнт активності, активність йону?
3. Кислотно-основні рівноваги. Концентраційна та термодинамічна константи.
4. Обчислення рН в кислотно-основних системах.
5. Що таке буферні розчини? Їх значення в хімічному аналізі.
6. Буферні розчини як протолітичні пари. Що таке буферна ємність?
7. Наведіть буферні властивості природних вод.
8. Які ви знаєте типи буферних розчинів? Наведіть приклади.
9. Наведіть приклади буферних сумішей, які утворені на основі слабких кислот.
10. Наведіть приклади буферних сумішей, які утворені на основі слабких основ.

### **Тема 4. Осадження малорозчинних сполук**

Теоретичні основи осадження малорозчинних сполук. Рівновага в системі „розчин-осад”. Розрахунки за добутком

розчинності. Обчислення розчинності в присутності однойменного йону. Вплив рН на розчинність. Реакції осадження в хімічному аналізі та технології очищення природних і стічних вод.

Література: [2,4,7-9]

### Запитання для самоконтролю знань

1. Поясніть теоретичні основи осадження малорозчинних сполук.
2. Що таке добуток розчинності?
3. Як впливають однойменні йони на розчинність осадів.
4. Поясніть вплив рН на розчинність гідроксидів і солей слабких кислот.
5. Які реакції осадження використовують в хімічному аналізі?
6. Наведіть умови утворення осадів.
7. Запишіть вираз добутку розчинності кальцій ортофосфату.
8. Добуток розчинності кальцій сульфату  $DP_{CaSO_4} = 6,4 \cdot 10^{-5}$ . Обчислити концентрацію йонів кальцію і розчинність солі в грамах на літр у насиченому розчині.
9. Які реакції осадження використовують в технології очищення природних і стічних вод?
10. Запишіть вираз добутку розчинності ферум(III) гідроксиду.

### Тема 5. Окисно-відновні реакції в якісному і кількісному аналізах

Загальна характеристика окисно-відновних систем. Вираз рівноважного електродного потенціалу для різних окисно-відновних систем. Залежність рівноважного електродного потенціалу від рН. Напрявленість перебігу окисно-відновних реакцій за стандартних умов. Окисно-відновні властивості води.

Література: [2,4,7-9]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Дайте загальну характеристику окисно-відновних систем.
2. Окисно-відновні реакції в якісному і кількісному аналізах.
3. Що таке окисно-відновний потенціал?
4. Наведіть залежність рівноважного електродного потенціалу від  $pH$ . Рівняння Нернста.
5. Напрявленість перебігу окисно-відновних реакцій в стандартних умовах.
6. Що таке константа рівноваги окисно-відновної реакції.
7. Як впливають реакції осадження на зміщення окисно-відновної рівноваги?
8. Поясніть окисно-відновні властивості води.
9. Що таке стандартний окисно-відновний потенціалі як його вимірюють?
10. Як впливають реакції комплексоутворення на зміщення окисно-відновної рівноваги?

### **Тема 6. Загальна характеристика титриметричних методів аналізу**

Класифікація титриметричних методів аналізу за типом хімічної реакції. Способи титрування (пряме, за методом залишку, за методом заміщення). Способи вираження складу робочого (стандартного) розчину. Способи приготування робочих розчинів. Первинні стандартні розчини. Стандартизація робочих розчинів. Приклади розрахунків.

Література: [2,4,7-9]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Наведіть класифікацію титриметричного аналізу за типом хімічної реакції.
2. Які існують способи титрування?
3. В чому суть прямого титрування? Приклади таких визначень.

4. В чому суть титрування за методом залишку?  
Приклади.
5. В чому суть титрування за методом заміщення?  
Приклади визначень.
6. В чому суть реверсивного титрування? Приклади.
7. Концентрація розчинів і розрахунки в титриметричному аналізі.
8. Які способи приготування робочих розчинів?
9. Як готують стандартні розчини в титриметричному аналізі?
10. Що таке стандартизація робочих розчинів?

### **Тема 7. Кислотно-основне титрування**

Загальна характеристика методу. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування. Показник титрування  $pT$ . Розрахунок кривих титрування (на прикладах титрування сильної кислоти сильною основою та слабкої кислоти сильною основою). Стрибок титрування. Вибір індикатора. Індикаторна похибка. Титрування солей (на прикладах  $Na_2B_4O_7$  і  $Na_2CO_3$ ).

Література: [2,4,7-9]

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

1. В чому суть кислотно-основного титрування?  
Застосування в кількісному аналізі.
2. Що таке точка еквівалентності?
3. Що таке кінцева точка титрування та показник титрування  $pT$ ?
4. Які індикатори використовують у кислотно-основному титруванні? Індикаторна похибка.
5. Що собою являють криві титрування?
6. Які можуть виникати помилки титрування?
7. Приклади застосування методу кислотно-основного титрування.
8. Наведіть методику приготування розчину хлоридної кислоти в методі кислотно-основного титрування.
9. В чому полягає суть методів ацидиметрії та алкаліметрії?

10. Який метод використовують для приготування стандартного розчину бури?

### **Тема 8. Окисно-відновне та комплексометричне титрування**

Загальна характеристика методів. Основні методи окисно-відновного титрування: перманганатометрія, йодометрія, хроматометрія (дихроматометрія). Приготування і стандартизація робочих розчинів. Розрахунок кривих титрування. Приклади визначень. Комплексометричне титрування (загальні уявлення).

Література: [2,4,7-9]

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

1. Наведіть загальну характеристику методів окисно-відновного титрування.

2. Як визначається еквівалент у реакціях окиснення-відновлення.

3. В чому полягає суть перманганатометрії? Загальна характеристика.

4. Охарактеризуйте методи приготування і стандартизації робочих розчинів в перманганатометричному визначенні феруму(II).

5. Які індикатори використовують у методі перманганатометрії?

6. В чому полягає суть йодометрії? Загальна характеристика.

7. В чому полягає суть дихроматометрії? Загальна характеристика.

8. Дайте загальну характеристику комплексометричного титрування.

9. Опишіть методику комплексометричного визначення магнію.

10. Які індикатори використовують при комплексометрії?

## **Тема 9. Основи екологічної біогеохімії**

Основні поняття про предмет, завдання, методи та основні напрямки досліджень екологічної біогеохімії. Загальні уявлення про основні проблеми сучасної екологічної біогеохімії.

Література: [3,10]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Що вивчає екологічна біогеохімія?
2. Які завдання та предмет екологічної біогеохімії?
3. Наведіть методи досліджень екологічної біогеохімії.
4. Охарактеризуйте основні напрямки досліджень екологічної біогеохімії.
5. Які основні проблеми вирішує екологічна біогеохімія?

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

### **1. Що вивчає біогеохімія:**

- 1) хімічний склад організмів і хімічні реакції, що зумовлюють їх структуру та функції;
- 2) роль живих організмів в міграції і перерозподілі хімічних елементів в земній корі;
- 3) хімічні перетворення в процесі життєдіяльності організмів на різному ступені філогенезу;
- 4) хімічний склад і біологію організму;
- 5) хімічний склад і його фізичний рух?

### **2. Якими факторами забезпечується життя, ріст і розвиток організмів:**

- 1) джерелами *C, N, P, O, H* тощо;
- 2) джерелами енергії;
- 3) джерелами енергії та *C, N, P, O, H* тощо;
- 4) джерелами *C, N, P, O, H* та інших елементів, метаболізм яких супроводжується обміном енергії;
- 5) джерелами енергії та макроелементами, метаболізм яких супроводжується обміном енергії?



**3. До яких наук належить біогеохімія:**

- 1) до природничих наук фізіологічного профілю;
- 2) до хімічних наук;
- 3) це міждисциплінарна наука, що виникла на межі наук біології, геології, хімії;
- 4) до функціонально-морфологічних наук;
- 5) до наук, що вивчають механізм захисту організмів від мікробів, вірусів, чужерідних білків тощо?

**4. Вторинна структура молекули білка:**

- 1) утворена послідовністю амінокислотних залишків, з'єднаних пептидними зв'язками;
- 2) формується за рахунок водневого зв'язку ланцюга між групами  $-NH-$  та  $-CO-$  даного поліпептидного ланцюга;
- 3) утворюється внаслідок взаємодії між боковими відгалуженнями поліпептидних ланцюгів;
- 4) є асоціацією декількох субодиниць поліпептидної природи (протомерів);
- 5) немає правильної відповіді.

**5. До яких наук належить біохімія:**

- 1) до природничих наук фізіологічного профілю;
- 2) до хімічних наук;
- 3) до функціонально-морфологічних наук;
- 4) до наук, що вивчають механізм захисту організмів від мікробів, вірусів, чужерідних білків тощо;
- 5) до медичних наук?

**6. Хімія, що вивчає зв'язок між будовою органічних речовин та їх біологічними функціями називається:**

- 1) біогеохімія;
- 2) біоорганічна хімія;
- 3) біонеорганічна хімія;
- 4) біохімія;
- 5) аналітична хімія.

**7. Наука, що вивчає роль живих організмів в міграції і перерозподілі хімічних елементів в земній корі:**

- 1) геохімія;
- 2) гідрохімія;
- 3) аналітична хімія;
- 4) біохімія;
- 5) біогеохімія.

**8. Який з елементів за своїми властивостями в живих організмах дістав назву універсального біметалу:**

- |            |             |
|------------|-------------|
| 1) Калій;  | 2) Кальцій; |
| 3) Манган; | 4) Цинк;    |
| 5) Магній? |             |

**9. Недостатня кількість якого елемента в організмі спричиняє хворобу крові – анемію:**

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1) Калію;   | 2) Феруму; |
| 3) Мангану; | 4) Цинку;  |
| 5) Натрію.  |            |

**10. Предмет аналітичної хімії – це:**

- 1) методи визначення якісного складу речовин;
- 2) методи визначення кількісного складу речовин;
- 3) методи визначення хімічного складу речовин;
- 4) методи визначення якісного та кількісного складу речовин;

- 5) методи визначення складу речовин.

**11. Позначте характерну особливість катіонів I-ої аналітичної групи:**

- 1) сульфідні цих катіонів не розчиняються у воді;
- 2) їх сульфідні розчиняються у воді, а карбонати – погано розчинні у воді;
- 3) сульфідні цих катіонів не розчиняються в розведених кислотах, а розчиняються у сульфідних та полісульфідних лужних металів;
- 4) сульфідні і карбонати розчиняються у воді;
- 5) сульфідні цих металів не розчиняються у воді та в розведеній хлоридній кислоті.

**12. Позначте груповий реактив катіонів III-ої аналітичної групи:**

- 1) амоній карбонат;
- 2) амоній сульфід;
- 3) сірководень в кислому розчині;
- 4) немає групового реактиву;
- 5) амоній полісульфід.

**13. Вказати індикатор, у присутності якого проводять комплексонометричне визначення твердості води:**

- 1) фенолфталеїн;
- 2) еріохром чорний Т;

- 3) дифеніламін;
- 4) метиловий оранжевий;
- 5) титрування проводять без індикатора.

**14. Умовою утворення осаду є:**

- 1) добуток концентрацій йонів малорозчинного електроліту більший за добуток розчинності;
- 2) добуток концентрацій йонів малорозчинного електроліту менший за добуток розчинності;
- 3) добуток концентрацій йонів малорозчинного електроліту дорівнює добутку розчинності;
- 4) добуток концентрацій йонів електроліту більший за величину константи дисоціації;
- 5) добуток концентрацій йонів електроліту менший за величину константи дисоціації.

**15. Формула для визначення рН розчину солі, утвореної слабкою кислотою і слабкою основою, має вигляд:**

$$1) pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{\text{кисл}} + \frac{1}{2} \lg C_M (\text{соли});$$

$$2) pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{\text{кисл}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{соли});$$

$$3) pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{соли});$$

$$4) pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{\text{кисл}} - \frac{1}{2} pK_{\text{осн.}};$$

$$5) pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{соли}).$$

**16. Для буферної суміші складу, що містить рівні об'єми 0,01М розчинів NH<sub>4</sub>OH та NH<sub>4</sub>Cl рН розраховують за формулою:**

$$1) pH = pK_{\text{NH}_4\text{OH}} - \lg \frac{C_M(\text{NH}_4\text{OH})}{C_M(\text{NH}_4\text{Cl})};$$

$$2) pH = pK_{\text{NH}_4\text{OH}} + \lg \frac{C_M(\text{NH}_4\text{OH})}{C_M(\text{NH}_4\text{Cl})};$$

$$3) pH = 14 - pK_{NH_4OH} + \lg \frac{C_M(NH_4OH)}{C_M(NH_4Cl)} ;$$

$$4) pH = 14 - pK_{NH_4OH} - \lg \frac{C_M(NH_4OH)}{C_M(NH_4Cl)} ;$$

$$5) pH = 14 - pK_{NH_4OH} + \lg \frac{C_M(NH_4Cl)}{C_M(NH_4OH)} .$$

### 17. Кінцева точка титрування – це:

- 1) момент титрування, коли досягнуто еквівалентне співвідношення реагуючих речовин;
- 2) точка кінця титрування, яку визначають індикатором;
- 3) точка кінця титрування, яку визначають візуально;
- 4) момент титрування, коли ще не досягнуто еквівалентне співвідношення реагуючих речовин;
- 5) точка кінця титрування, яку визначають за допомогою робочого розчину.

### 18. За якою ознакою IV група катіонів поділяється на підгрупи:

- 1) хлориди підгрупи Аргентуму розчиняються у воді, а підгрупи Купруму – ні;
- 2) хлориди підгрупи Аргентуму не розчиняються у воді, а підгрупи Купруму – розчиняються у воді;
- 3) хлориди обох підгруп розчиняються у воді;
- 4) хлориди обох підгруп не розчиняються у воді;
- 5) хлориди підгрупи Аргентуму розчиняються в кислоті?

### 19. Особливістю катіонів II-ої аналітичної групи є те, що:

- 1) сульфідів цих катіонів не розчиняються у воді;
- 2) їх сульфідів розчиняються у воді, а карбонати – погано розчинні у воді;
- 3) сульфідів цих катіонів не розчиняються в розведених кислотах, а розчиняються у сульфідах та полісульфідах лужних металів
- 4) сульфідів і карбонати розчиняються у воді;
- 5) сульфідів цих металів не розчиняються у воді та в розведеній хлоридній кислоті.

**20. При визначенні лужності води використовують індикатори:**

1) титрування проводять метиловим оранжевим (визначають загальну лужність) та з фенолфталеїном (визначають вільну лужність);

2) лужність визначають при титруванні з метиловим оранжевим;

3) лужність визначають при титруванні з фенолфталеїном;

4) титрують в присутності метилового червоного;

5) титрують в присутності лакмусу.

**21. Позначити пари речовин, які утворюють буферні розчини:**

1)  $\text{HNO}_3$  та  $\text{NaNO}_3$ ; 2)  $\text{KOH}$  та  $\text{KCl}$ ; 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та  $\text{NaOH}$ ;

4)  $\text{HNO}_2$  та  $\text{NaNO}_2$ ; 5)  $\text{HI}$  та  $\text{KCl}$ .

**22. До катіонів III-ої аналітичної групи належать:**

1)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ;

2)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ;

3)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ;

4)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ;

5)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ .

**23. Позначте характерну особливість аніонів II-ої аналітичної групи:**

1) бар'єві солі погано розчиняються у воді;

2) солі Аргентуму погано розчиняються у воді і розведеної нітратній кислоті;

3) солі Барію та Аргентуму розчиняються у воді;

4) солі Аргентуму розчиняються у воді;

5) солі Барію та Аргентуму погано розчиняються у воді.

**24. Розчинність осадів при добавлянні однойменних йонів:**

1) зменшується; 2) збільшується;

3) не змінюється;

4) спочатку зменшується, потім збільшується;

5) спочатку збільшується, а потім зменшується.

**25. Амонійна буферна суміш здатна підтримувати рН рівне:**

1) нейтральне; 2) 9,25; 3) 4,75; 4) 12; 5) 7.

**26. Предмет аналітичної хімії – це:**

- 1) методи визначення якісного складу речовин;
- 2) методи визначення хімічного складу речовин;
- 3) методи визначення кількісного складу речовин;
- 4) методи визначення якісного та кількісного складу речовин;
- 5) методи визначення складу речовин.

**27. Позначити катіони, що належать до I-ої аналітичної групи:**

- 1)  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Mg^{2+}$ ;
- 2)  $NH_4^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ;
- 3)  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ;
- 4)  $NH_4^+$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ;
- 5)  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ .

**28. Позначити пари катіонів, що належать до II-ої аналітичної групи:**

- 1)  $Al^{3+}$  і  $Co^{2+}$ ;
- 2)  $Ba^{2+}$  і  $Ca^{2+}$ ;
- 3)  $Hg^{2+}$  і  $Bi^{3+}$ ;
- 4)  $Zn^{2+}$  і  $Cu^{2+}$ ;
- 5)  $NH_4^+$  і  $K^+$ .

**29. Позначити пари речовин, які утворюють буферні розчини:**

- 1)  $HNO_3$  та  $NaNO_3$ ;
- 2)  $KOH$  та  $KCl$ ;
- 3)  $H_2SO_4$  та  $NaOH$ ;
- 4)  $HNO_2$  та  $KNO_2$ ;
- 5)  $HI$  та  $KCl$ .

**30. До катіонів III-ої аналітичної групи належать:**

- 1)  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ;
- 2)  $Fe^{3+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ;
- 3)  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ;
- 4)  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Mg^{2+}$ ;
- 5)  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Na^+$ .

**31. Аналітична хімія включає такі розділи:**

- 1) якісний та кількісний аналізи;
- 2) якісний аналіз, гравіметричний аналіз, титриметричний аналіз;
- 3) кількісний аналіз, об'ємний аналіз, фізико-хімічні методи аналізу;
- 4) ваговий аналіз, об'ємний аналіз;
- 5) якісний аналіз, кількісний аналіз, фізико-хімічні методи аналізу.

**32. Точка еквівалентності відповідає моменту:**

- 1) коли доданий надлишок розчину реактиву;



**37. Ацетатна буферна суміш здатна підтримувати рН:**

- 1) нейтральне;
- 2) 9,25;
- 3) 4,75;
- 4) 12;
- 5) 7.

**38. Вказати індикатор, у присутності якого проводять перманганатометричне визначення феруму(II):**

- 1) фенолфталеїн;
- 2) еріохром чорний Т;
- 3) дифеніламін;
- 4) метиловий оранжевий;
- 5) титрування проводять без індикатора.

**39. При визначенні лужності води використовують індикатори:**

- 1) титрування проводять метиловим оранжевим (визначають загальну лужність) та з фенолфталеїном (визначають вільну лужність);
- 2) лужність визначають при титруванні з метиловим оранжевим;
- 3) лужність визначають при титруванні з фенолфталеїном;
- 4) титрують в присутності метилового червоного;
- 5) титрують в присутності лакмусу.

**40. До кислотно-основних індикаторів належить:**

- 1) еріохром чорний Т;
- 2) дифеніламін;
- 3) фенолфталеїн;
- 4) дифенілкарбазид;
- 5) кислотний хром чорний.

**41. Робчим, або титрованим, розчином називають:**

- 1) розчин реактиву невідомої концентрації;
- 2) розчин реактиву відомої концентрації;
- 3) розчин реактив;
- 4) розчин визначуваної речовини;
- 5) розчин точної концентрації.

**42. Стандартними (титрованими) називають:**

- 1) розчини приблизної концентрації визначуваного компонента;
- 2) розчини з точно відомою концентрацією (титром, нормальністю) визначуваного компонента;
- 3) речовини невідомої концентрації;
- 4) розчини точної концентрації титранта;
- 5) розчини приблизної концентрації титранта.



#### **43. Криві титрування показують:**

- 1) графічну зміну рН розчину в процесі титрування;
- 2) залежність маси визначуваного компонента від об'єму доданого титранта;
- 3) графічну залежність зміни концентрації учасника реакції, яка відбувається при титруванні (або логарифма концентрації), від об'єму доданого титранта (або від ступеня відтитрованості);
- 4) залежність об'єму визначуваного компонента від об'єму доданого титранта;
- 5) залежність зміни концентрації від рН.

#### **44. Характерною особливістю аніонів III-ої аналітичної групи є:**

- 1) бар'єві солі, які погано розчиняються у воді;
- 2) солі Аргентуму, які погано розчиняються у воді й розведеній  $\text{HNO}_3$ ;
- 3) солі Барію та Аргентуму, які розчиняються у воді;
- 4) солі Барію розчинні у воді;
- 5) солі Барію та Аргентуму погано розчиняються у воді.

#### **45. Позначити одну з властивостей, що відрізняє катіони I-ої аналітичної групи від інших груп:**

- 1) карбонати і сульфідні цих катіонів розчинні у воді;
- 2) карбонати цих катіонів погано розчинні у воді, а сульфідні розчинні;
- 3) сульфідні цих катіонів нерозчинні у воді;
- 4) для них характерна здатність утворювати комплексні сполуки;
- 5) сульфідні цих катіонів не розчиняються у розведених кислотах.

#### **46. Комплексами називають:**

- 1) складні сполуки, утворені з двох або більше йонів чи молекул, здатних до самостійного існування;
- 2) складні сполуки, утворені з двох йонів, здатних до самостійного існування;
- 3) складні сполуки, утворені з двох молекул, здатних до самостійного існування;

4) складні сполуки, утворені з двох або більше різних іонів чи молекул, здатних до самостійного існування;

5) складні сполуки, утворені йонами, які не здатні до самостійного існування.

**47. Для кальцій фосфату рівняння добутку розчинності має вигляд:**

- 1)  $DP = [Ca^{2+}][PO_4^{3-}]$ ;                      2)  $DP = [Ca^{2+}]^2/[PO_4^{3-}]$ ;  
3)  $DP = [Ca^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2$ ;                      4)  $DP = [Ca^{2+}]^3[PO_4^{3-}]$ ;  
5)  $DP = [Ca^{2+}][PO_4^{3-}]^2$ .

**48. Характерною особливістю аніонів I-ої групи є:**

- 1) погана розчинність у воді солей Барію цих аніонів;  
2) добра розчинність у воді солей Барію;  
3) розчинність солей Барію та Аргентуму у воді;  
4) солі Аргентуму погано розчиняються у воді й розведеної  $HNO_3$ ;

5) погана розчинність солей Барію та Аргентуму у воді.

**49. До кислотно-основних індикаторів належить:**

- 1) еріохром чорний Т;                      2) дифеніламін;  
3) метиловий оранжевий;                      4) дифенілкарбазид;  
5) кислотний хром чорний.

**50. Робочим, або титрованим, розчином називають:**

- 1) розчин реактиву невідомої концентрації;  
2) розчин реактиву відомої концентрації;  
3) розчин реактив;  
4) розчин визначуваної речовини;  
5) розчин точної концентрації.

**51. При розділенні катіонів III-ої аналітичної групи за лужно-пероксидним методом:**

1) в осад випадають  $Fe(OH)_3$ ,  $Co(OH)_3$ , а в розчині залишаються  $[Al(OH)_4]^-$ ,  $[Zn(OH)_4]^{2-}$  та йони  $CrO_4^{2-}$ ;

2) в осад випадають  $FePO_4$ ,  $CrPO_4$ ,  $AlPO_4$ , в розчині –  $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ ,  $[Co(NH_3)_4]^{2+}$ ,  $[Zn(NH_3)_2]^{2+}$ ;

3) випадають гідроксиди  $Cr(OH)_3$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $Co(OH)_3$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $Ni(OH)_2$ ;

4) утворюються розчинні гідроксиди катіонів III – ої аналітичної групи;

5) утворюються аміакати катіонів III – ої аналітичної групи.

**52. До аніонів II-ої аналітичної групи належать:**

- 1)  $\text{BO}_2^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{SO}_3^{2-}$ ;  $\text{CO}_4^{2-}$ ;  $\text{CrO}_4^{2-}$ ;  $\text{F}^-$ ;
- 2)  $\text{S}^{2-}$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{Br}^-$ ;  $\text{I}^-$ ;  $\text{SCN}^-$ ;
- 3)  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{ClO}_3^-$ ;  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
- 4)  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 5)  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;  $\text{SO}_3^{2-}$ ;  $\text{CrO}_4^{2-}$ .

**53. Основою фотометричного визначення є:**

- 1) вимірювання кута заломлення світла при переході з одного середовища в інше;
- 2) визначення оптичного обертання;
- 3) реакція утворення або руйнування сполук, що поглинають світло, і вимірювання оптичної густини (інтенсивності забарвлення) розчинів;
- 4) визначення об'єму розчину визначуваної речовини;
- 5) визначення маси визначуваного компонента.

**54. Визначити фактор (чинник) еквівалентності окисника в реакції  $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ :**

- 1)  $\frac{1}{3}$ ;
- 2)  $\frac{1}{5}$ ;
- 3) 1;
- 4)  $\frac{1}{4}$ ;
- 5)  $\frac{1}{2}$ .

**55. Метод заміщення полягає в тому, що:**

- 1) до розчину досліджуваних йонів додають відміряну кількість титрованого розчину реактиву, взятого в надлишку проти теоретичної кількості визначуваних йонів;
- 2) визначувана речовина безпосередньо реагує з титрантом;
- 3) стандартний розчин реагенту титрують розчином, що аналізують;
- 4) визначувані йони заміщують еквівалентною кількістю інших йонів, які вже можна визначити прямим титруванням;
- 5) визначувана речовина реагує з титрованим розчином реактиву.

**56. Перманганатометричне визначення  $\text{Fe}^{2+}$  проводять в присутності індикатора:**

- 1) еріохрому чорного Т;
- 2) фенолфталеїну;

- 3) без індикатора;
- 4) дифенілкарбазиду;
- 5) крохмалю.

**57. Реверсивне титрування полягає в тому, що:**

1) до розчину досліджуваних йонів додають відміряну кількість титрованого розчину реактиву, взятого в надлишку проти теоретичної кількості визначуваних йонів;

2) розчин реагенту титрують розчином, що аналізують;

3) що визначувані йони заміщують еквівалентною кількістю інших йонів, які вже можна визначити прямим титруванням;

4) що визначувана речовина безпосередньо реагує з титрантом;

5) що визначувана речовина реагує з титрованим розчином реактиву.

**58. Буферними називають:**

1) розчини, що здатні зберігати рН практично сталим при розбавленні, а також при додаванні значних кількостей кислот або лугів;

2) розчини, що здатні зберігати сталим рН;

3) розчини, що здатні зберігати практично сталим рН при розбавленні, а також при додаванні в невеликих кількостях кислот або лугів;

4) розчини, що здатні зберігати сталим свій склад;

5) розчини сумішей сильної кислоти та її солі.

**59. В методі кислотно-основного титрування розчин НСІ готують:**

1) розбавленням НСІ(конц.) з наступною стандартизацією за установочними речовинами –  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (безводн.); при цьому індикатор використовують – метиловий оранжевий;

2) розчиненням розрахованої наважки НСІ з наступною стандартизацією за установочними речовинами -  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (безводн.); індикатор – метиловий оранжевий;

3) розбавленням НСІ(конц.) (з наступною стандартизацією за установочними речовинами –  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ; індикатор – фенолфталеїн);

4) розбавленням  $\text{HCl}$ (конц.) з наступною стандартизацією за установочними речовинами –  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (безводн.); при цьому індикатор використовують – фенол – фенолфталеїн;

5) розчинення розрахованої наважки  $\text{HCl}$  з розбавленням  $\text{HCl}$ (конц.) (з наступною стандартизацією за установочними речовинами –  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ; індикатор – фенолфталеїн).

**60. При комплексонометричному титруванні точку еквівалентності встановлюють:**

- 1) по зміні забарвлення робочого розчину;
- 2) за допомогою металіндикатора – еріохрому чорного Т;
- 3) за допомогою дифеніламіну;
- 4) за допомогою фенолфталеїну;
- 5) за допомогою лакмусу.

**61. Метод зворотного титрування (метод титрування за залишком) полягає в тому:**

1) що до розчину досліджуваних іонів додають відміряну кількість титрованого розчину реактиву, взятого в надлишку проти теоретичної кількості визначуваних іонів;

2) що визначувана речовина безпосередньо реагує з титрантом;

3) що визначувані іони заміщують еквівалентною кількістю інших іонів, які вже можна визначити прямим титруванням;

4) що стандартний розчин реагенту титрують розчином, що аналізують;

5) що визначувана речовина реагує з титрованим розчином реактиву.

**62. Ацидиметрія – це метод кислотно-основного титрування, в якому проводять:**

- 1) визначення солей;
- 2) визначення кислот;
- 3) визначення основ;
- 4) визначення основ та кислот;
- 5) визначення окисників.

**63. У гравіметричному аналізі вимірюють:**

1) об'єм розчину реактиву відомої концентрації, який витрачено на взаємодію з розчином визначуваної речовини;

2) масу визначуваного компонента досліджуваної проби, який виділений у вигляді сполук відомого складу або у вигляді елемента;

3) оптичну густину розчину;

4) масу визначуваної речовини;

5) кут заломлення світла.

**64. рН розчину слабкої однокислотної основи розраховують за формулою:**

$$1) \text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{основи});$$

$$2) \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} (\text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{основи}));$$

$$3) \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} \lg C_M (\text{основи});$$

$$4) \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg C_M (\text{основи});$$

$$5) \text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} \lg C_M (\text{основи}).$$

**65. Вільна лужність води визначається:**

1) вмістом в ній речовин, які реагують з сильними кислотами і визначається при титруванні з метиловим оранжевим;

2) групою речовин, кінцева точка титрування яких може бути зафіксована в лужному середовищі при титруванні в присутності фенолфталеїну;

3) групою речовин, кінцева точка яких може бути зафіксована як з фенолфталеїном, так і з метиловим оранжевим;

4) вмістом речовин, які реагують з сильними основами;

5) групою речовин, які реагують з кислотами.

**66. Титром є одиниця вимірювання концентрації розчину і означає:**

1) кількість речовини в грамах, яка є в 1мл розчину;

2) кількість моль розчиненої речовини в об'ємі розчину;

3) кількість моль-еквівалентів розчиненої речовини в об'ємі розчину;

- 4) масу розчиненої речовини в масі розчину;
- 5) кількість моль розчиненої речовини в масі розчинника.

**67. Основною реакцією методів хроматометрії є:**

- 1)  $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ ;
- 2)  $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ;
- 3)  $C_2O_4^{2-} - 2e^- \leftrightarrow 2CO_2$ ;
- 4)  $J_2 + 2e^- \leftrightarrow 2J^-$ ;
- 5)  $Cr^{2+} - 1e^- \leftrightarrow Cr^{3+}$ .

**68. Чому при виявленні йонів барію калій дихроматом добавляють натрій ацетат:**

1) осад барій дихромату розчиняється в HCl і щоб добитися повноти осадження барій дихромату до розчину добавляють натрій ацетат;

2) для відокремлення йонів  $Ba^{2+}$  від йонів  $Ca^{2+}$ ;

3) осад барій хромату, що утворюється при додаванні калій дихромату, розчиняється в сильних кислотах (HCl або  $HNO_3$ ) і щоб добитися повноти осадження барій хромату крім  $K_2Cr_2O_7$  до розчину добавляють натрій ацетат;

4) для повноти осадження барій хромату;

5) утворюються аміакати III-ої аналітичної групи?

**69. У титриметричному аналізі вимірюють:**

1) масу продукту реакції;

2) об'єм розчину реактиву відомої концентрації, який витрачено на взаємодію з розчином визначуваної речовини;

3) оптичну густину розчину;

4) масу визначуваної речовини;

5) об'єм розчину визначуваної речовини.

**70. Точка еквівалентності відповідає моменту:**

1) коли доданий надлишок розчину реактиву;

2) коли кількість реактиву, яка є в об'ємі робочого розчину, приблизно еквівалентна кількості визначуваної речовини;

3) коли кількість речовини, яка є в об'ємі робочого розчину, стане еквівалентною кількості визначуваної речовини;

4) коли додано реактиву менше, ніж є визначуваної речовини;

5) немає правильної відповіді.

**71. З яким індикатором встановлення нормальності хлоридної кислоти за бурою буде точнішим?**

- 1) метиловий червоний; 2) метиловий оранжевий;  
3) фенолфталеїн; 4) лакмус; 5) тимолфталеїн.

**72. Вкажіть пару речовин, яка належить до основних солей?**

- 1)  $ZnOHNO_3$ ,  $KNO_3$ ; 2)  $FeOHCl$ ,  $Fe(OH)_2Cl$ ;  
3)  $Ca(HS)_2$ ,  $NaHCO_3$ ; 4)  $FeCl_3$ ,  $FeOHSO_4$ ; 5)  $KF$ ,  $KBr$ .

**73. Яку речовину необхідно додати до алюміній гідроксид сульфату, щоб одержати алюміній дигідроксид сульфат:**

- 1)  $H_2SO_4$ ; 2)  $NaOH$ ; 3)  $Al(OH)_3$ ; 4)  $Al(HSO_4)_3$ ; 5)  $H_2O$ ?

**74. Яка з вказаних солей має назву алюміній дигідрогенфосфат:**

- 1)  $AlPO_4$ ; 2)  $(Al(OH)_2)_3PO_4$ ; 3)  $(AlOH)_3(PO_4)_2$ ;  
4)  $Al_2(HPO_4)_3$ ; 5)  $Al(H_2PO_4)_3$ ?

**75. Яку з перелічених речовин необхідно додати до ферум(III) гідрогенсульфату, щоб одержати ферум(III) сульфат:**

- 1) сульфатну кислоту; 2) натрій гідроксид;  
3) сульфитну кислоту; 4) ферум(III) гідроксид;  
5) воду?

**76. Як змінюються радіуси атома в межах періоду від Натрію до Хлору:**

- 1) збільшуються; 2) зменшуються;  
3) не змінюються; 4) змінюються стрибкоподібно;  
5) немає правильної відповіді?

**77. Який з наведених елементів є електронним аналогом Сульфуру:**

- 1) Оксиген; 2) Фосфор; 3) Хром;  
4) Хлор; 5) Гідроген?



**78. В якій послідовності збільшується електронегативність та зростають неметалічні властивості елементів:**

- 1)  $F \rightarrow Cl \rightarrow Br$ ; 2)  $O \rightarrow N \rightarrow C$ ; 3)  $As \rightarrow P \rightarrow N$ ;  
4)  $Cl \rightarrow S \rightarrow P$ ; 5)  $Li \rightarrow Na \rightarrow K$ ?

**79. Яка з наведених скорочених електронних формул відповідає йону  $S^{2-}$ :**

- 1)  $\dots 3s^2 3p^4$ ; 2)  $\dots 3s^2 3p^6$ ; 3)  $\dots 3s^2 3p^2$ ;  
4)  $\dots 3p^4$ ; 5)  $\dots 2s^2 2p^6$ ?

**80. Як змінюється радіус атома в межах підгрупи від Натрію до Рубідію:**

- 1) зменшується; 2) збільшується; 3) не змінюється;  
4) змінюється стрибкоподібно;  
5) немає правильної відповіді?

**81. Атом якого з вказаних нижче елементів в нормальному стані має два неспарені електрони:**

- 1) Be; 2) C; 3) N; 4) B; 5) K.

**83. Який з вказаних оксидів при кімнатній температурі розчиняється у воді:**

- 1) MgO; 2) SiO<sub>2</sub>; 3) ZnO; 4) CO; 5) CO<sub>2</sub>?

**84. Який з вказаних оксидів при розчиненні у воді утворює луг:**

- 1) MgO; 2) MnO; 3) K<sub>2</sub>O; 4) BeO; 5) CO?

**85. Вибрати можливу валентність атома Хлору в збудженому стані:**

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

**86. Електронна конфігурація Хлору в збудженому стані описується формулою  $3s^2 3p^4 3d^1$ . Вказати число неспарених електронів:**

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 7; 5) 4.

**87. Вкажіть формулу речовини, яка є слабким електролітом:**

- 1) NaOH; 2) HCl; 3) KF; 4) HMnO<sub>4</sub>; 5) H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.

**88. Вкажіть групу, в якій усі сполуки належать до електролітів:**

- 1) CuCl<sub>2</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>; 2) Ba(OH)<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>, HCl;  
3) BaSO<sub>4</sub>, CuO, CuCl<sub>2</sub>; 4) Al(OH)<sub>3</sub>, KOH, NaOH;

5)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Br}_2$ .

**89. Вкажіть формулу електроліту, який дисоціює ступінчасто:**

1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 2)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ; 3)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 4)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ; 5)  $\text{HCl}$ ?

**90. Вкажіть формулу сполуки, яка під час дисоціації утворює карбонат-йони:**

1)  $\text{ZnCO}_3$ ; 2)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ; 3)  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ; 4)  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ; 5)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**91. Вкажіть сіль, водний розчин якої має кисле середовище:**

1) алюміній сульфат; 2) натрій нітрат;  
3) натрій сульфат; 4) калій хлорид;  
5) натрій бромід.

**92. Вкажіть формулу солі, що не піддається гідролізу:**

1) калій сульфід; 2) калій нітрат; 3) калій карбонат;  
4) калій сульфат; 5) алюміній хлорид.

**93. Серед зазначених кислот найсильнішою є:**

1)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 3)  $\text{HNO}_2$ ;  
4)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ; 5)  $\text{H}_2\text{S}$ .

**94. Вкажіть можливу валентність Флуору в його сполуках:**

1) 1; 2) 3; 3) 5; 4) 7; 5) 2.

**95. В якій речовині атоми зв'язані ковалентним полярним зв'язком:**

1)  $\text{HF}$ ; 2)  $\text{F}_2$ ; 3)  $\text{NaF}$ ; 4)  $\text{CaF}_2$ ; 5)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?

**96. Для яких з наведених сполук процес дисоціації є оборотним:**

1) кальцій хлорид; 2) сульфитна кислота;  
3) нітратна кислота; 4) алюміній сульфат;  
5) натрій бромід?

**97. Яке з наведених нижче рівнянь відповідає окисно-відновній реакції:**

1)  $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$ ; 2)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  
3)  $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; 4)  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ ;  
5)  $\text{K}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_3$ ?

**98. У розчинах лугів лакмус забарвлюється в:**

1) синій колір; 2) жовтий колір;  
3) жовтогарячий колір; 4) малиновий колір;

5) фіолетовий.

**99. Вкажіть, яка з поданих речовин у реакціях може бути і окисником, і відновником?**

- 1)  $\text{HNO}_3$ ;            2)  $\text{NH}_3$ ;            3)  $\text{CH}_4$ ;  
4)  $\text{N}_2$ ;                5)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

**100. Вкажіть сполуку, у якій Хлор виявляє проміжний ступінь окиснення:**

- 1)  $\text{ZnCl}_2$ ;    2)  $\text{KClO}_4$ ;    3)  $\text{KClO}_3$ ;    4)  $\text{KCl}$ ;        5)  $\text{NaCl}$ .

## 6. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗКУ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАВДАНЬ

**Приклад 6.1.** Маса 200 мл газу за нормальних умов дорівнює 0,232 г. Знайти молярну масу газу та густину цього газу за киснем.

**Розв'язок.** За нормальних умов

$$n(\varrho) = \frac{V_0(\varrho)}{V_M(\varrho)},$$

де:  $V_M$  - молярний об'єм газу.

Знаючи, що  $M(\varrho) = \frac{m(\varrho)}{n(\varrho)}$ , можна записати

$$M(\varrho) = \frac{m(\varrho) \cdot V_M}{V_0(\varrho)} = \frac{0,232 \varrho \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{0,2 \text{ л}} = 26 \varrho/\text{моль}.$$

Густина газу за киснем

$$D_{\text{O}_2}(\varrho) = \frac{M(\varrho)}{M(\text{O}_2)} = \frac{26 \varrho/\text{моль}}{32 \varrho/\text{моль}} = 0,8125.$$

**Приклад 6.2.** Обчислити масову частку  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в розчині, що містить 50 г кислоти та 200 мл води.

**Розв'язок.** Масову частку  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у розчині знаходимо за формулою:

$$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100\% .$$

Знаходимо масу розчину:

$$m_{(p-ny)} = m_{(H_2SO_4)} + m_{(H_2O)} = 50 + 200 = 250 \text{ г.}$$

Обчислюємо масову частку  $H_2SO_4$  в розчині:

$$W(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m_{(p-ny)}} \cdot 100\% = \frac{50}{250} \cdot 100\% = 20\% .$$

**Приклад 6.3.** Розрахувати рН розчину, в 1 л якого міститься 0,56 г КОН.

**Розв'язок.** КОН – це луг, тому рОН розчину визначаємо за формулою:

$$pOH = -\lg C_M(KOH),$$

де  $C_M$  – молярна концентрація розчину, яку розраховуємо за формулою

$$C_M = \frac{m(KOH)}{M(KOH) \cdot V_{p-ny}} = \frac{0,56 \text{ г}}{56 \text{ г / моль} \cdot 1 \text{ л}} = 0,01 \text{ М} .$$

$$pOH = -\lg C_M(KOH) = -\lg 0,01 = 2 .$$

$$\text{Тоді } pH = 14 - pOH = 14 - 2 = 12 .$$

**Приклад 6.4.** Обчислити рН буферного розчину, який містить 50 мл 0,1н. розчину  $CH_3COOH$  і 50 мл 0,1н. розчину  $CH_3COONa$ .

**Розв'язок.** рН ацетатного буферного розчину розраховують за формулою:

$$pH = pK_{CH_3COOH} + \lg \frac{C_M(CH_3COONa)}{C_M(CH_3COOH)} ,$$

$$\text{де } pK_{CH_3COOH} = 4,75 .$$

$$\text{Тоді } pH = 4,75 + \lg \frac{50 \cdot 0,1 \cdot 100}{50 \cdot 0,1 \cdot 100} = 4,75 .$$

**Приклад 6.5.** Розрахувати масу наважки  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , потрібну для приготування 250 мл 0,1н. розчину.

**Розв'язок.** Масу наважки солі розраховують із формули:

$$C_n = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M_E(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot V_{p-ny}}.$$

Звідси  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = C_n \cdot M_E(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot V_{p-ny}$ ,

де  $M_E(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot 286 = 143 \text{ г} / \text{моль-екв}$ .

Отже, маса наважки

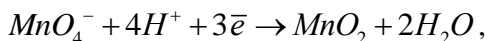
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 143 \cdot 0,25 = 3,575 \text{ г}.$$

**Приклад 6.6.** Обчислити нормальність розчину калій перманганату з титром 0,007873 г/мл, якщо титрування проводять в нейтральному розчині.

**Розв'язок.** Нормальність розчину калій перманганату визначають за формулою

$$C_n(\text{KMnO}_4) = \frac{T(\text{KMnO}_4) \cdot 1000}{M_E(\text{KMnO}_4)}.$$

Згідно умови задачі титрування проводять в нейтральному розчині, тому калій перманганат відновлюється за рівнянням:



тому  $M_E(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{z} M(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{3} \cdot 158 = 52,7 \text{ г} / \text{моль-екв}$ .

Отже, нормальність розчину калій перманганату розраховуємо:

$$C_n(\text{KMnO}_4) = \frac{T(\text{KMnO}_4) \cdot 1000}{M_E(\text{KMnO}_4)} = \frac{0,007873}{52,7} \cdot 1000 = 0,14939 \text{ н}$$

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

1. Обчислити рН буферного розчину, який містить 25 мл 0,1н. розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  і 25 мл 0,1н. розчину  $\text{CH}_3\text{COONa}$ :

- 1) 9,25; 2) 4,75; 3) 1; 4) 10; 5) 7.

2. Обчислити масу наважки солі  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , потрібну для приготування 250 мл 0,1н. розчину:

- 1) 1,325 г; 2) 3,575 г; 3) 7,15г; 4) 2,64 г; 5) 1,38 г.

3. Визначити молярну масу еквівалентів  $\text{KMnO}_4$  в реакції  $\text{KMnO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ :

1)  $M_E(\text{KMnO}_4) = 31,607$  г/мольекв;

2)  $M_E(\text{KMnO}_4) = 158$  г/мольекв;

3)  $M_E(\text{KMnO}_4) = 52,67$  г/мольекв;

4)  $M_E(\text{KMnO}_4) = 79$  г/мольекв;

5)  $M_E(\text{KMnO}_4) = 38$  г/мольекв.

4. Обчислити рН буферного розчину утвореного при змішуванні 100 мл 0,1М розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  та 100 мл 0,1 М розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :

- 1) 4,75; 2) 9,25; 3) 7; 4) 2; 5) 10.

5. Молярна концентрація еквівалентів (нормальна концентрація) розчину калій перманганату 0,02085н.

Обчислили  $T_{\text{KMnO}_4}$  :

1)  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,0329$  г/мл; 2)  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,00329$  г/мл;

3)  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,001098$  г/мл; 4)  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,0011676$  г/мл;

5)  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,0011676$  г/мл.

6. Обчислити рН 0,01М розчину  $\text{HCOOH}$ :

- 1) 3,74; 2) 2; 3) 2,87; 4) 12; 5) 1,87.

7. Обчислити нормальність розчину калій перманганату з титром 0,007873 г/мл, якщо титрування проводять в нейтральному розчині:

- 1) 0,04983 н.; 2) 0,14948 н.; 3) 0,24915 н.;

- 4) 0,03488 н.; 5) 0,0982 н

**8. Молярна концентрація еквівалентів (нормальна концентрація) розчину калій перманганату 0,02085н.**

**Обчислити  $T_{KMnO_4/Fe}$  :**

- 1)  $T_{KMnO_4/Fe} = 0,00329$  г/мл; 2)  $T_{KMnO_4/Fe} = 0,001501$  г/мл;  
3)  $T_{KMnO_4/Fe} = 0,001098$  г/мл; 4)  $T_{KMnO_4/Fe} = 0,00075$  г/мл;  
5)  $T_{KMnO_4/Fe} = 0,0011676$  г/мл.

**9. Обчислити масу  $H_2SO_4$  в розчині, якщо на нейтралізацію цього розчину витрачається 44,60 мл калій гідроксиду з  $T_{KOH/H_2SO_4} = 0,02485$  г/мл:**

- 1) 1,108 г; 2) 2,485 г; 3) 1,775 г;  
4) 0,02485 г; 5) 0,0011 г.

**10. Визначити рН 0,01М розчину нітратної кислоти:**

- 1) 2; 2) 2,7; 3) 3,4; 4) 1; 5) 7.

**11. Визначити титр 0,1н.  $H_2SO_4$  ( $K = 0,9123$ ):**

- 1) 0,00894 г/мл; 2) 0,00049 г/мл; 3) 0,0004474 г/мл;  
4) 0,00098 г/мл; 5) 0,00001 г/мл.

**12. Обчислити нормальність розчину калій перманганату з титром 0,007873 г/мл, якщо титрування проводять в кислому розчині:**

- 1) 0,04983 н.; 2) 0,14948 н.; 3) 0,24915 н.;  
4) 0,03488 н.; 5) 0,0982 н..

**13. Обчислити масу наважки натрій хлориду, необхідну для приготування 1л розчину з  $T_{NaCl} = 0,005844$  г/мл:**

- 1) 5,844 г; 2) 0,005844 г; 3) 0,5844 г;  
4) 0,05844 г; 5) 58,44 г.

**14. Обчислити масу наважки  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ , потрібну для приготування 500 мл 0,05н. розчину:**

- 1) 1,125 г; 2) 3,15 г; 3) 1,575 г; 4) 0,025 г; 5) 2,25 г.

**15. Обчислити нормальність розчину калій перманганату з титром 0,007873 г/мл, якщо титрування проводять в лужному розчині:**

- 1) 0,04983 н.; 2) 0,14948 н.; 3) 0,24915 н.;  
4) 0,03488 н.; 5) 0,0982 н.

16. Маса 1,12 л газу (н.у.) дорівнює 2,8 г. Яка молекулярна маса газу:

- 1) 56; 2) 14; 3) 28; 4) 28 г/моль; 5) 14 г/моль?

17. Запишіть повне рівняння окисно-відновної реакції за наведеною схемою та вкажіть суму всіх коефіцієнтів  $S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO_2 + H_2O$ :

- 1) 16; 2) 8; 3) 10; 4) 12; 5) 32.

18. Запишіть повне рівняння окисно-відновної реакції за наведеною схемою та вкажіть суму всіх коефіцієнтів  $H_2S + HIO_3 \rightarrow S + I_2 + H_2O$ :

- 1) 9; 2) 19; 3) 29; 4) 25; 5) 38.

19. Чому дорівнює рН розчину, в 1 л якого міститься 0,4 г NaOH:

- 1) 1; 2) 13; 3) 2; 4) 12; 5) 7?

20. Концентрація гідроксид-йонів дорівнює  $10^{-5}$  моль/л. Чому дорівнює рН розчину:

- 1) 5; 2) 14; 3) 10; 4) 7; 5) 9?

21. Визначити розчин, рН якого дорівнює 3:

- 1) 0,001M NaOH; 2) 0,001M HCl;  
3) 0,3M HCl; 4) 0,3M NaOH; 5) 3M HCl.

22. Маса 2,24 л газу (умови нормальні) дорівнює 4,4 г. Яка молекулярна маса газу:

- 1) 11; 2) 22; 3) 44; 4) 88; 5) 66?

23. Густина газу за воднем ( $D_{H_2}$ ) дорівнює 35,5.

Визначити відносну молекулярну масу газу:

- 1) 35,5; 2) 142; 3) 14,2; 4) 7,1; 5) 71.

24. Визначити число молекул в 36 г води:

- 1)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ; 2)  $3,01 \cdot 10^{23}$ ; 3)  $12,04 \cdot 10^{24}$ ;  
4)  $24,0 \cdot 10^{23}$ ; 5)  $18,06 \cdot 10^{24}$ .

25. Розрахуйте кількість речовини (моль) сульфатної кислоти масою 9,8 г:

- 1) 1,0; 2) 0,1; 3) 98,0; 4) 9,8; 5) 4,9.

26. Розрахуйте кількість речовини (моль) азоту об'ємом 33,6 л (н.у.):

- 1) 3,36; 2) 28,0; 3) 1,50; 4) 1,07; 5) 14,0.



**27. Вкажіть кількість молекул, які містяться в 90 г води:**

- 1)  $3,01 \cdot 10^{24}$ ;                      2)  $1,50 \cdot 10^{24}$ ;                      3)  $4,30 \cdot 10^{24}$ ;  
4)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ;                      5)  $3,01 \cdot 10^{23}$ .

**28. Яку масу калій гідроксиду треба взяти, щоб приготувати 400 г розчину з масовою часткою лугу 5,6%:**

- 1) 11,2 г; 2) 22,4 г; 3) 18,4 г; 4) 44,8 г; 5) 4,48 г.

**29. Обчислити масу сірки, що вступає в реакцію з алюмінієм кількістю речовини 4 моль:**

- 1) 220 г; 2) 328 г; 3) 192 г; 4) 320 г; 5) 19,2 г.

**30. Обчисліть масову частку розчиненої речовини у 200 г розчину, утвореному при розчиненні 40 г речовини у воді:**

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

## **8. 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 лабораторних та самостійних 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 бала (5,6 бала),
  - рівень 3 – 2 запитання по 1,2 бали (2,4 бали).
- Усього – 20 балів.

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

Поточна складова оцінювання (60 балів) накопичується студентом у процесі виконання лабораторних і самостійних робіт. Всього є в курсі 13 лабораторних занять. Кожне з них оцінюється у 4 балів. Ще 8 балів студенти отримують за виконання індивідуальних завдань, які додатково пропонуються їм на вибір у завданнях самостійних робіт (реферати, презентації тощо). Загальна оцінка розраховується як сума балів, накопичена студентом за роботу впродовж семестру.

Дисципліна "Хімія з основами біогеохімії" закінчується екзаменом, тому результати складання модульних контролів можуть зараховуватись як підсумковий контроль.

Поточне оцінювання та проведення контрольних заходів у межах курсу відбувається згідно нормативних документів НУВГП: Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/25889>. 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/>

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література:

1. Яцков М. В., Манековська І. Є., Мисіна О. І. Хімія (частина I) Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення для студентів за напрямом підготовки «Екологія». Рівне : НУВГП, 2006.

2. Яцков М. В., Мисіна О. І. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» (частина II «Аналітична хімія. Основи біогеохімії»). Рівне : НУВГП, 2007.

3. Яцков М. В., Назарук Г. І., Мисіна О. І. Біонеорганічна та біоорганічна хімія : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 124 с.  
URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1948>

4. Рудишин С. Д. Біогеохімія з основами екології : навч. посіб. Дніпро : Середняк Т. К., 2023. 320 с.

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.

### Допоміжна література:

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

8. Боднарюк Ф. М. Загальна і неорганічна хімія. Частина I (Загальнотеоретична). Рівне : НУВГП, 2008.

9. Боднарюк Ф. М. Загальна і неорганічна хімія. Частина II (Хімія елементів). Рівне : НУВГП, 2009.

### Інформаційні ресурси в Інтернет:

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.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;>