

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

**05-06-130М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни  
«Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою  
«Технології захисту навколишнього середовища»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього  
середовища» 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 «Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Буденкова Н. М. – Рівне : НУВГП, 2023. – 38 с.

Укладачка: Буденкова Н. М., к.х.н., доцентка кафедри хімії та фізики

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

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»: Статник І. І., к. с.-г. н., доцент кафедри екології, технологій захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

© Н. М. Буденкова, 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. Тестові завдання для самоконтролю знань.....	16
5. Приклади рішення розрахункових завдань. Розрахункові завдання.....	17
6. Порядок оцінювання результатів навчання.....	36
7. Література .....	37

## ПЕРЕДМОВА

Сучасний фахівець у галузі охорони навколишнього середовища й раціонального природокористування повинен вміти передбачати наслідки впровадження нових технологій, знати особливості дії різних хімічних сполук на навколишнє середовище, оцінювати їх вплив на біосферні процеси. Це особливо важливо для розробки стратегії переходу до сталого розвитку, оскільки збереження й удосконалення людської цивілізації можливе лише в умовах стабільного функціонування біосферних систем, що підтримують життя на Землі.

Кредитно-трансферна система організації навчального процесу включає значний обсяг самостійної роботи, яка повинна мати відповідне методичне забезпечення. Контент навчальної дисципліни «Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» (ОК 1.15) складений відповідно освітньої-професійної програмі «Технології захисту навколишнього середовища». Предметом вивчення навчальної дисципліни «Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» є основні фізико-хімічні процеси, які відбуваються за участі абіотичних компонентів біосфери в природних умовах, і зміни в цих процесах, пов'язані з впливом антропогенних чинників.

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 навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» на навчальній платформі Moodle (режим доступу: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1995>)

Для самостійного вивчення дисципліни наведена відповідна література та інформаційні ресурси.

Самостійна робота з навчальної дисципліни «Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання максимально наближена до майбутньої спеціальності здобувачів вищої освіти, охоплює основні розділи дисципліни „Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз” і спрямована на більш поглиблене засвоєння знань.

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>«Технології захисту навколишнього середовища ID 458»</i>
Спеціальність	<i>183 «Технології захисту навколишнього середовища»</i>
Рік навчання, семестр	<i>Другий рік, IV семестр</i>
Кількість кредитів	<i>4кредита ЄКТС</i>
Лекції:	<i>24 год. — денна форма 2 год. – заочна форма</i>
Лабораторні заняття	<i>24 год. – денна форма 10 год. – заочна форма</i>
Самостійна робота:	<i>72 год. – денна форма 108 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: хімічні та фізичні методи моніторингу хімічного забруднення навколишнього середовища. Хімія вихлопних газів – головних забруднювачів атмосфери. Хімія аерозолів атмосфери. Газова хроматографія (ГХ) як компонентний метод визначення забруднювачів повітря. Процеси формування хімічного складу природних вод. Оцінювання забруднення води. Неорганічні речовини у воді. Визначення окремих забруднювачів. Хімічна природа органічних речовин ґрунту. Антропогенні забруднення ґрунту. Визначення у ґрунті пестицидів, отрутохімікатів. Визначення важких металів в ґрунтах.

**Метою** викладання навчальної дисципліни є: ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними фізико-хімічними процесами, що відбуваються за участі абіотичних компонентів біосфери в природних умовах, і змінами в цих процесах, пов'язані з впливом антропогенних чинників; підготовка до ефективного засвоєння інструментальних методів аналізу природної та питної води, ґрунту, повітря та застосування результатів в розв'язанні практичних завдань.

**Результати навчання:** після вивчення дисципліни студент 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:***

**ПР 1.** 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 природоохоронних задач у виробничій сфері.

**ПР 8.** Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей полютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля.

**ПР 9.** 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.

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

#### **Модуль 1. Хімія атмосфери та гідросфери.**

#### **Змістовий модуль 1. Екологічна хімія атмосфери**

#### **Тема 1. Хімічні та фізичні методи моніторингу хімічного забруднення навколишнього середовища**

Класифікація ГДК забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Склад і будова атмосфери. Вільні радикали в атмосфері та тропосфері. Реакції атмосферних йонів. Парниковий ефект та

фізико-хімічний кругообіг  $\text{CO}_2$ . Трансформація і використання  $\text{CO}_2$  у природі.

Література: [1,2,3]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Назвіть екологічні чинники навколишнього середовища.
2. Які метали є високотоксичними?
3. Які метали є токсичними?
4. Які метали є малотоксичними?
5. Назвіть головні токсичні сполуки ртуті.
6. Поясніть класифікацію ГДК забруднювальних речовин в атмосферному повітрі.
7. Назвіть склад компонентів поблизу земної поверхні атмосфери.
8. Вкажіть трансформацію вуглекислого газу в природі.
9. Що називається «парниковим ефектом»?
10. Вкажіть наслідки парникового ефекту для людства.

## **Тема 2. Хімія вихлопних газів – головних забруднювачів атмосфери**

Джерела забруднення атмосфери. Класифікація природних та антропогенних джерел, викидів забруднювальних речовин. Діоксид сірки в атмосфері. Кислотні дощі. Контроль антропогенних викидів нітрогену та сірки. Хімія озону в атмосфері. Фреони. Визначення кисню в газах прямою кулонометрією.

Література: [2,3,5]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Назвіть основні джерела забруднення атмосфери.
2. Назвіть найбільш поширені викиди промисловості.
3. Вулканічні виверження та антропогенні діяльність як джерела нагромадження  $\text{SO}_2$  в атмосфері.
4. Вкажіть механізм утворення сульфатної кислоти в атмосфері.



5. Вкажіть механізм утворення нітратної кислоти в атмосфері.
6. Як контролюються антропогенні викиди нітрогену та сірки?
7. Як відбувається стратосферне руйнування озону?
8. Як кількісно виражають наявність озону в атмосфері?
9. Які сполуки називаються фреонами?
10. Визначення кисню в газах прямою кулонометрією.

### **Тема 3. Хімія аерозолів атмосфери**

Класифікація аерозолів. Хімізм фотохімічного смогу в атмосфері великих міст. Класичний смог. Фізико-хімічна природа фотохімічного смогу. Дія фотохімічного смогу.

Література: [1,3,4]

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

1. Які дисперсні системи називають аерозолями?
2. Назвіть умови існування стійких аерозолів.
3. Як класифікуються аерозолі за розмірами частинок дисперсної фази?
4. Що називають «смогом»?
5. Назвіть характеристики класичного смогу.
6. Які нітрогеновмісні гази задіяні у хімії та фотохімії тропосферного смогу?
7. Охарактеризуйте чинники фотохімічного смогу.
8. Властивості  $NO_2$  як чинника фотохімічного смогу.
9. Участь гідроксидного радикалу в утворенні кислих нітратних дощів.
10. Вкажіть дію фотохімічного смогу.

### **Тема 4. Газова хроматографія (ГХ) як компонентний метод визначення забруднювачів повітря**

Основи хроматографії. Хроматографічні характеристики. Якісний і кількісний аналіз в хроматографії. Схема газового

хроматографа. Паперова і тонкошарова хроматографії. Хроматограми розділення двокомпонентної суміші, багатокомпонентної суміші.

Література: [1,2,3,5]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Який фізико-хімічний метод дослідження називається хроматографією?
2. Вкажіть класифікацію. Хроматографічних методів аналізу.
3. Назвіть хроматографічні характеристики.
4. Назвіть характеристики хроматографічних піків.
5. Суть якісного хроматографічного аналізу.
6. Суть кількісного хроматографічного аналізу.
7. Поясніть схему газового хроматографа.
8. Паперова і тонкошарова хроматографія.
9. Хроматограми розділення двокомпонентної суміші.
10. Хроматограми розділення багатокомпонентної суміші.

## **Змістовий модуль 2. Екологічна хімія гідросфери**

### **Тема 5. Процеси формування хімічного складу природних вод**

Аномальні властивості води і склад природних вод. Світові запаси води. Середній склад природних вод. Процеси розчинення газів та твердих речовин у природних водах. Вміст кисню у поверхневих водах. Показники агресивності і нестійкості природних вод. Твердість природних вод.

Література: [1,3,4]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Назвіть та поясніть аномальні властивості води.
2. Вкажіть процеси формування хімічного складу природних вод.
3. Що розуміють під «хлорністю» води?

4. Вкажіть класифікацію природних вод за хімічним складом.
5. Які солі обумовлюють твердість води? Класифікація природних вод за твердістю.
6. Вкажіть вміст кисню в поверхневих водах.
7. Що характеризує «хімічне споживання кисню»?
8. Охарактеризуйте розчинення твердих речовин у природних водах.
9. Чому дорівнює добуток розчинності (ДР) малорозчинної речовини?
10. Показники агресивності і нестійкості природних вод.

### **Тема 6. Оцінювання забруднення води**

рН підземних та природних вод. Лужність природних вод. Процеси закиснення поверхневих водоймищ. Окисно-відновні процеси в гідросфері. Редокс-потенціал. Пряма потенціометрія. Потенціометричне визначення рН, катіонів, аніонів за допомогою йоноселективних електродів. Потенціометричне титрування. Криві потенціометричного титрування.

Література: [1,2,3,]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Охарактеризуйте кислотно-лужну рівновагу у природних водоймищах.
2. Карбонатна система і рН атмосферних опадів.
3. Як пов'язані розчинність карбонатів і рН підземних та поверхневих природних вод?
4. Поясніть карбонатну рівновагу в океані.
5. Що характеризує лужність природних вод?
6. Характеристика редокс-потенціалу.
7. Що лежить в основі прямої потенціометрії?
8. Вкажіть характеристики йоноселективних електродів та електродів порівняння.
9. Як проводять потенціометричне титрування?
10. Види кривих потенціометричного титрування.

## **Тема 7. Неорганічні речовини у воді**

Неорганічні речовини у воді. Важкі метали у воді. Перетворення форм Нітрогену у водоймі. Мінералізація як чинник забруднення води. Класифікація природних вод за мінералізацією. ГДК у водоймах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування. Форми Фосфору в природних водах. Хімічні методи очищення води. Очищення стічних вод. Оптичні методи аналізу. Атомно-адсорбційне визначення металів. Фотометрія полум'я.

Література: [1,2,3,4,5]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Назвіть чотири групи джерел забруднення води.
2. Класифікація промислових стічних вод за дисперсійним складом забруднювальних речовин.
3. Вкажіть перетворення форм нітрогену у водоймі.
4. Охарактеризуйте процес денітрофікації.
5. Опишіть мінералізацію як чинник забруднення води.
6. Які форми фосфору присутні в природних водах?
7. Які існують методи хімічного очищення води?
8. Назвіть методи очищення стічних вод.
9. Стадії комунального очищення стічних вод.
10. Вкажіть ГДК у водоймах господарсько-питного водокористування.

## **Тема 8. Визначення окремих забруднювачів**

Загальна характеристика методів визначення, що застосовуються при аналізі та контролі складу питної води; природних, очищених стічних та стічних вод, морської води. Визначення неорганічних забруднювачів. Визначення перманганатної окисності води. Визначення окремих забруднювачів фотоелектроколориметрією. Визначення концентрації органічних речовин рефрактометрією.

Література: [1,2,3,5,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Охарактеризуйте якісний аналіз води.
2. Назвіть методи відбору, консервації і зберігання проб води.
3. Визначення фізичних показників якості води.
4. Що визначає активна реакція води?
5. Опишіть методику визначення лужності води.
6. Визначення загальної лужності та твердості води.
7. Визначення перманганатної окиснюваності води.
8. Фотокolorиметричне визначення вмісту  $Fe^{3+}$  в природних та стічних водах тїоціанатним методом.
9. На чому засновані рефрактометричні методи аналізу?
10. Рефрактометричне визначення концентрації гліцеролу у воді.

## **Модуль 2. Хімія розповсюджених забруднювачів**

### **Змістовий модуль 3. Екологічна хімія ґрунтів**

#### **Тема 9. Склад та властивості ґрунту**

Склад ґрунту. Хімічні аспекти гіпергенезу і ґрунтоутворення. Класифікація органічних речовин ґрунту. Неспецифічні органічні сполуки в ґрунтах. Специфічні гумусні речовини ґрунтів. Мікробне перетворення органічних речовин в ґрунтах. Лужність і кислотність ґрунтів. Поглинальна здатність ґрунтів. Обмінна хроматографія.

Література: [1,2,3,5,6]

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

1. Що собою представляють ґрунт, ґрунтовий покрив Землі?
2. Назвіть структурні компоненти ґрунту.
3. Поясніть хімічні аспекти гіпергенезу і ґрунтоутворення.
4. Вкажіть класифікацію органічних речовин ґрунту.
5. Які речовини є неспецифічними органічними сполуками ґрунту?

6. Які речовини є специфічними гумусними сполуками ґрунту?
7. Поясніть поглинальну здатність ґрунтів.
8. Назвіть обмінні катіони ґрунтів.
9. Прокоментуйте лужність і кислотність ґрунтів.
10. Опишіть обмінну хроматографію.

### **Тема 10. Антропогенні забруднення ґрунту**

Кислотні забруднення та їх хімічні наслідки для ґрунтів. Мінеральні добрива як джерело забруднення ґрунтів. Кругообіг Нітрогену у ґрунті. Кругообіг Фосфору у ґрунті.

Література: [1,2,3,5,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Опишіть потенційну кислотність ґрунтів.
2. Як відбувається хімічне забруднення ґрунту?
3. Вкажіть наслідки надлишкової кислотності ґрунтів.
4. Які хімічні речовини входять в склад мінеральних добрив?
5. Вкажіть класифікацію мінеральних добрив.
6. Доведіть, що мінеральні добрива є джерелом забруднення ґрунтів.
7. Яким чином відбувається кругообіг азоту в ґрунті?
8. Яким чином відбувається кругообіг фосфору в ґрунті?
9. Опишіть лабораторне визначення кислотності ґрунтів.
10. Як усувається надлишкова кислотність ґрунтів? Меліорація ґрунтів.

### **Тема 11. Визначення у ґрунті пестицидів, отрутохімікатів**

Хімічна класифікація пестицидів. Хімія розповсюджених забруднювачів. Поліциклічні хлоровані вуглеводні. Проблема діоксинів та їх аналогів. Екологічні шляхи діоксинів у біосфері. Фізико-хімічні властивості діоксинів. Проблеми моніторингу діоксинів.

Література: [1,2,3,5,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. Що собою представляють гербіциди?
2. Що собою представляють пестициди?
3. Надайте хімічну класифікацію пестицидів.
4. Опишіть токсичну дію пестицидів на навколишнє середовище, людство.
5. Назвіть хлоровмісні інсектициди.
6. Як відбувається утилізація рідких відходів гербіцидів.
7. Що собою представляють діоксини?
8. Вкажіть екологічні шляхи діоксинів у біосфері.
9. Назвіть джерела забруднення довкілля діоксинами.
10. Які живі істоти є індикаторами ступеня забруднення довкілля діоксинами?

### **Тема 12. Визначення важких металів в ґрунтах**

Кулонометричне визначення важких металів. Вимірювання кількості електрики. Пряма кулонометрія. Кількісний та якісний кулонометричний аналіз.

Література: [1,2,3,5,6]

### **Запитання для самоконтролю знань**

1. На чому ґрунтуються кулонометричні методи аналізу?
2. Назвіть закони електролізу.
3. Наведіть приклади електролізу розплавів та розчинів солей важких металів.
4. Чим відрізняються гальваностатична кулонометрія та потенціостатична кулонометрія?
5. Як відбувається вимірювання кількості електрики?
6. Опишіть будову та принцип дії срібного кулонометра.
7. Назвіть переваги та недоліки прямої кулонометрії.
8. Що собою представляє кулонометр?
9. Охарактеризуйте метод кулонометричного титрування.
10. Які реакції можуть бути застосовані в кулонометричному титруванні?

## 4. 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:**

- а)  $2Ag^+ + SO_4^{2-} \rightarrow Ag_2SO_4$ ;
- б)  $Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4$ ;
- в)  $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$ ;
- г)  $Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4$ ;
- д)  $2H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow H_2SO_4$ .

**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 „в”;
- 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:

- а)  $2Ag^+ + SO_4^{2-} \rightarrow Ag_2SO_4$ ;
- б)  $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$ ;
- в)  $2H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow H_2SO_4$ ;
- г)  $Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4$ ;
- д)  $Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4$ .

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

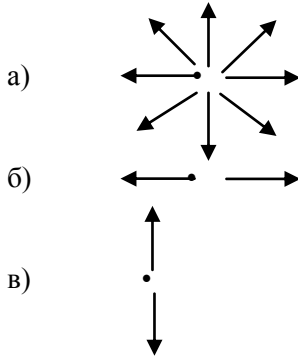
- а) червоний; б) синьо-зелений; в) жовтий;
- г) жовтогарячий; д) фіолетовий.

## 26. Рефрактометричний метод ґрунтується на:

- а) вимірюванні показника заломлення і густини розчину;
- б) будіванні трикутних діаграм складів;
- в) як „а” так і „б”;
- г) вимірюванні густини розчину;

д) вимірюванні забарвлення розчину.

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



г) як „б” так і „в”;

д) немає правильної відповіді.

**28. Конус Тіндаля – 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. Інфрачервона 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 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)  $\lambda = \frac{1}{\nu}$ .

**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. Для розчинів питома обертання визначають за формулою:**

- а)  $[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{l \cdot \rho}$ ;                      б)  $[\alpha]_D^{20} = \alpha \cdot \frac{100}{l \cdot c}$ ;                      в)  $\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot \rho$ ;  
г)  $\alpha = \frac{[\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot c}{100}$ ;                      д)  $\alpha = \sqrt{\frac{K_D}{c}}$ .

**52. Турбідиметрія – це:**

- а) метод кількісного аналізу, оснований на вимірюванні інтенсивності світла, поглиненого зваженими частинками;  
б) оптичний метод аналізу, який базується на вимірюванні інтенсивності світла, розсіяного дисперсною системою;  
в) метод, заснований на визначенні оптичного обертання;  
г) метод, який ґрунтується на спостереженні граничних меж заломлення або кута повного внутрішнього відбиття променя світла при переході з одного середовища в інше;  
д) немає правильної відповіді.

**53. 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.

**54 В турбідиметрії застосовують:**

- а) нефелометр;  
б) рефрактометр;



- в) фотоелектроколориметр;
- г) поляриметр;
- г) хроматограф.

**55. Градувальний графік в методі фотоколориметрії будують в координатах:**

- а)  $D = f(c)$ ;      б)  $c = f(D)$ ;      в)  $D = f(\epsilon)$ ;
- г)  $\epsilon = f(D)$ ;      д)  $\Delta E / \Delta C = f(c)$ .

**56. Оптично активною є речовина:**

- а)  $C_6H_6$ ;      б)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ;      в)  $C_2H_4O_2$ ;
- г)  $CH_3COOH$ ;      д)  $CH_3OH$ .

**57. Оптична активність речовини обумовлена:**

- а) асиметрією структури кристалічних ґраток речовин;
- б) асиметрією молекул;
- в) як „а” так і „б”;
- г) наявністю декількох функціональних груп у молекулі;
- д) як „б” так і „г”.

**58. Формула калій дихромату, концентрація якого визначається фотоелектроколориметрією:**

- а)  $K_2CrO_4$ ;      б)  $K_2Cr_2O_7$ ;      в)  $Cr_2O_3$ ;
- г)  $KCrO_2$ ;      д)  $K_3CrO_3$ .

**59. Адитивність молярної рефракції означає, що:**

- а) вона дорівнює сумі атомних рефракцій елементів, з яких складається сполука;
- б) вона дорівнює добутку атомних рефракцій елементів, з яких складається сполука;
- в) з ростом густини речовини збільшується показник заломлення;
- г) вона дорівнює сумі питомих рефракцій;
- д) як „а” так і „г”.

**60. В яких координатах будують криву фототурбидиметричного титрування:**

- а) покази гальванометра =  $f(V \text{ титранта})$ ;
- б)  $V \text{ титранта} = f(\text{показів гальванометра})$ ;
- в)  $D = f(V \text{ титранта})$ ;
- г)  $V \text{ титранта} = f(D)$ ;

д)  $D = f(c)$ .

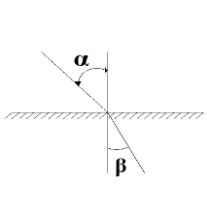
**61.  $\lambda_D$  – це:**

- а) жовта лінія в спектрі Натрію;
- б) жовта лінія в спектрі літію;
- в) червона лінія в спектрі натрію;
- г) довжина хвилі світла
- д) жовта лінія в спектрі калію.

**62. Фотоколориметрія – це метод:**

- а) порівняння забарвлення досліджуваного і стандартного розчину візуальним способом;
- б) вимірювання інтенсивності світлового потоку, що пройшов крізь розчин речовини фотоколориметричним способом;
- в) вимірювання інтенсивності монохроматичного світлового потоку, що пройшов крізь розчин фотоелектричним способом;
- г) поглинання електромагнітного випромінювання в діапазоні довжин хвиль 180-1200 нм;
- д) вимірювання каламутності розчинів.

**63.**

	а) промінь світла переходить в більш заломлююче середовище;
	б) промінь світла переходить в менш заломлююче середовище;
	в) середовище те саме;
	г) промінь світла поляризується;
	д) промінь світла поглинається.

**64. Оптична активність речовини обумовлена:**

- а) асиметрією структури кристалічних ґраток речовин;
- б) асиметрією молекул;
- в) як „а” так і „б”;
- г) наявністю декількох функціональних груп у молекулі;
- д) як „б” так і „г”.

**65. Яка властивість застосовується в нефелометричних визначеннях:**

- а) поглинання світла атомами;
- б) розсіювання світла частинками;
- в) випромінювання світла молекулами і йонами;

- г) заломлення світла на межі поділу двох середовищ;  
д) як „а” так і „б”.

**66. 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.

**67. Молярний коефіцієнт поглинання розчинів  $\epsilon$  – це:**

- а) оптична густина однормолярного розчину при товщі шару 1 см;  
б) оптична густина одномолярного розчину при товщині шару 1 см;  
в) оптична густина одномолярного розчину при товщині шару 10 см;  
г) оптична густина одномолярного розчину при товщині шару 1 мм;  
д) оптична густина однормолярного розчину при товщині шару 1 мм.

**68.  $\lambda_D$  – це:**

- а) жовта лінія в спектрі Натрію;  
б) жовта лінія в спектрі літію;  
в) червона лінія в спектрі натрію;  
г) довжина хвилі світла;  
д) жовта лінія в спектрі калію.

**69. З якою метою при приготуванні суспензій необхідно застосовувати стабілізуючі реагенти, певним чином змішувати компоненти, підтримувати сталу температуру:**

- а) щоб число частинок осаду у всіх розчинах було б однаковим;  
б) щоб не відбувались побічні реакції;  
в) щоб частинки осаду у всіх розчинах мали б однаковий розмір;  
г) щоб запобігти седиментації;  
д) як „а” так і „б”.

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

- а)  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ ;                      б)  $R = M \cdot r$ ;                      в)  $R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$ ;

$$\text{г) } n = \frac{V_1}{V_2};$$

$$\text{д) } R = \frac{I}{U}.$$

**71. Токсиканти – це:**

- а) небезпечні хімічні речовини, які поширюються в навколишньому середовищі далеко за межі свого первісного місцеперебування і здійснюють шкідливий вплив на тварин;
- б) небезпечні хімічні речовини, які поширюються в навколишньому середовищі далеко за межі свого первісного місцеперебування і здійснюють шкідливий вплив на рослини;
- в) небезпечні хімічні речовини, які поширюються в навколишньому середовищі далеко за межі свого первісного місцеперебування і здійснюють шкідливий вплив на людину;
- г) ті небезпечні речовини, які сама людина необачно включає в кругообіг;
- д) всі відповіді вірні.

**72. До високотоксичних металів відносять:**

- а) Mn; б) Cu; в) Fe; г) Cr; д) Al.

**73. До токсичних металів відносять:**

- а) Mg; б) Cs; в) Cd; г) K; д) Cr.

**74. До малотоксичних металів відносять:**

- а) Ti; б) Cs; в) Ti; г) Au; д) La.

**75. ГДК шкідливої речовини в атмосфері – це:**

- а) максимальна концентрація того чи іншого забруднювача, яка ще не здійснює прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків але погіршує санітарні умови життя;
- б) максимальна концентрація того чи іншого забруднювача, яка здійснює прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків але не погіршує санітарні умови;
- в) максимальна концентрація того чи іншого забруднювача, яка ще не здійснює прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарні умови життя;
- г) мінімальна концентрація того чи іншого забруднювача, яка ще не здійснює прямого чи опосередкованого шкідливого

впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарні умови життя;

д) мінімальна концентрація того чи іншого забруднювача, яка здійснює прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і погіршує санітарні умови життя.

**76. До квазісталих компонентів атмосфери відносять:**

а)  $N_2$ ; б)  $H_2O$ ; в)  $CO_2$ ; г)  $SO_2$ ; д)  $NO_2$ .

**77. До "активних домішок" відносять:**

а)  $N_2$ ; б)  $O_2$ ; в)  $O_3$ ; г)  $H_2$ ; д)  $Ne$ .

**78. Обрати вільний радикал:**

а)  $H:H$ ; б)  $O$ ; в)  $O_2$ ; г)  $H\cdot$ ; д)  $CH_3-CH_3$ .

**79. До парникових газів відносять:**

а)  $O_2$ ; б)  $CO_2$ ; в)  $N_2$ ; г)  $NO_2$ ; д)  $H_2S$ .

**80. У двигунах внутрішнього згоряння головний забруднювач атмосфери – бурий газ:**

а)  $N_2$ ; б)  $N_2O$ ; в)  $NO$ ; г)  $NO_2$ ; д)  $N_2O_5$ .

**81. Максимум густини води спостерігається при температурі:**

а)  $0^{\circ}C$ ; б)  $100^{\circ}C$ ; в)  $4^{\circ}C$ ; г)  $20^{\circ}C$ ; д)  $25^{\circ}C$ .

**82. Серед катіонів, наявних у водах Світового океану переважають:**

а)  $Na^+$ ; б)  $Mg^{2+}$ ; в)  $Ca^{2+}$ ; г)  $K^+$ ; д)  $Li^+$ .

**83. Серед аніонів, наявних у водах Світового океану переважають:**

а)  $Cl^-$ ; б)  $SO_4^{2-}$ ; в)  $HCO_3^-$ ; г)  $Br^-$ ; д)  $J^-$ .

**84. У річковій воді найбільш поширені катіони:**

а)  $K^+$ ; б)  $Mg^{2+}$ ; в)  $Na^+$ ; г)  $Ca^{2+}$ ; д)  $Li^+$ .

**85. У річковій воді найбільш поширені аніони:**

а)  $Cl^-$ ; б)  $CO_3^{2-}$ ; в)  $HCO_3^-$ ; г)  $SO_4^{2-}$ ; д)  $Br^-$ .

**86. За одиницю вимірювання хлорності води прийнято:**

а) мг/мл; б) моль/л; в) проміле; г) моль-екв/л; градус.

**87. Твердістю називається властивість води, обумовлена в ній йонів:**

- а)  $Na^+iK^+$ ; б)  $Ca^{2+}iMg^{2+}$ ; в)  $CO_3^{2-}iCl^-$ ;  
г)  $HCO_3^-iBr^-$ ; д)  $Fe^{2+}iFe^{3+}$ .

**88. Найбільш м'якою із природних вод є:**

- а) річкова; б) морська; в) дощова;  
г) джерельна; д) вода океану.

**89. Найбільш твердою є вода:**

- а) річкова; б) морська; в) дощова;  
г) джерельна; д) водопровідна.

**90. Лужністю називають здатність природних вод нейтралізувати йони:**

- а)  $OH^-$ ; б)  $CO_3^{2-}$ ; в)  $H^+$ ; г)  $HCO_3^-$ ; д)  $HSO_3^-$ .

**91. Перехід забарвлення фенолфталеїну відбувається при рН:**

- а) 4,5; б) 8,3; в) 7; г) 1; д) 14.

**92. Вода є згубною для риб при рН:**

- а)  $>7$ ; б)  $<7$ ; в)  $>10$ ; г)  $<10$ ; д) 1.

**93. У водоймищах в процесі фотосинтезу:**

- а) приймає участь  $CO_2$ ;  
б) приймають участь йони  $HCO_3^-$ ;  
в) утворюється  $O_2$ ;  
г) утворюються йони  $OH^-$ ;  
д) всі відповіді вірні.

**94. Окиснювальний стан води обумовлений наявністю йону:**

- а)  $Fe^{3+}$ ; б)  $Fe^{2+}$ ; в)  $Mn^{2+}$ ; г)  $Mo^{4+}$ ; д)  $U^{4+}$ .

**95. Відновний стан води обумовлений наявністю йону:**

- а)  $Fe^{2+}$ ; б)  $Fe^{3+}$ ; в)  $As^{5+}$ ; д)  $Cu^{2+}$ ; д)  $V^{5+}$ .

**96. Нітрифікація – це перетворення амоніаку до:**

- а) нітратів; б) нітритів; в) вільного азоту;  
г) оксидів нітрогену; д) гідразину.

**97. Інтервал довжин хвиль УФ - області спектру (нм):**

- а) 0 – 10; б) 10 – 380; в) 380 – 750; г) 750 –  $10^5$ ; д)  $>10^5$ .

**98. Інтервал довжин хвиль ІЧ - області спектру (нм):**

а) 0 – 10; б) 10 – 380; в) 380 – 750; г) 750 – 10<sup>5</sup>; д) >10<sup>5</sup>.

**99. Інтервал довжин видимого світла (нм):**

а) 0 – 10; б) 10 – 380; в) 380 – 750; г) 750 – 10<sup>5</sup>; д) >10<sup>5</sup>.

**100. Аерозолі – дисперсні системи типу:**

а) Г<sub>2</sub>/Г<sub>1</sub>; б) Р<sub>2</sub>/Г<sub>1</sub>; в) Р<sub>2</sub>/Р<sub>1</sub>; г) Т<sub>2</sub>/Р<sub>1</sub>; д) Т<sub>2</sub>/Г<sub>1</sub>.

## 5. Приклади розв'язку розрахункових завдань

**5.1.** Показник заломлення залежить від ряду факторів. Для того, щоб дослідити залежність показника ( $n$ ) від складу речовини, необхідно використати величину  $X$ , що залежить від природи речовини. Такою величиною є молекулярна рефракція ( $R$ ). Вона може бути вирахована за формулою:

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho},$$

де  $n$  – показник заломлення речовини;  $M$  – молярна маса речовини;  $\rho$  – густина.

Молекулярна рефракція не залежить від температури, тиску та агрегатного стану речовини. Для практики фізико-хімічного аналізу важливо знати, що молекулярна рефракція має властивість адитивності, тобто для складної сполуки вона дорівнює сумі атомних рефракцій елементів, що входять в цю сполуку:

$$R_{AB} = R_A + R_B.$$

Таблиця атомних рефракцій

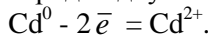
А т о м	С	Н	Сl	I	О
Р	2,42	1,10	5,97	8,86	13,3

Для прикладу, молекулярна рефракція  $CCl_4$  рівна:

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

**5.2.** Визначити потенціал кадмієвого електрода, зануреного в 0,01М розчин  $CdSO_4$  при 298К.

На кадмієвому електроді відбувається така реакція:



З таблиці стандартних потенціалів знаходимо стандартний потенціал електрода  $\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0}^0 = -0,10\text{В}$ .

Згідно з рівнянням Нернста записуємо:

$$\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0} = \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0}^0 + \frac{2,303RT}{nF} \lg a\text{Cd}^{2+}.$$

Підставивши значення всіх величин, обчислюємо потенціал кадмієвого електрода:

$$\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0} = -0,40 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -0,46 \text{ В}.$$

Відповідь:  $\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0} = -0,46 \text{ В}$ .

**5.3.** ЕРС воднево-каломельного гальванічного елемента при 298К становить 0,57В. Визначити концентрацію йонів водню та  $pH$  розчину кислоти, в яку занурений названий елемент.

Записуємо схему гальванічного елемента:



З таблиці знаходимо потенціал насиченого коломельного електрода:  $\varphi_{\text{СТ.}} = 0,24 \text{ В}$ . ЕРС даного елемента дорівнює різниці електродних потенціалів:

$$\begin{aligned} & (+) \quad (-) \\ \text{ЕРС} &= \varphi_{\text{СТ.}} - \varphi_{2\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,24 - 0,57 = -0,33 \text{ В}. \end{aligned}$$

Оскільки потенціал водневого електрода за рівнянням Нернста становить  $\varphi_{2\text{H}^+/\text{H}_2} = +0,059 pH$ , то  $pH = 0,33 : 0,059 = 5,6$ .

Отже,  $[\text{H}^+] = -a \lg pH = -a \lg 5,6 = 2,55 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$ .

**Розрахункові завдання (тести 3-го рівня складності):**

**1.** Чому дорівнює молярний коефіцієнт поглинання Купруму, якщо оптична густина розчину, що містить 0,24 г



**Сu в 50 мл розчину при товщі шару кювети в 2 см дорівнює 0,14:**

а) 0,93; б) 0,29; в) 14,6; г) 3,73; д) 1,46?

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

а) 1; б) 32; в) 8; г) 16; д) 4.

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

а) 0,1 дм; б) 1 дм; в) 10 дм; г) 2 дм; д) 100 дм.

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

а) 28,5; б) 54,3; в) 2,64; г) 26,4; д) 264.

**5. Чому дорівнює коефіцієнт поглинання калію дихромату в л/моль · см, якщо оптична густина його 0,005 н розчину, вимірюваного у кюветі з товщиною шару 20 мм, дорівнює 0,37:**

а) 18,5; б) 1,85; в) 3,7; г) 37,0; д) 0,37?

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

а) 24,76; б) 22,56; в) 12,38; г) 21,24; д) 10,53.

**7. Молекулярна рефракція тетрахлороетану ( ${}^D_0n = 1,463$ ;  $\rho = 1,604$ ) дорівнює:**

а) 264; б) 26,4; в) 2,64; г) 0,264; д) 17,8.

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

а) 1100,9; б) 0,0031; в) 36,3; г) 0,0275; д) 3,63.

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

а) 4,36; б) 436; в) 87,2; г) 43,6; д) 55,7.

**10. 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.**

а)  $95 \cdot 10^{-5}$ ; б) 264,4; в) 0,02; г)  $3,810^{-3}$ ; д) 1,95.

**11. Чому дорівнює потенціал водневого електрода при  $pH=10$ :**

а)  $-0,59$  В; б)  $-0,30$  В; в)  $0,59$  В; г)  $0,30$  В; д)  $0,00$  В?

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

а)  $1$ ; б)  $32$ ; в)  $12$ ; г)  $16$ ; д)  $4$ .

**13. Під час повного електролізу  $2$  л розчину натрій хлориду на аноді виділилось  $17,75$  г газу. Встановіть молярну концентрацію солі у вихідному розчині:**

а)  $0,16$  М; б)  $0,8$  М; в)  $1$  М;

г)  $0,1$  М; д)  $0,08$  М.

**14. Визначити час, необхідний для повного відновлення ка катоді кадмію з  $20,0$  мл  $0,0622$  н розчину  $CdSO_4$ , якщо електроліз проводився при силі струму  $0,100$  А і вихід по струму складає  $100\%$ :**

а)  $30$  хв.; б)  $35$  хв.; в)  $20$  хв.;

г)  $25$  хв; д)  $20$  хв.

**15. 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 розчину, що аналізують, дорівнює  $62$  мм. Розрахувати концентрацію Нікелю в досліджуваному розчині:**

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

г)  $2,38 \cdot 10^{-3}$  М; д)  $19,5$  М.

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

а)  $0,1$ ; б)  $0,2$ ; в)  $0,25$ ; г)  $0,5$ ; д)  $1,0$ .

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

а)  $0,34$ ; б)  $0,31$ ; в)  $0,37$ ; г)  $-0,34$ ; д)  $0,50$ .

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

а)  $0,67$ ; б)  $0,79$ ; в)  $-0,67$ ; г)  $-0,85$ ; д)  $1,2$ .

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

- а)  $3,17 \cdot 10^{-2}$ ;                      б)  $1,50 \cdot 10^{-4}$ ;                      в) 8,13;  
г)  $3,90 \cdot 10^{-2}$ ;                      д) 0,14.

20. Який об'єм розчину, виражений в л з концентрацією 0,2 моль/л потрібно залити в посудину з електродами на відстані 1 м, щоб виміряна електрична провідність розчину відповідала молярній:

- а) 1;                      б) 5;                      в) 10;                      г) 0,5;                      д) 2,5?

## 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 12 лабораторних занять. Кожне з них оцінюється у 4 бали. Загальна оцінка розраховується як сума балів, накопичена здобувачем вищої освіти за роботу впродовж семестру.

Освітній компонент «Хімія навколишнього середовища та санітарно-хімічний аналіз» 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. 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>
2. Буденкова, Н. М. *Фізико-хімічні методи досліджень*. Рівне : НУВГП, 2011. 244 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2041>
3. 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:

4. Буденкова Н. М., Вербецька К. Ю. Хімія : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2006. 63 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1825>
5. Яцков М. В., Войцешевський Б. Д. «Хімія». Частина I. Рівне : НУВГП, 2015. 247 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/16802>
6. Яцков М. В., Войцешевський Б. Д. «Хімія». Частина II. Рівне : НУВГП, 2017. 381 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/14834>

### 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>;
  5. Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни:
    - **Google Scholar**: <https://scholar.google.com/>;
    - **Elsevier/ Sciencedirect**: <https://www.elsevier.com/>;
    - <https://www.sciencedirect.com/>;
- ResearchGate**: <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>